

Yacht Devices

Руководство пользователя

USB-шлюз NMEA 2000 YDNU-02

также охватывает модели

YDNU-02RM, YDNU-02RF, YDNU-02NM, YDNU-02NF

Версия прошивки

1.25

2019

© 2019 Yacht Devices Ltd. Документ YDNU02-008. 14 февраля 2019 г. Веб-сайт: <http://www.yachtd.ru/>

NMEA 2000® является зарегистрированным товарным знаком Национальной ассоциации морской электроники. SeaTalk NG является зарегистрированным товарным знаком компании Raymarine UK Limited. Garmin® является зарегистрированным товарным знаком компании Garmin Ltd. ActiSense® является зарегистрированным товарным знаком компании Active Research Ltd.

Содержание

Введение	4
Гарантия и техническая поддержка	6
I. Технические характеристики	7
II. Установка устройства и подключение к сети NMEA2000	9
III. Установка драйверов USB и подключение к ПК	12
IV. Светодиодные сигналы	20
V. Настройка режимов работы устройства	• 22
VI. Доступ к сервисному меню через терминал	• 24
VII. Команды сервисного меню и настройки устройства	27
VIII. Запись диагностических данных	• 36
IX. Обновление микропрограммы	38
X. Рекомендации по программированию	40
XI. Управление автопилотом и настройки	42
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Устранение неисправностей	45
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Разъемы устройства	46
ПРИЛОЖЕНИЕ С. Сообщения NMEA2000, поддерживаемые устройством	47
ПРИЛОЖЕНИЕ D. Преобразования между NMEA2000 и NMEA 0183	48
ПРИЛОЖЕНИЕ E. Формат сообщений в режиме RAW	56
ПРИЛОЖЕНИЕ F. Формат сообщений в режиме N2K	58

Содержимое пакета

Устройство	1 шт.
Настоящее руководство	1 шт.
USB-кабель	не входит в комплект
Отводной кабель NMEA 2000	не входит в комплект

Примечание: Устройство можно подключить к магистрали сети напрямую, без отводного кабеля NMEA 2000.

Введение

Шлюз NMEA 2000 USB (далее «Шлюз» или «Устройство») позволяет просматривать данные с морской цифровой сети NMEA 2000 на ПК, ноутбуке или планшетном ПК под управлением операционных систем Microsoft Windows, Mac OS или Linux. С его помощью вы получаете данные морской сети, включая курс судна, скорость, положение, скорость и направление ветра, глубину воды, сообщения AIS от судов и самолетов, а также другие навигационные данные в приложениях для ПК, таких как OpenCPN, Expedition, Coastal Explorer, Polar View, OpenSkipper и т. д.

Приложения NMEA 0183 могут использовать команды \$PCDIN и \$MXPGN для передачи необработанных сообщений NMEA 2000 в сеть NMEA 2000 и из нее. Это позволяет получать расширенные данные о двигателе, данные с баков и аккумуляторов, а также обеспечивает управление цифровым коммутационным оборудованием NMEA 2000.

Устройство можно настроить на работу в одном из следующих режимов:

- **0183.** В этом режиме устройство осуществляет преобразование данных из NMEA 2000 (двоичный протокол) в NMEA 0183 (текстовый протокол) и наоборот. NMEA 0183 — это очень старый и широко распространенный протокол, поддерживаемый практически всеми морскими приложениями для ПК. Преобразование из NMEA 2000 охватывает все важные данные, включая AIS (подробности см. в Приложении C).
- **RAW.** Устройство отправляет все сообщения из NMEA 2000 на ПК и наоборот в читаемом текстовом формате, аналогичном формату журналов NMEA 2000, используемых в картплоттерах (см. примеры в Приложении E). Этот формат может быть полезен для диагностики сети или для создания собственных приложений, поддерживаемых в программах Expedition 10 и CAN Log Viewer.
- **N2K.** Устройство передает все сообщения из NMEA 2000 на ПК и обратно в двоичном формате и совместимо с программами Coastal Explorer, Polar View, OpenSkipper и некоторыми другими программами для морского судоходства. Протокол очень похож на последовательный протокол Garmin и частично совместим с протоколом ActiSense NGT (подробности см. в Приложении F).
- **AUTO.** В этом режиме устройство анализирует соединение с приложением на ПК и автоматически выбирает один из трех вышеуказанных режимов для сеанса. Устройства с заводскими настройками используют этот режим, и мы рекомендуем сохранить эту настройку.

