Руководство (v7.3)

По работе с драйвером модулей “mPCIe – CAN”, “PCIe – CAN”

Интерфейс ISO-11898
(CAN Bus)

Для драйверов версии 7.3

ОС LINUX

04.07.2023

ООО “Новомар”

Оглавление

1. Введение.

Драйвер поддерживает модули “**mPCIe-CAN**”, “**PCIe-CAN**” (далее **xPCIe-CAN**).

Начиная с версии 6.0 драйвер позволяет работать с модулями в двух режимах:
“Native” – непосредственно через вызовы драйвера,
“Socket” – через библиотеку **SocketCAN** Linux.

В режиме **“Native”** драйвер присваивает устройствам уникальные символьные имена вида “can_dev_x”, где x — индекс устройства, начиная с 0.
Каждый модуль представляет отдельный файл устройства в файловой системе и отображается в папке “/dev”.
Взаимодействие с драйвером происходит посредством ioctl-команд, перечень которых находится в файле “nmcan.h”.
Обращение к независимым каналам платы осуществляется по номеру канала (1 и 2).

В режиме **“Socket”** работа с драйвером происходит через API **«SocketCAN»** - сетевой стек Linux.
Это позволяет использовать множество готовых утилит, программ и библиотек.
Каждый канал модуля представляет собой устройство «canx», где x – номер канала.

Совмещать два режима работы для одного канала нельзя.
Работа разных каналов одного модуля в разных режимах возможна с ограничениями.

Внимание!
Начиная с версии 7.3 исходный драйвер с SocketCAN и Native режимами разделёны на 2 отдельных драйвера.

2. Сборка и установка драйвера.

Перед началом установки следует установить в систему модули:

"sudo apt-get install libelf-dev"

"sudo apt-get install linux-headers-generic"

Для установки драйвера:

1. Создайте отдельную папку.
2. Скачайте в эту папку архив с исходными текстами драйвера и распакуйте его.
3. Перейдите в каталог с исходными текстами драйвера.
4. Выполните команду “make”.
5. Выполните команду “sudo make install”. Или выполните шаги 6…10.
6. Создайте папку “/modules” в корне файловой системы.
7. Поместите в созданную папку файл “nmcan.ko”.
8. Откройте файл “/etc/rc.local” текстовым редактором.
9. Добавьте в открытый файл перед строкой “exit 0” строку “insmod /modules/nmcan.ko”.
10. *Только для драйвера SocketCAN.*

Откройте файл “/etc/modules” текстовым редактором.
Добавьте строки:
“can
can_raw
can_dev”.

Модули SocketCAN будут автоматически загружаться при старте ОС.

Для запуска вышеуказанных модулей вручную используйте скрипт “initsockmod.sh”.

11. Для установки и загрузки драйвера вручную первый раз запустите скрипт “sudo ./install.sh”.
Или команду “insmod nmcan.ko”, если модули can, can_raw, can_dev уже загружены в системе (*Только для драйвера SocketCAN*).
12. Для выгрузки драйвера вручную используйте команду “rmmod nmcan.ko”.

Для проверки, загружен ли драйвер в ядро:

1. В терминале введите команду “lsmod” .
2. Найдите в выведенном списке “nmcan”.
3. Если есть — все нормально, если нет — драйвер не работает. Выполните загрузку и/или установку драйвера.

Внимание! Для работы с драйвером версии 7.0 и выше в режиме FIFO, со счётчиками статистики и таблицей Timemark необходимо Firmware модуля не ниже «07» от 03.07.2020 (См. поле: «Дата предпродажной проверки» на этикетке).

Для обновления Firmware обратитесь к производителю.

Для обновления версии драйвера:

1. Посмотреть текущую версию драйвера в файле “/var/log/kern.log”, поискав в нём последнюю строку вида “Novomar, Ltd. xPCIe-CAN driver version: ?.? date: ??.??.????”.
2. Сравнить с версией текущего драйвера.
3. Выбрать более позднюю.
4. Выполнить шаги по установке драйвера.

3. Подключение файла с командами к разрабатываемому проекту.

1. Скопировать файл “nmcan.h” из папки “/modules” в папку с проектом.
2. В начале проекта добавить строку:
   #include "nmcan.h"
3. Использовать команды.

Формат описан ниже; примеры использования приложены.

ВНИМАНИЕ

Системная функция **open** открывает модуль “xPCIe-CAN” целиком.

Если вызов драйвера не требует номер канала, значит, драйвер работает с модулем как с единым целым устройством.

Если вызов запрашивает номер канала, значит, драйвер работает только с одним конкретным каналом связи.

4. Список доступных команд в режиме Native.

Название вызова	Краткое описание
Список функций, добавленных в библиотеке версии 5.0	
IOCTL_WR_MAINREG_CAN	Запись регистра модуля.
IOCTL_RD_MAINREG_CAN	Чтение регистра модуля.
IOCTL_WR_CANREG_CAN	Запись регистра контроллера канала.
IOCTL_RD_CANREG_CAN	Чтение регистра контроллера канала.
IOCTL_MODIFY_CANREG_CAN	Модификация регистра контроллера канала.
IOCTL_WR_CANREGS_CAN	Запись регистров контроллера канала.
IOCTL_RD_CANREGS_CAN	Чтение регистров контроллера канала.
IOCTL_VERSION_CAN	Информация о плате.
IOCTL_VERSION_DRIVER_CAN	Информация о драйвере.
IOCTL_ENABLE_DMA_CAN	Разрешение работы DMA.
IOCTL_DISABLE_DMA_CAN	Запрет работы DMA.
IOCTL_SET_MODE_CAN	Установка режима работы канала.
IOCTL_GET_MODE_CAN	Чтение режима работы канала.
IOCTL_SET_ONESHOT_MODE_CAN	Установка/снятие режима однократной попытки отправки сообщения для канала.
IOCTL_SET_SPEED_CAN	Установка скорости работы канала.
IOCTL_SET_SPEED_PARAMS_CAN	Установка специальной скорости работы канала.
IOCTL_GET_ERRORS_CAN	Чтение регистров ошибок канала.
IOCTL_SET_MASKS_CAN	Установка масок и фильтров на прием сообщений канала.
IOCTL_RESET_CANn_TIMER_CAN	Сброс таймера канала.
IOCTL_GET_CANn_TIMER_CAN	Чтение текущего значения таймера канала.
IOCTL_SET_CANn_TIMEOUTS_CAN	Установка абсолютного и интервального таймера прерываний канала.
IOCTL_RESET_CAN	Сброс модуля.
IOCTL_RESET_CANn_CAN	Сброс канала.
IOCTL_RD_CH_RAW_DMA_CAN	Чтение данных из DMA канала.
IOCTL_WRITE_DATA_TO_TR_BUF_CAN	Запись данных в буфер отправки канала.
IOCTL_SEND_DATA_CAN	Запись данных в буфер отправки канала, запуск передачи сообщения и ожидание завершения передачи.
IOCTL_SEND_DATA_NOW_CAN	Запуск передачи сообщения из буфера

	отправки канала.
IOCTL_CHECK_TRANSMIT_CAN	Проверка завершения и правильности передачи сообщения из буфера отправки канала.
IOCTL_WAIT_TRANSMIT_CAN	Ожидание завершения и проверка правильности передачи сообщения из буфера отправки канала.
IOCTL_END_TRANSMIT_CAN	Снятие запроса на передачу сообщения из буфера отправки канала.
IOCTL_ABAT_CAN	Установка/снятие режима остановки всех активных передач.
Список функций, добавленных в библиотеке версии 7.0	
IOCTL_READ_DMA_BLOCKS_CAN	Чтение данных из буфера DMA
IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1	Отправка данных в режиме FIFO для канала 1
IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN2	Отправка данных в режиме FIFO для канала 2
Список функций, добавленных в библиотеке версии 7.1	
IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1_V2	Отправка данных в режиме FIFO для канала 1
IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN2_V2	Отправка данных в режиме FIFO для канала 2

Внимание!
Для SocketCAN драйвера доступны только следующие IOCTL-команды:
IOCTL_WR_MAINREG_CAN
IOCTL_RD_MAINREG_CAN
IOCTL_VERSION_DRIVER_CAN

5. Описание использования команд драйвера.