Устройство подключается к ПК с помощью USB-кабеля и совместимо со стандартом USB 1.1 и более поздними версиями. На программном уровне

устройство представляет собой виртуальный COM-порт (класс USB-устройств 2, подкласс 2). В Mac OS X, Linux и Windows 10 для таких устройств не требуется специальный драйвер; операционная система автоматически использует системный драйвер. В более старых версиях Microsoft Windows необходимо установить драйвер.

Устройство не требует установки какого-либо специального программного обеспечения. Вы можете выбрать предпочтительный режим работы или запустить запись диагностических данных с помощью командной строки операционной системы. Для обновления прошивки достаточно отправить файл обновления на порт устройства с помощью команды «сору» (MS-DOS и Microsoft Windows) или «ср» (Linux и Mac OS X). С помощью любой терминальной программы можно получить доступ к сервисному меню, где можно настроить фильтры для входящих и исходящих сообщений, а также отрегулировать некоторые другие параметры.

Шлюз:

- может использоваться в любой операционной системе;
- не требует специального драйвера;
- все протоколы открыты и описаны в данном руководстве;
- в режимах N2K и RAW устройство может передавать любые сообщения (включая проприетарные) между NMEA 2000 и приложением на ПК;
- в режиме 0183 обеспечивает совместимость с очень старыми морскими приложениями;
- имеет специальные настройки для управления автопилотами Raymarine SeaTalk NG по протоколу NMEA 0183;
- поддерживает обновления прошивки и запись диагностических данных;
- обеспечивает высоковольтную гальваническую развязку между интерфейсами NMEA 2000 и USB;
- использует водонепроницаемый USB-разъем класса IP67 (не во всех моделях) для использования вне помещений.

Мы надеемся, что это лучший шлюз, который вы когда-либо пробовали. Спасибо за покупку нашего продукта и счастливых путешествий!

Гарантия и техническая поддержка

1. Гарантия на Устройство действует в течение двух лет с даты покупки. Если Устройство было приобретено в розничном магазине, при подаче заявления о гарантийном обслуживании может потребоваться предъявить чек.
2. Гарантия на Устройство аннулируется в случае нарушения инструкций, приведенных в данном Руководстве, повреждения корпуса, а также ремонта или модификации Устройства без письменного разрешения производителя.
3. Если заявка на гарантийное обслуживание принята, неисправное Устройство необходимо отправить производителю.
4. Гарантийные обязательства включают ремонт и/или замену товара и не включают расходы на установку и настройку оборудования, а также на отправку неисправного Устройства производителю.
5. Ответственность производителя в случае любого ущерба, возникшего в результате эксплуатации или установки Устройства, ограничивается стоимостью Устройства.
6. Производитель не несет ответственности за ошибки и неточности в руководствах и инструкциях других компаний.
7. Устройство не требует технического обслуживания. Корпус устройства неразборный.
8. В случае неисправности, прежде чем обращаться в службу технической поддержки, ознакомьтесь с Приложением А.
9. Производитель принимает заявки по гарантии и оказывает техническую поддержку только по электронной почте или через официальных дилеров.
10. Контактные данные производителя и список официальных дилеров опубликованы на сайте: <http://www.yachtd.ru/>.