Структура ioctl-команды:

#include <sys/ioctl.h>
int ioctl(int fd, IOCTL_..., unsigned long param),
где:
int fd – дескриптор файла, полученный при вызове функции open для файла устройства;
IOCTL_... – команда из набора, описанного в файле nmcan.h;
unsigned long param – параметр, передаваемый с командой. Содержимое параметра зависит от команды (см. описание команд ниже).

Команда, в случае удачного выполнения запроса, возвращает 0.
В случае неудачного выполнения запроса возвращается значение -1. Причину ошибки можно узнать из значения переменной errno:
1. EINVAL – ошибки в параметрах запроса;
2. ETIME – таймаут выполнения запроса;
3. EBUSY – запрос ещё не выполнен;
4. EFAULT – ошибка обращения к памяти пользовательского процесса.
5. ENOTTY – неизвестный запрос.
6. EPERM – запрос не поддерживается.

После загрузки драйвера запрещена работа устройства, работа DMA, указатель DMA сброшен в 0.

6. Стандартные функции

6.1 IOCTL_WR_MAINREG_CAN

Назначение:
Запись данных в регистровое пространство устройства (BAR) (но не контроллеров!).

Действие:
Функция записывает данные по желаемому адресу в регистровое пространство устройства (BAR).

Примечание:
Недопустимо обращение к устройству по адресам, не кратным четырём!!!

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SADDR_DATA_MAIN_CAN:

Поле структуры	Описание
uint32_t **daddr**	Адрес регистра
uint32_t **data**	Данные для записи

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SADDR_DATA_MAIN_CAN saddr;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
saddr.daddr = 0x2000;
saddr.data = 0;
ret = ioctl(fd, IOCTL_WR_MAINREG_CAN, &saddr);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("Data %08XH was written to BAR register %08XH \n", saddr.data, saddr.daddr);
```

6.2 IOCTL_RD_MAINREG_CAN

Назначение:
Чтение данных из регистрового пространства устройства (BAR) (но не контроллеров!).

Действие:
Функция читает данные из желаемого адреса регистрового пространства устройства (BAR) в поле **data**.

Примечание:
Недопустимо обращение к устройству по адресам, не кратным четырём!

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SADDR_DATA_MAIN_CAN

Поле структуры	Описание
uint32_t **daddr**	Адрес регистра
uint32_t **data**	Возвращаемый результат

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SADDR_DATA_MAIN_CAN saddr;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
saddr.daddr = 0x2000;
ret = ioctl(fd, IOCTL_RD_MAINREG_CAN, &saddr);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("Data %08XH was read from BAR register %08XH\n", saddr.data, saddr.daddr);
```

6.3 IOCTL_WR_CANREG_CAN

Назначение:

Запись данных в одиночный регистр контроллера CAN.

Действие:

Функция записывает данные в **CANn*_BUF****. После чего записывает команду “Write” в регистр **CANn*_ACS***** и дожидается её выполнения путём перевода процесса в состояние ожидания, из которого процесс будет выведен после прихода прерывания, означающего окончание операции или по истечении 10 миллисекунд. В последнем случае функция возвратит значение -1, а в errno будет установлено значение ETIME.
Все функции работы с регистрами контроллера CAN защищены общим семафором (индивидуальным для каждого канала) для возможности их корректного использования из параллельных процессов.

* n – номер контроллера.
** См. Раздел 6.1.4 или 6.1.6 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.
*** См. Раздел 6.1.3 или 6.1.5 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.

Примечание:

-

Входные параметры:

param – указатель на структуру типа SADDR_DATA_CAN:

Поле структуры	Описание
uint8_t **daddr**	Адрес регистра
uint8_t **data**	Данные для записи
uint32_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SADDR_DATA_CAN saddr;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
saddr.daddr = CANINTE;
saddr.data = 0x0;
saddr.channel = 1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_WR_CANREG_CAN, &saddr);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("Data %02XH was written to register %02XH of CAN%u\n", saddr.data, saddr.daddr,
    saddr.channel);
```

6.4 IOCTL_RD_CANREG_CAN

Назначение:
Чтение данных из одиночного регистра контроллера CAN.

Действие:
Функция записывает команду “Read” в регистр **CANn*_ACS**** и дожидается её выполнения путём перевода процесса в состояние ожидания, из которого процесс будет выведен после прихода прерывания, означающего окончание операции или по истечении 10 миллисекунд. В последнем случае функция возвратит значение -1, а в errno будет установлено значение ETIME. В случае получения прерывания о завершении операции вычитанные данные из **CANn*_BUF***** копируются в поле **data**.
Все функции работы с регистрами контроллера CAN защищены общим семафором (индивидуальным для каждого канала) для возможности их корректного использования из параллельных процессов.

* n – номер контроллера.
** См. Раздел 6.1.4 или 6.1.6 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.
*** См. Раздел 6.1.3 или 6.1.5 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SADDR_DATA_CAN:

Поле структуры	Описание
uint8_t **daddr**	Адрес регистра
uint8_t **data**	Возвращаемый результат
uint32_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SADDR_DATA_CAN saddr;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
saddr.daddr = CAN_CTRL;
saddr.channel = 1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_RD_CANREG_CAN, &saddr);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("Data %02XH was read from register %02XH of CAN%u \n", saddr.data, saddr.daddr,
    saddr.channel);
```

6.5 IOCTL_MODIFY_CANREG_CAN

Назначение:
Модификация регистра контроллера CAN.

Действие:
Функция записывает данные в **CANn*_BUF****. После чего записывает команду “Bit Modify” в регистр **CANn*_ACS***** и дожидается её выполнения путём перевода процесса в состояние ожидания, из которого процесс будет выведен после прихода прерывания, означающего окончание операции или по истечении 10 миллисекунд. В последнем случае функция возвратит значение -1, а в errno будет установлено значение ETIME.
Все функции работы с регистрами контроллера CAN защищены общим семафором (индивидуальным для каждого канала) для возможности их корректного использования из параллельных процессов.

* n – номер контроллера.
** См. Раздел 6.1.4 или 6.1.6 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.
*** См. Раздел 6.1.3 или 6.1.5 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SADDR_DATA_MODIFY_CAN:

Поле структуры	Описание
uint8_t **daddr**	Адрес регистра
uint16_t **data**	Данные для записи (младшие 8 бит – маска для указания модифицируемых битов регистра, старшие 8 бит – новое значение для модифицируемых битов регистра)
uint32_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SADDR_DATA_MODIFY_CAN saddr;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
saddr.daddr = TXB0CTRL;
saddr.data = 0x0808;
saddr.channel = 1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_MODIFY_CANREG_CAN, &saddr);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
    else
printf("Data %02H was written to bits %02XH of register %02XH of CAN%u\n", saddr.data >> 8,
    saddr.data & 0xFF, saddr.daddr, saddr.channel);
```

6.6 IOCTL_WR_CANREGS_CAN

Назначение:
Запись блока данных в регистры контроллера CAN.

Действие:
Функция записывает данные в **CANn*_BUF****. После чего записывает команду “Write” в регистр **CANn*_ACS***** и дожидается её выполнения путём перевода процесса в состояние ожидания, из которого процесс будет выведен после прихода прерывания, означающего окончание операции или по истечении 10 миллисекунд. В последнем случае функция возвратит значение -1, а в errno будет установлено значение ETIME.
Все функции работы с регистрами контроллера CAN защищены общим семафором (индивидуальным для каждого канала) для возможности их корректного использования из параллельных процессов.

* n – номер контроллера.
** См. Раздел 6.1.4 или 6.1.6 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.
*** См. Раздел 6.1.3 или 6.1.5 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SADDR_DATAS_CAN:

Поле структуры	Описание
uint8_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **addr**	Адрес первого регистра
uint8_t **nsize**	Количество записываемых данных (допустимые значения – 1…16)
uint8_t **data**[16]	Записываемые данные

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SADDR_DATAS_CAN saddr;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
saddr.channel = 1;
saddr.addr = TXB0CTRL + 1;
saddr.nsize = 6;
saddr.data[0] = 0x00;
saddr.data[1] = 0x00; // SID=000, EID absent
saddr.data[2] = 0x00;
saddr.data[3] = 0x00;
saddr.data[4] = 0x01; // DLC=1
saddr.data[5] = 0xFF; //TXB0D0=FFH
ret = ioctl(fd, IOCTL_WR_CANREGS_CAN, &saddr);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u registers was filled with data starting from address %02XH\n", saddr.channel);
```

6.7 IOCTL_RD_CANREGS_CAN

Назначение:

Чтение блока данных из регистров контроллера CAN.

Действие:

Функция записывает команду “Read” в регистр **CANn*_ACS**** и дожидается её выполнения путём перевода процесса в состояние ожидания, из которого процесс будет выведен после прихода прерывания, означающего окончание операции или по истечении 10 миллисекунд. В последнем случае функция возвратит значение -1, а в errno будет установлено значение ETIME. В случае получения прерывания о завершении операции вычитанные данные из **CANn*_BUF***** копируются в поле **data**.

Все функции работы с регистрами контроллера CAN защищены общим семафором (индивидуальным для каждого канала) для возможности их корректного использования из параллельных процессов.

* n – номер контроллера.

** См. Раздел 6.1.3 или 6.1.5 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.

*** См. Раздел 6.1.4 или 6.1.6 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.

Примечание:

-

Входные параметры:

param – указатель на структуру типа SADDR_DATAS_CAN:

Поле структуры	Описание
uint8_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **addr**	Адрес первого регистра
uint8_t **nsize**	Количество считываемых данных (допустимые значения – 1…16)
uint8_t **data**[16]	Возвращаемый результат

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SADDR_DATAS_CAN saddr;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
saddr.channel = 1;
saddr.addr = TXB0CTRL + 1;
saddr.nsize = 6;
ret = ioctl(fd, IOCTL_RD_CANREGS_CAN, &saddr);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("Data %02XH %02XH %02XH %02XH %02XH %02XH was read from registers starting
    from %02XH of CAN%u\n", saddr.data[0], saddr.data[1], saddr.data[2], saddr.data[3],
    saddr.data[4], saddr.data[5], saddr.addr, saddr.channel);
```

6.8 IOCTL_VERSION_CAN

Назначение:
Чтение информации о модуле.

Действие:
Функция заполняет все поля структуры **VERSION_CAN**.

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа VERSION_CAN:

Поле структуры	Описание
uint32_t **device_id**	Идентификатор модуля
uint32_t **vendor_id**	Идентификатор производителя
uint8_t **revision**	Номер ревизии модуля
char **dev_name[30]**	Имя модуля, назначенное драйвером
uint32_t **minor**	Порядковый номер модуля, присвоенный драйвером
uint32_t **irq**	Номер линии прерываний
uint64_t **size_dma**	Размер буфера DMA
uint64_t **addr_dma_virt**	Виртуальный адрес в ядре ОС буфера DMA
uint64_t **pci_bars**	Виртуальный адрес в ядре ОС регистрового пространства (BAR)

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    VERSION_CAN ver;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
    ret = ioctl(fd, IOCTL_VERSION_CAN, &ver);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
  printf("Vendor ID = %04XH\nDevice ID = %04XH\nRevision ID = %02XH\nDevice name =
    '%s'\nMinor = %u\nInterrupt=%u\nDMA bufsize=%u\n", ver.vendor_id, ver.device_id,
    ver.revision, ver.dev_name, ver.minor, ver.irq, ver.size_dma);
```

6.9 IOCTL_VERSION_DRIVER_CAN

Назначение:

Чтение версии и даты драйвера.

Действие:

Функция заполняет 32-битную переменную.

Примечание:

-

Входные параметры:

param – указатель на 32-битную переменную, в которую будет записано в BCD формате значение версии и даты создания драйвера. В старших 8 битах – старшая и младшая цифры версии драйвера. В младших 24 битах шесть цифр - дата создания драйвера (две цифры день, две цифры месяц и младшие две цифры года).

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    uint32_t drv_ver_date;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
    ret = ioctl(fd, IOCTL_VERSION_DRIVER_CAN, &drv_ver_date);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("Driver Version: %X.%X, Date: %02X.%02X.%02X\n", drv_ver_date >> 28, (drv_ver_date
    >> 24) & 0x0F, (drv_ver_date >> 16) & 0xFF, (drv_ver_date >> 8) & 0xFF, drv_ver_date &
    0xFF);
```

7. Функции конфигурации

7.1 IOCTL_ENABLE_DMA_CAN

Назначение:
Разрешение работы DMA.

Входные параметры:

Нулевой бит регистра **DMA_DATA_BASE*** (адрес 1000h) и биты BnBFM, BnBFE и BnBFS регистра **BFPCTRL**** (адрес 0Ch) устанавливается в единицу.

* См. Раздел 5.1.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
** См. Раздел 6.4.3 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
После загрузки операционной системы работа DMA не разрешена.

Входные данные

–

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
ret = ioctl(fd, IOCTL_ENABLE_DMA_CAN);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
  printf("DMA work was enabled\n");
```

7.2 IOCTL_DISABLE_DMA_CAN

Назначение:
Запрет работы DMA.

Действие:
Нулевой бит регистра **DMA_DATA_BASE*** (адрес 1000h) и биты BnBFM, BnBFE и BnBFS регистра **BFPCTRL**** (адрес 0Ch) сбрасываются в ноль.

* См. Раздел 5.1.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
** См. Раздел 6.4.3 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
После загрузки операционной системы работа не разрешена.

Входные данные

–

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
ret = ioctl(fd, IOCTL_DISABLE_DMA_CAN);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
  printf("DMA work was disabled\n");
```

7.3 IOCTL_SET_MODE_CAN

Назначение:
Установка нового режима работы контроллера.
См. Раздел 6.3 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*"

Действие:
Значение из поля **mode** записывается с 5 по 7 биты регистра **CAN_CTRL*** (адрес Fh). После этого следует проверить, установился ли данный режим работы. Для этого следует воспользоваться вызовом IOCTL_GET_MODE_CAN.

* См. Раздел 6.3.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
Будьте внимательны при выставлении режима сна.
Внимательно прочитайте какие действия нужно совершить для перевода устройства в режим сна и для вывода устройства из этого режима в разделе 6.3 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа CONF_CAN:

Поле структуры	Описание
uint32_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **mode**	Новый режим работы контроллера

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    CONF_CAN conf;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
conf.channel = 1;
conf.mode = CAN_WORK; // CAN_CONF, CAN_WORK, CAN_MON, CAN_SLEEP, CAN_LOOP
    ret = ioctl(fd,  IOCTL_SET_MODE_CAN, &conf);
    if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
 printf("CAN%u mode set to %u\n", conf.channel, conf.mode);
```

7.4 IOCTL_GET_MODE_CAN

Назначение:
Чтение текущего режима работы контроллера.

Действие:
Читает значение битов с 5 по 7 регистра **CAN_STAT*** (адрес Eh) в поле **mode**.

* См. Раздел 6.3.2 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа CONF_CAN:

Поле структуры	Описание
uint32_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **mode**	Текущий режим работы контроллера

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    CONF_CAN conf;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
conf.channel = 1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_GET_MODE_CAN, &conf);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
 printf("CAN%u mode is %u\n", conf.channel, conf.mode);
```

7.5 IOCTL_SET_ONESHOT_MODE_CAN

Назначение:

Установка или снятие режима однократной попытки передачи сообщения контроллером.

Действие:

Бит 0 из поля **mode** записывается в бит 3 регистра **CAN_CTRL*** (адрес Fh).

* См. раздел 6.3.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:

-

Входные параметры:

param – указатель на структуру типа CONF_CAN:

Поле структуры	Описание
uint32_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **mode**	0 – снятие однократного режима. Не 0 – установка однократного режима

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    CONF_CAN conf;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
conf.channel = 1;
conf.mode = 1;
    ret = ioctl(fd,  IOCTL_SET_ONESHOT_MODE_CAN, &conf);
    if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
 printf("CAN%u oneshot mode %s\n", conf.channel, conf.mode ? "set" : "reset");
```

7.6 IOCTL_SET_SPEED_CAN

Назначение:
Функция конфигурации скорости шины CAN.