I. Технические характеристики

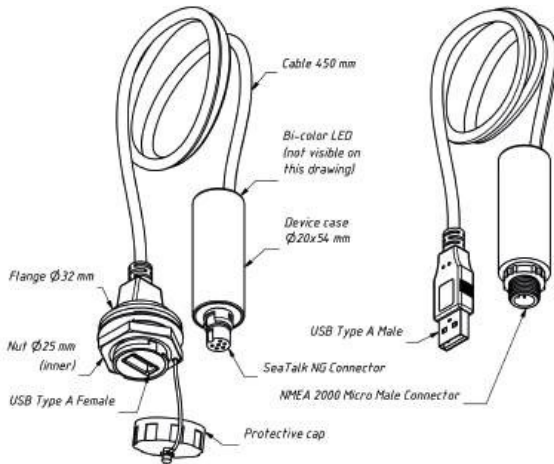


Рис. 1. Чертеж моделей шлюза YDNU-02RF и YDNU-02NM

Наши устройства поставляются с разъемами NMEA 2000 различных типов. Модели, в названии которых в суффиксе присутствует буква R, оснащены разъемами NMEA 2000, совместимыми с Raymarine SeaTalk NG. Модели, в названии которых в суффиксе присутствует буква N, оснащены разъемами NMEA 2000 Micro Male. См. чертежи разъемов в Приложении В.



Шлюзы оснащены высококачественными разъемами USB типа A с позолоченными контактами. Модели, в названии которых в суффиксе присутствует буква M, оснащены штекерным разъемом и должны использоваться в сухом месте внутри салона. Эти модели предназначены для прямого подключения к USB-порту ПК (не являются водонепроницаемыми). Модели с буквой F в суффиксе оснащены гнездовым разъемом с защитной крышкой и

байонетным фиксатором 1/2. Это обеспечивает водонепроницаемое соединение по стандарту IP67 (см. главу II).

Параметры устройства	Значение	Единица
Средний ток, потребляемый от USB (см. примечание 1)	35	мА
Поддерживаемые спецификации интерфейса USB	1.1, 2.0, 3.0	—
VID / PID USB-устройства	0483 / A217	шестнадцатеричный
Степень водонепроницаемости USB-соединения (см. примечание 2)	IP67	—
Напряжение питания от сети NMEA 2000	7..16	В
Потребляемый ток от сети NMEA 2000	13	мА
Коэффициент эквивалентности нагрузки	1	LEN
Гальваническая развязка между NMEA 2000 и USB	2500	Vrms
Длина кабеля (между корпусом и разъемом)	450	мм
Длина корпуса устройства	54	мм
Вес (модели RM, NM / RF, NF)	37/51	г
Диапазон рабочих температур	—20..+55	°C

Примечание 1: Устройство питается от порта USB; питание от сети NMEA 2000 используется только для изолированной части сетевого трансивера.

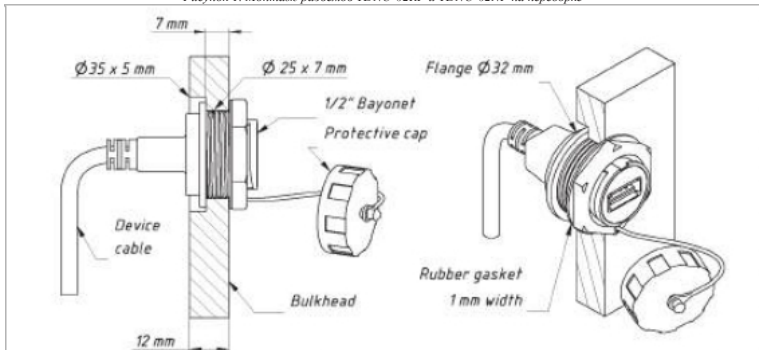
Примечание 2: Для моделей YDNU-02RF и YDNU-02NF используйте кабели YU-USB (не входят в комплект поставки устройства, см. главу II).