Действие:
В зависимости от значения скорости, определённые значения записываются в регистры **CNF1***(адрес 2AH), **CNF2****(адрес 29H) и **CNF3***** (адрес 28H) выбранного канала.

* См. раздел 6.5.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
** См. раздел 6.5.2 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
*** См. раздел 6.5.3 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
До вызова этой функции следует обязательно выставить режим работы контроллера в режим конфигурации.

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SPEED_CAN:

Поле структуры	Описание
uint32_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint32_t **speed**	Значение скорости (допустимые значения – 125, 250, 500 или 1000)

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SPEED_CAN spd;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
spd.channel = 1;
spd.speed = WORK_SPEED_125;
ret = ioctl(fd, IOCTL_SET_SPEED_CAN, &spd);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u speed was set to %u kHz\n", spd.channel, spd.speed);
```

7.7 IOCTL_SET_SPEED_PARAMS_CAN

Назначение:
Функция конфигурации скорости шины CAN для нестандартных скоростей.

Действие:
В соответствии со входными параметрами определённые значения записываются в регистры **CNF1***(адрес 2AH), **CNF2****(адрес 29H) и **CNF3***** (адрес 28H) выбранного канала.

* См. раздел 6.5.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
** См. раздел 6.5.2 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
*** См. раздел 6.5.3 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
До вызова этой функции следует обязательно выставить режим работы контроллера в режим конфигурации.

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SPEED_PARAMS_CAN:

Поле структуры	Описание
uint32_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **brp**	Коэффициент деления частоты опорного генератора (допустимые значения – 1…32)
uint8_t **sjw**	Шаг перестройки синхронизации (допустимые значения – 1…4)
uint8_t **sam**	Конфигурация точки сэмплирования (допустимые значения – 0…1)
uint8_t **btlmode**	Выбор величины PS2 (допустимые значения – 0…1)
uint8_t **phseg1**	Длительность сегмента фазы 1 (допустимые значения – 1…8)
uint8_t **phseg2**	Длительность сегмента фазы 2 (допустимые значения – 1…8)
uint8_t **prseg**	Длительность сегмента фазы распространения (допустимые значения – 1…8)
uint8_t **wakfil**	ФНЧ шины для детектора активности шины в режиме сна (допустимые значения – 0…1)

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SPEED_PARAMS_CAN sp;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sp.channel = 1;
sp.brp = 1; sp.sjw = 1;
    sp.btlmode = 1; sp.sam = 1; sp.phseg1 = 3; sp.prseg = 2;
    sp.phseg2 = 4; sp.wakfil = 0;
ret = ioctl(fd, IOCTL_SET_SPEED_PARAMS_CAN, &sp);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
     printf("CAN%u speed was set\n", spd.channel);
```

7.8 IOCTL_GET_ERRORS_CAN

Назначение:
Функция чтения регистров ошибок контроллера CAN.

Действие:
Читаются регистры **TEC***(адрес 1CH), **REC****(адрес 1DH) и **EFLG***** (адрес 2DH) выбранного канала.

* См. раздел 6.6.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
** См. раздел 6.6.2 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
*** См. раздел 6.6.3 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа ERRORS_CAN:

Поле структуры	Описание
uint8_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **nEFLG**	Флаги ошибок шины
uint8_t **nTEC**	Счётчик ошибок передачи
uint8_t **nREC**	Счётчик ошибок приёма

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    ERRORS_CAN er;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
er.channel = 1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_GET_ERRORS_CAN, &er);
if (ret == -1)
 printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u EFLG=%02XH TEC=%u REC=%u \n", er.channel, er.nEFLG, er.nTEC,
    er.nREC);
```

7.9 IOCTL_SET_MASKS_CAN

Назначение:
Установка масок и фильтров на прием сообщений.

Действие:
В зависимости от выбранного канала (**channel**) и номера фильтра (**filter**) функция записывает значение **rxb_mode** в биты RXM** регистра **RXBn*CTRL****.

* n – номер буфера.
** См. раздел 6.8.1 и 6.8.2 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Далее в зависимости от выбранного идентификатора (**ident**) и номера фильтра (**filter**) функция записывает значения масок и фильтров в соответствующие регистры*.

* См. раздел 6.9 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
Для отключения фильтров и масок поле **rxb_mode** должна быть равна 3. В этом случае поля **filter**, **ident**, **identific_m**, **identific_f** игнорируются и модуль будет принимать из линии все сообщения.

Если **rxb_mode** и **ident** равны 0, то 26-19 биты **identific_m** и **identific_f** должны содержать 0й байт данных, а 18-11 биты **identific_m** и **identific_f** должны содержать 1й байт данных.

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа MASKS_CAN:

Поле структуры	Описание
uint8_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **rxb_mode**	Режим работы буфера (допустимые значения – 0…3)
uint8_t **filter**	Номер фильтра (допустимые значения – 0…5). Первые два фильтра (0…1) – 0 буфер, 0 маска; следующие четыре фильтра (2…5) – 1 буфер, 1 маска
uint8_t **ident**	0 – фильтр применяется для сообщений только с SID; 1 – фильтр применяется для сообщений только с EID
uint32_t **identific_m**	идентификатор маски; 10-0 биты – SID; 28-11 биты – EID или первые 2 байта данных
uint32_t **identific_f**	идентификатор фильтра; 10-0 биты – SID; 28-11 биты – EID или первые 2 байта данных

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    MASKS_CAN mask;
    uint16_t sidmask, sidfilter;
    uint32_t eidmask, eidfilter;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
mask.channel = 1;
mask.rxb_mode = 2;
mask.filter = 1;
mask.ident = 1;
    mask.identific_m = (eidmask << 11) | sidmask;
mask.identific_f = (eidfilter << 11) | sidfilter;
retval = ioctl(fd, IOCTL_SET_MASKS_CAN, &mask);
if (ret == -1)
```

```
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("Filters and masks for CAN%u was enabled\n", mask.channel);
```

7.10 IOCTL_RESET_CANn_TIMER_CAN

Назначение:
Сброс таймера.

Действие:
В регистре **CANn*_CTRL**** бит RST_TIMn* устанавливается в единицу. Значения остальных битов данного регистра не изменяются.

* n – номер канала.
** См. раздел 6.1.1 и 6.1.2 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:

param – указатель на 32-битную переменную, в которой указан номер канала. Допустимые значения – 1...2.

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    uint32_t channel;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
channel = 1;
    ret = ioctl(fd, IOCTL_RESET_CANn_TIMER _CAN, &channel);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u TIMER reset\n", channel);
```

7.11 IOCTL_GET_CANn_TIMER_CAN

Назначение:
Чтение текущего значения таймера.

Действие:
Поле CUR_TIM регистра **CANn*_TIMER**** читается в поле **nValue**.

* n – номер канала.
** См. раздел 5.2.3 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа TIMER_TRSH_CAN:

Поле структуры	Описание
uint8_t **nCh**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint32_t **nValue**	Значение поля CUR_TIM регистра **CANn*_TIMER****

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    TIMER_TRSH_CAN tt;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
tt.nCh = 1;
    ret = ioctl(fd, IOCTL_GET_CANn_TIMER _CAN, &tt);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u TIMER.CUR_TIM=%u \n", tt.nValue);
```

7.12 IOCTL_SET_CANn_TIMEOUTS_CAN

Назначение:
Установка значений абсолютного и интервального таймера.

Действие:
Поле **absolute** пишется в регистр **CANn*_TIMEOUT_ABSOLUTE****, а поле **interval** пишется в регистр **CANn*_TIMEOUT_INTERVAL*****.

* n – номер канала.
** См. раздел 5.1.5 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
*** См. раздел 5.1.6 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа TIMEOUTS _CAN:

Поле структуры	Описание
uint8_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint32_t **absolute**	Значение абсолютного таймера, в микросекундах (допустимые значения – 0…3FFFFFH)
uint32_t **interval**	Значение интервального таймера, в микросекундах (допустимые значения – 0…3FFFFFH)

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    TIMEOUTS_CAN t;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
t.channel = 1;
    t.absolute = 4 * 16 * 8;
t.interval = 1 * 16 * 8;
ret = ioctl(fd, IOCTL_SET_CANn_TIMEOUTS _CAN, &t);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u timeouts set: absolute=%u us; interval = %u us\n", t.channel, t.absolute,
    t.interval);
```

7.13 IOCTL_RESET_CAN

Назначение:
Программный сброс модуля и аппаратный сброс всех контроллеров CAN.

Действие:
Запрещается DMA, очищается буфер DMA, сбрасываются в исходные значения все регистры, таймеры и триггеры модуля. Происходит аппаратный сброс всех контроллеров CAN. Все регистры всех контроллеров CAN возвращаются к значениям по умолчанию.

Примечание:
-

Входные параметры:
-

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
ret = ioctl(fd, IOCTL_RESET_CAN);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN module reset OK\n");
```

7.14 IOCTL_RESET_CANn_CAN

Назначение:

Аппаратный сброс контроллера CAN. Все регистры контроллера CAN возвращаются к значениям по умолчанию.

Действие:

В бит RST_CANn* регистра **CANn*_CTRL**** записывается единица.

* n – номер канала.
** См. раздел 6.1.1 или 6.1.2 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:

-

Входные параметры:

param – указатель на 32-битную переменную, в которой указан номер канала. Допустимые значения – 1...2.

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    uint32_t channel;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
channel = 1;
    ret = ioctl(fd, IOCTL_RESET_CANn _CAN, &channel);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u reset OK \n", channel);
```

8. Функции для чтения принятых данных

8.1 IOCTL_RD_CH_RAW_DMA_CAN

Назначение:
Чтение данных из буфера DMA. Данная функция пытается считать требуемое количество новых блоков данных по запрашиваемому каналу.

Действие:
Функция проверяет в буфере DMA количество новых блоков данных. Если в поле **number_block** запрашивается меньше блоков, чем накопилось в буфере DMA, то функция копирует эти блоки данных в поле **buf** и немедленно возвращает результат. Если же запрашивается больше блоков, чем накопилось на данный момент в буфере DMA, то при нулевом времени ожидания функция скопирует имеющиеся блоки данных в поле **buf** и немедленно возвратит результат. А при отличном от нуля времени ожидания процесс перейдёт в состояние ожидания и будет возобновлён при накоплении в DMA требуемого количества блоков данных, истечении указанного времени ожидания, или срабатывании абсолютного или интервального таймера, после чего скопирует накопившееся количество блоков данных (но не больше, чем запрошенное) в поле **buf**. В любом случае после возврата из функции в поле **number_block** будет указано количество скопированных блоков данных в поле **buf**.
При включённом режиме аппаратного контроля переполнения буфера DMA в случае переполнения буфера произойдёт временная остановка записи в буфер DMA до освобождения свободного места. В этом случае в пакете, который будет записан после этого события в буфер DMA, бит OVF поля RXBnCTRL структуры DMA_SLOT _CAN будет установлен в единицу.

Примечание:
О реакции на переполнение буфера DMA см. разделы 5.1.1, 5.1.2 и 6.8 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.
Формат структуры DMA_SLOT_CAN см. в файле “nmcan.h” и в разделе 6.8 документа “*Руководство по программированию модуля “xPCIe-CAN*”.

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа DMA_STR_CAN:

Поле структуры	Описание
uint32_t **number_block**	Кол-во запрашиваемых/полученных блоков (допустимые значения при вызове – 1…400). После вызова значение может быть 0…<исходное значение при вызове>
uint32_t **number_channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint32_t **timeout**	Максимальное время ожидания требуемого количества блоков данных, в миллисекундах
DMA_SLOT_CAN **buf[400]**	Область, в которую будут записаны накопившиеся блоки данных

Пример вызова:

```
int fd, ret;
DMA_STR_CAN dma;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
dma.number_block = 64;
dma.number_channel = 1;
dma.timeout = 1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_RD_CH_RAW_DMA_CAN, &dma);
if (ret == -1)
```

```
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else{
  if (dma.number_block > 0)
    printf("Received %u blocks from DMA\n", dma.number_block);
  else
    printf("No new data in DMA\n");
     }
```

8.2 IOCTL_READ_DMA_BLOCKS_CAN

Назначение:

Чтение данных из буфера DMA. Данная функция пытается считать доступное количество новых блоков данных по запрашиваемому каналу, но не более 64 за раз.

Действие:

Функция проверяет в буфере DMA количество новых блоков данных, копирует эти блоки данных в поле **buf** и немедленно возвращает результат.

Примечание:

О реакции на переполнение буфера DMA см. разделы 5.1.1, 5.1.2 и 6.8 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".
Формат структуры DMA_READ_BLOCK см. в файле "nmcan.h.

Входные параметры:

param – указатель на структуру типа DMA_READ_BLOCK:

Поле структуры	Описание
int numChannel	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
unsigned int countBlocks	Фактическое считанное кол-во блоков DMA
DMA_RAW_BLOCK_64 blocks	Массив блоков DMA
STAT_INFO info	Информация о состоянии циклического буфера DMA

Пример вызова:

```
int fd, ret;
DMA_READ_BLOCK dma;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
dma. numChannel = 1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_READ_DMA_BLOCKS_CAN, &dma);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else{
  if (dma.number_block > 0)
    printf("Received %u blocks from DMA\n", dma.number_block);
  else
    printf("No new data in DMA\n");
     }
```

9. Функции для передачи данных

В данном драйвере предусмотрено три режима передачи данных:
два для режима **Native**:
- синхронный режим передачи (вызов IOCTL_SEND_DATA_CAN);
- асинхронный режим передачи (вызов IOCTL_SEND_DATA_NOW_CAN);
- и передача в режиме **FIFO** с помощью вызовов: IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1_V2, IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN2_V2.

До вызова функции асинхронной отправки данных необходимо записать данные в желаемый буфер с помощью функции IOCTL_WRITE_DATA_TO_TR_BUF_CAN. Номера буферов в обеих функциях должны совпадать.

После вызова асинхронной отправки данных IOCTL_SEND_DATA_NOW_CAN необходимо дождаться отправки сообщения либо путём периодического опроса вызовом IOCTL_CHECK_TRANSMIT_CAN, либо путём синхронного вызова IOCTL_WAIT_TRANSMIT_CAN.

Исключение: в случае асинхронной передачи с одинаковыми приоритетами одновременно из трёх буферов необходимо использовать следующий алгоритм:
1. Загрузить данные в буфер 2 и отправить его на передачу.
2. Загрузить данные в буфер 1 и отправить его на передачу.
3. Загрузить данные в буфер 0 и отправить его на передачу.
4. Дождаться окончания передачи из буфера 2.
5. Дождаться окончания передачи из буфера 1.
6. Дождаться окончания передачи из буфера 0.
7. Перейти к шагу 1.

Пример реализации алгоритма – тест *nmcantesttrx*.

9.1 IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1_V2

Назначение:

Отправка данных в режиме FIFO для канала 1.

Действие:

Данные попадают в очередь на отправку.

Примечание:

-

Входные параметры:

param – указатель на структуру типа CAN_WRT_MSG_V2:

Поле структуры	Описание
unsigned char mRtrBit	наличие RTR бита
unsigned char mTypeFifo	тип FIFO (0 –FIFO, 1-HPFIFO)
unsigned char mIsExtMsg	признак расширенного сообщения
unsigned int mSID	Стандартный идентификатор (допустимые значения – 0…7FFH)
unsigned int mEID	Расширенный идентификатор (допустимые значения – 0…3FFFFH и специальное значение FFFFFFFFH, которое означает, что расширенный идентификатор не используется)
unsigned char mDataLength	фактический размер данных (0-8)
unsigned char mData	Данные пакета
unsigned char mMsgId	уникальный идентификатор сообщения

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    CAN_WRT_MSG_V2 sd;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sd. mRtrBit = 0;
sd. mTypeFifo = 0;
sd. mIsExtMsg = 1;
sd.mSID = 0x7FF;
sd.mEID = 0x3FFFF;
sd.mData[0] = 0xFF;
sd. mDataLength =1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1_V2, &sd);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u data buffer %u was filled with data\n", sd.nChannel, sd.nBufNumber);
```

9.2 IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN2_V2

Назначение:
Отправка данных в режиме FIFO для канала 2.

Действие:
Данные попадают в очередь на отправку.

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа CAN_WRT_MSG_V2:

Поле структуры	Описание
unsigned char mRtrBit	наличие RTR бита
unsigned char mTypeFifo	тип FIFO (0 –FIFO, 1-HPFIFO)
unsigned char mIsExtMsg	признак расширенного сообщения
unsigned int mSID	Стандартный идентификатор (допустимые значения – 0…7FFH)
unsigned int mEID	Расширенный идентификатор (допустимые значения – 0…3FFFFH и специальное значение FFFFFFFFH, которое означает, что расширенный идентификатор не используется)
unsigned char mDataLength	фактический размер данных (0-8)
unsigned char mData	Данные пакета
unsigned char mMsgId	уникальный идентификатор сообщения

Пример вызова:

```
int fd, ret;
CAN_WRT_MSG_V2 sd;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sd. mRtrBit = 0;
sd. mTypeFifo = 0;
sd. mIsExtMsg = 1;
sd.mSID = 0x7FF;
sd.mEID = 0x3FFFF;
sd.mData[0] = 0xFF;
sd. mDataLength =1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1_V2, &sd);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u data buffer %u was filled with data\n", sd.nChannel, sd.nBufNumber);
```

9.3 IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1

Назначение:
Отправка данных в режиме FIFO для канала 1.

Действие:
Данные попадают в очередь на отправку.

Примечание:
- Функция сохранена для совместимости с предыдущей версией. Для нового ПО используйте IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1_V2, где добавлен бит RTR.

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа CAN_WRT_MSG:

Поле структуры	Описание
unsigned char mTypeFifo	тип FIFO (0 –FIFO, 1-HPFIFO)
unsigned char mIsExtMsg	признак расширенного сообщения
unsigned int mSID	Стандартный идентификатор (допустимые значения – 0…7FFH)
unsigned int mEID	Расширенный идентификатор (допустимые значения – 0…3FFFFH и специальное значение FFFFFFFFH, которое означает, что расширенный идентификатор не используется)
unsigned char mDataLength	фактический размер данных (0-8)
unsigned char mData	Данные пакета
unsigned char mMsgId	уникальный идентификатор сообщения

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    CAN_WRT_MSG sd;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sd. mTypeFifo = 0;
sd. mIsExtMsg = 1;
sd.mSID = 0x7FF;
sd.mEID = 0x3FFFF;
sd.mData[0] = 0xFF;
sd. mDataLength =1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1, &sd);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u data buffer %u was filled with data\n", sd.nChannel, sd.nBufNumber);
```

9.4 IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN2

Назначение:
Отправка данных в режиме FIFO для канала 2.

Действие:
Данные попадают в очередь на отправку.

Примечание:
- Функция сохранена для совместимости с предыдущей версией. Для нового ПО используйте IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN2_V2, где добавлен бит RTR.

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа CAN_WRT_MSG:

Поле структуры	Описание
unsigned char mTypeFifo	тип FIFO (0 –FIFO, 1-HPFIFO)
unsigned char mIsExtMsg	признак расширенного сообщения
unsigned int mSID	Стандартный идентификатор (допустимые значения – 0…7FFH)
unsigned int mEID	Расширенный идентификатор (допустимые значения – 0…3FFFFH и специальное значение FFFFFFFFH, которое означает, что расширенный идентификатор не используется)
unsigned char mDataLength	фактический размер данных (0-8)
unsigned char mData	Данные пакета
unsigned char mMsgId	уникальный идентификатор сообщения

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    CAN_WRT_MSG sd;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sd. mTypeFifo = 0;
sd. mIsExtMsg = 1;
sd.mSID = 0x7FF;
sd.mEID = 0x3FFFF;
sd.mData[0] = 0xFF;
sd. mDataLength =1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1, &sd);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u data buffer %u was filled with data\n", sd.nChannel, sd.nBufNumber);
```

9.5 IOCTL_WRITE_DATA_TO_TR_BUF_CAN

Назначение:
Запись данных в буфер отправки.

Действие:
Данные из входных полей последовательно записываются в регистры **TXBn*CTRL**, **TXBn*SIDH**, **TXBn*SIDL**, **TXBn*EID8**, **TXBn*EID0**, **TXBn*DLC**, **TXBn*Dm** **.
Все функции работы с буферами контроллера CAN защищены общим семафором (индивидуальным для каждого канала и буфера) для возможности их корректного использования из параллельных процессов.

* n – номер буфера.
** См. раздел 6.7.1-6.7.7 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SEND_DATA:

Поле структуры	Описание
uint8_t **nChannel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **nBufNumber**	Номер буфера, в который будут записываться данные (допустимые значения – 0…2)
uint8_t **nPriority**	Приоритет буфера передачи (допустимые значения – 0…3; 0 – низший, 3 – наивысший)
uint32_t **SID**	Стандартный идентификатор (допустимые значения – 0…7FFH)
uint32_t **EID**	Расширенный идентификатор (допустимые значения – 0…3FFFFH и специальное значение FFFFFFFFH, которое означает, что расширенный идентификатор не используется)
uint8_t **nData[8]**	Буфер с данными
uint32_t **nSize**	Размер передаваемых данных

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SEND_DATA sd;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sd.nChannel = 1;
sd.nBufNumber = 0;
sd.nPriority = 0;
sd.SID = 0x7FF;
sd.EID = 0x3FFFF;
sd.nData[0] = 0xFF;
sd.nSize=Size;
ret = ioctl(fd, IOCTL_WRITE_DATA_TO_TR_BUF_CAN, &sd);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u data buffer %u was filled with data\n", sd.nChannel, sd.nBufNumber);
```

9.6 IOCTL_SEND_DATA_CAN

Назначение:
Синхронная отправка сообщения.

Действие:
Данные из входных полей последовательно записываются в регистры **TXBn*CTRL**, **TXBn*SIDH**, **TXBn*SIDL**, **TXBn*EID8**, **TXBn*EID0**, **TXBn*DLC**, **TXBn*Dm** **. После этого в бит TXREQ регистра **TXBn*CTRL**** будет записана единица и процесс перейдёт в состояние ожидания, из которого он будет выведен либо после прерывания, сигнализирующего об окончании отправки данных, либо по истечении максимального времени ожидания отправки. В последнем случае функция возвратит -1, в errno будет установлено значение ETIME, а в поле **txb_ctrl** будет записано значение регистра **TXBn*CTRL**.
Все функции работы с буферами контроллера CAN защищены общим семафором (индивидуальным для каждого канала и буфера) для возможности их корректного использования из параллельных процессов.

* n – номер буфера.
** См. раздел 6.7.1-6.7.7 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SEND_DATA:

Поле структуры	Описание
uint8_t **nChannel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **nBufNumber**	Номер буфера, в который будут записываться данные (допустимые значения – 0…2)
uint8_t **nPriority**	Приоритет буфера передачи (допустимые значения – 0…3; 0 – низший, 3 – наивысший)
TXBCTRL **txb_ctrl**	Значение регистра **TXBn*CTRL** в случае истечения времени ожидания отправки сообщения
uint32_t **timeout**	Максимальное время ожидания отправки сообщения, в миллисекундах
uint32_t **SID**	Стандартный идентификатор (допустимые значения – 0…7FFH)
uint32_t **EID**	Расширенный идентификатор (допустимые значения – 0…3FFFFH и специальное значение FFFFFFFFH, которое означает, что расширенный идентификатор не используется)
uint8_t **nData[8]**	Буфер с данными
uint32_t **nSize**	Размер передаваемых данных

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SEND_DATA sd;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sd.nChannel = 1;
sd.nBufNumber = 0;
sd.nPriority = 0;
    sd.timeout = 100;
```

```
sd.SID = 0x7FF;
sd.EID = 0x3FFFF;
sd.nData[0] = 0xFF;
sd.nSize=Size;
ret = ioctl(fd, IOCTL_SEND_DATA _CAN, &sd);
if (ret == -1)
{
printf("ioctl error: %d (%s); TXB%uCTRL=%02XH\n", errno, strerror(errno), sd.nBufNumber,
    sd.txb_ctrl);
}
else
printf("CAN%u data buffer %u was filled with data\n", sd.nChannel, sd.nBufNumber);
```

9.7 IOCTL_SEND_DATA_NOW_CAN

Назначение:
Запуск асинхронной передачи сообщения.

Действие:
Бит TXREQ регистра **TXBn*CTRL**** устанавливается в единицу.
Все функции работы с буферами контроллера CAN защищены общим семафором (индивидуальным для каждого канала и буфера) для возможности их корректного использования из параллельных процессов.

* n – номер буфера.
** См. раздел 6.7.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SEND_DATA_NOW:

Поле структуры	Описание
uint8_t **nChannel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **nBuf**	Номер буфера, который будет установлен на отправку (допустимые значения – 0…2)

Пример вызова:

```
int fd, ret;
    SEND_DATA_NOW sdn;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sdn.nChannel = 1;
sdn.nBuf = 0;
ret = ioctl(fd, IOCTL_SEND_DATA_NOW _CAN, &sdn);
if (ret == -1)
  printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u data buffer %u was requested to send\n", sdn.nChannel, sdn.nBuf);
```

9.8 IOCTL_CHECK_TRANSMIT_CAN

Назначение:
Проверка правильности отправки сообщения.

Действие:
Данная функция читает регистр **TXBn*CTRL**** в поле **txb_ctrl**. Если бит TXREQ окажется равен нулю, то функция возвращает 0. В противном случае функция возвратит значение -1, а в errno будет установлено значение EBUSY.

* n – номер буфера.
** См. Раздел 6.7.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SEND_DATA_NOW:

Поле структуры	Описание
uint8_t **nChannel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **nBuf**	Номер буфера, который будет проверен (допустимые значения – 0…2)
TXBCTRL **txb_ctrl**	Значение регистра **TXBn*CTRL**

Пример вызова:

```
int fd, ret;
SEND_DATA_NOW sdn;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sdn.nChannel = 1;
sdn.nBuf = 0;
ret = ioctl(fd, IOCTL_CHECK_TRANSMIT_CAN, &sdn);
if (ret == -1)
{
printf("ioctl error: %d (%s); TXB%uCTRL=%02XH\n", errno, strerror(errno), sdn.nBuf,
    sdn.txb_ctrl);
}
else
printf("CAN%u data buffer %u was sended\n", sdn.nChannel, sdn.nBuf);
```

9.9 IOCTL_WAIT_TRANSMIT_CAN

Назначение:
Ожидание отправки сообщения.

Действие:
Данная функция переводит процесс в состояние ожидания, из которого он будет выведен либо после прерывания, сигнализирующего об окончании отправки данных, либо по истечении максимального времени ожидания отправки. В последнем случае функция возвратит -1, в errno будет установлено значение ETIME, а в поле **txb_ctrl** будет записано значение регистра **TXBn*CTRL**.
Функция защищена общим с функциями работы с буферами контроллера CAN семафором (индивидуальным для каждого канала и буфера) для возможности их корректного использования из параллельных процессов.

* n – номер буфера.
** См. Раздел 6.7.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SEND_DATA_NOW:

Поле структуры	Описание
uint8_t **nChannel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **nBuf**	Номер буфера, чья отправка будет ожидаться (допустимые значения – 0…2)
TXBCTRL **txb_ctrl**	Значение регистра **TXBn*CTRL**
uint32_t **timeout**	Максимальное время ожидания отправки сообщения, в миллисекундах

Пример вызова:

```
int fd, ret;
SEND_DATA_NOW sdn;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sdn.nChannel = 1;
sdn.nBuf = 0;
sdn.timeout = 100;
ret = ioctl(fd, IOCTL_WAIT_TRANSMIT_CAN, &sdn);
if (ret == -1)
{
printf("ioctl error: %d (%s); TXB%uCTRL=%02XH\n", errno, strerror(errno), sdn.nBuf,
    sdn.txb_ctrl);
}
else
printf("CAN%u data buffer %u was sended\n", sdn.nChannel, sdn.nBuf);
```

9.10 IOCTL_END_TRANSMIT_CAN

Назначение:
Снятие запроса отправки сообщения.

Действие:
Данная функция записывать ноль в бит TXREQ регистра **TXBn*CTRL****.

* n – номер буфера.
** См. Раздел 6.7.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа SEND_DATA_NOW:

Поле структуры	Описание
uint8_t **nChannel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **nBuf**	Номер буфера, с которого будет снят запрос на отправку (допустимые значения – 0…2)

Пример вызова:

```
int fd, ret;
SEND_DATA_NOW sdn;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
sdn.nChannel = 1;
sdn.nBuf = 0;
ret = ioctl(fd, IOCTL_END_TRANSMIT_CAN, &sdn);
if (ret == -1)
printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
printf("CAN%u data buffer %u request to send was cleared\n", sdn.nChannel, sdn.nBuf);
```

9.11 IOCTL_ABAT_CAN

Назначение:
Остановка всех активных передач.

Действие:
Функция устанавливает бит ABAT регистра **CAN_CTRL*** (адрес Fh) в соответствии со значением поля **mode**.

* См. Раздел 6.3.1 документа "*Руководство по программированию модуля "xPCIe-CAN*".

Примечание:
-

Входные параметры:
param – указатель на структуру типа CONF_CAN:

Поле структуры	Описание
uint32_t **channel**	Номер канала (допустимые значения – 1…2)
uint8_t **mode**	0 – снятие запроса на остановку всех активных передач. Не 0 - запрос на остановку всех активных передач

Пример вызова:

```
int fd, ret;
CONF_CAN conf;
fd = open("/dev/can_dev_0", O_RDWR);
conf.channel = 1;
conf.mode = 1;
ret = ioctl(fd, IOCTL_ABAT_CAN, &conf);
if (ret == -1)
   printf("ioctl error: %d (%s)\n", errno, strerror(errno));
else
  printf("CAN%u ABAT was %s\n", conf.channel, (conf.mode != 0) ? "set" : "reset");
```

10. SocketCAN

Описание SocketCAN можно найти здесь:
https://www.kernel.org/doc/html/latest/networking/can.html

Допустимые параметры:

prop_seg = 1..8
phase_seg1 = 1..8
phase_seg2 = 2..8
brp = 1…64

Опорная частота для расчёта Bit-timing – 10МГц.

Обратите внимание, prop_seg не может быть равен нулю!

Подробнее об установке временных параметров см. «Руководство по программированию» главу 6.5 «Конфигурация скорости шины CAN».

Поддерживаются режимы: loopback, listen-only, one-shot, triple-sampling, berr-reporting.

10.1 Инициализация в режиме “Socket”

Наберите в командной строке:
«ip link set can0 up type can bitrate 1000000»
«ip link set can1 up type can bitrate 1000000»
И так далее, по числу каналов в системе.

Теперь, если запустить «ip link», включенные каналы появятся в списке.

```
4: can0: <NOARP,UP,LOWER_UP,ECHO> mtu 16 qdisc pfifo_fast state UP mode DEFAULT group default
qlen 10
    link/can
5: can1: <NOARP,UP,LOWER_UP,ECHO> mtu 16 qdisc pfifo_fast state UP mode DEFAULT group default
qlen 10
    link/can
```

Более подробную информацию о канале можно увидеть, выполнив команду «ip -details link show can0».

```
4: can0: <NOARP,UP,LOWER_UP,ECHO> mtu 16 qdisc pfifo_fast state UP mode DEFAULT group default
qlen 10
    link/can  promiscuity 0
    can state ERROR-ACTIVE (berr-counter tx 0 rx 0) restart-ms 0
          bitrate 1000000 sample-point 0.700
          tq 100 prop-seg 3 phase-seg1 3 phase-seg2 3 sjw 1
          nmcan: tseg1 2..16 tseg2 2..8 sjw 1..4 brp 1..64 brp-inc 1
          clock 10000000numtxqueues 1 numrxqueues 1 gso_max_size 65536 gso_max_segs 65535
```

Статистику работы канала можно увидеть, выполнив команду «ip -s link show can0».

```
4: can0: <NOARP,UP,LOWER_UP,ECHO> mtu 16 qdisc pfifo_fast state UP mode DEFAULT group default
qlen 10
    link/can
    RX: bytes  packets  errors  dropped overrun mcast
    59864      7483     0       0       0       0
    TX: bytes  packets  errors  dropped carrier collsns
    59864      7483     0       0       0       0
```

Отключить канал: «ip link set can0 down»

Скрипт «cannetinit1mbit.sh» в каталоге драйвера инициализирует can0 и can1 и устанавливает скорость передачи = 1Мбит/с. Скрипт «canstop.sh» останавливает интерфейсы can0 и can1.

10.2 Набор утилит CAN-Utils

Команда «candump can0» выводит в консоль все поступающие на can0 сообщения.

Команда «cansend can1 123#0102030405060708» отправляет сообщение с идентификатором 0x123 и 8 байт данных 0x01…0x08 через can1.

Набор команд «isotp*» позволяет реализовать автомобильный диагностический протокол ISO 15765-2:2016 Road vehicles -- Diagnostic communication over Controller Area Network (DoCAN).

Описание всех команд и параметров можно прочитать здесь:
https://github.com/linux-can/can-utils/blob/master/README.md

Установка:
«sudo apt-get install can-utils»

Для Astra Linux необходимо выполнить следующие действия.

Установить вспомогательные пакеты, если они отсутствуют в системе:

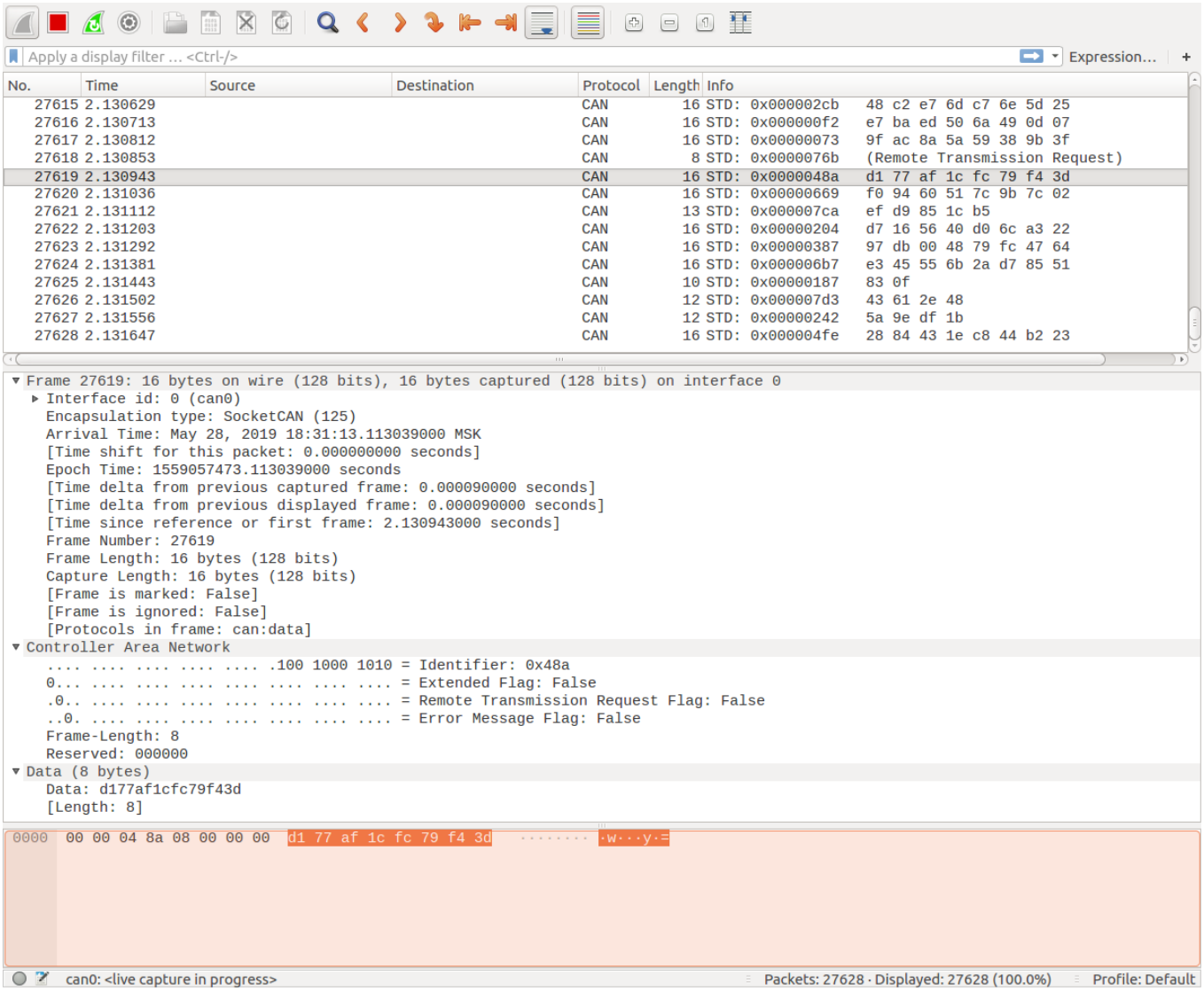
sudo apt-get install git
sudo apt-get install autotools-dev
sudo apt-get install automake

Установить сам пакет can-utils:

sudo git clone https://github.com/linux-can/can-utils.git
cd can-utils
sudo ./autogen.sh
sudo ./configure
sudo make
sudo make install

10.3 Программа Wireshark

Установка:
«sudo apt-get install wireshark»



Если Wireshark не видит устройства CAN, возможно у него нет прав захватывать пакеты при запуске от имени пользователя.

Чтобы разрешить захват пакетов необходимо выполнить:
«sudo dpkg-reconfigure wireshark-common»
Ответить "Yes"/"Да".
«sudo usermod -a -G wireshark $USER».

Выйти из системы и зайти снова (Log-out/Log-in). Или перезагрузить компьютер.

10.4 Библиотека CANopenNode для SocketCAN

https://github.com/CANopenNode/CANopenSocket

Библиотека CANopenNode – реализация протокола CANopen (международный стандарт EN 50325-4) (CiA301), высокоуровневого протокола на базе стандарта CAN для встраиваемых систем.

Установка:

git clone https://github.com/CANopenNode/CANopenSocket.git
cd CANopenSocket/
git submodule init
git submodule update

11. Обновление драйвера

Версия библиотеки	Дата	Изменение
5.0	12.09.2018	- Драйвер создан
6.0	24.05.2019	- Добавлен режим SocketCAN.
7.0	29.07.2020	- Добавлен режим FIFO.
7.1	07.10.2021	- Добавлена обработка бита RTR в функциях передачи.
7.3	04.07.2023	- Исходный драйвер разделён на 2: SocketCan драйвер и Native драйвер

12. Обновление руководства.

Версия документа	Дата	Изменение
5.0	12.09.2018	- Документ создан
6.0	28.05.2019	- Добавлено описание режима SocketCAN.
7.0	29.07.2020	- Добавлено описание функций для режима FIFO.
7.1	21.07.2021	- Добавлена обработка бита RTR в функциях передачи.
7.2	08.12.2021	- Исправлены ссылки на функции IOCTL_WRITE_DATA_TO_FIFO_CAN1/2_V2.
7.3	04.07.2023	- Правки описания в части SocketCAN.