II. Установка устройства и подключение к сети NMEA 2000

Устройство не требует технического обслуживания. При выборе места установки устройства выбирайте сухое место. Избегайте мест, где устройство может оказаться под водой, так как это может привести к его повреждению.

Разъем USB моделей YDNU-02RF и YDNU-02NF можно устанавливать снаружи. В этом случае использование кабелей YU-USB2-CPI-01-100 или YU-USB3-CPI-01-100 обеспечивает водонепроницаемое соединение класса IP67. Разъем оснащен защитным колпачком, который используется, когда кабель не подключен (разъем также совместим с обычными кабелями USB типа A). Вы можете заказать эти кабели на нашем сайте.

Рисунок 1. Монтаж разъемов YDNU-02RF и YDNU-02NF на переборке



При монтаже на переборке толщиной до 7 мм для установки разъема требуется отверстие диаметром всего 25 мм. В случае более толстых переборок требуется паз диаметром не менее 33 мм. Паз (и отверстие) можно проделать с помощью недорогого сверла по дереву, доступного во всем мире (см. рисунок 2).

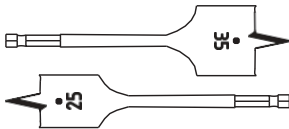


Рисунок 2. Недорогое сверло по дереву

Внутри помещения необходимо использовать USB-разъемы YDNU-02RM и YDNU-02NM. Эти модели оснащены разъемami USB Type A Male и предназначены для прямого подключения к USB-порту ПК (не водонепроницаемые).

Устройство подключается непосредственно к магистрали сети NMEA 2000 без использования отводного кабеля. Перед подключением устройства отключите питание шины. Если у вас возникнут вопросы по использованию разъемов, обратитесь к документации производителя:

- Справочное руководство SeaTalk NG (81300-1) для сетей Raymarine
- Техническое руководство по продуктам Garmin NMEA 2000 (190-00891-00) для сетей Garmin

После подключения устройства закройте фиксатор соединения, чтобы обеспечить его водонепроницаемость и надежную фиксацию.

Устройство питается от USB, питание от сети NMEA 2000 используется только для изолированной части сетевого приемопередатчика. Если у вас нет ноутбука или ПК, для тестирования устройство можно запитать от любого USB-адаптера питания (не входит в комплект поставки устройства).

После подключения USB-кабеля светодиод устройства мигнет один раз в течение половины секунды (подробности см. в главе IV), и устройство должно появиться в списке устройств NMEA 2000 (SeaTalk NG, SimNet, Furuno CAN) или в общем списке внешних устройств на картплоттере (см. рис. 1 в главе IX). Обычно доступ к этому списку осуществляется через меню «Диагностика», «Внешние интерфейсы» или «Внешние устройства» на картплоттере.



Устройство позволяет отправлять сообщения из приложений ПК в сеть NMEA 2000. Неправильное использование продукта или ошибки в программном обеспечении ПК могут привести к перегрузке морской сети или отправке некорректных сообщений в сеть, что может вызвать сбой в работе критически важных систем судна. Перед морскими испытаниями необходимо убедиться в правильной работе вашего программного обеспечения.

Если вы не планируете управлять судовыми системами из приложений на ПК, рекомендуется заблокировать все исходящие сообщения приложений на ПК с помощью команды YDNU SILENT ON (подробности см. в главе V).

III. Установка драйверов USB и подключение к ПК

Устройство подключается к USB-порту ПК и совместимо с протоколом USB 1.1 (1998) и более поздними версиями. Таким образом, оно совместимо со всеми современными ноутбуками и ПК. Устройство питается от USB-порта, и после подключения вы увидите светодиодные сигналы (в противном случае это означает, что кабель или USB-порт повреждены).

На программном уровне устройство представляет собой последовательный порт (виртуальный COM-порт; USB-устройство класса 2, подкласса 2). Такие устройства не требуют специального драйвера в Windows 10, Mac OS X и Linux; эти операционные системы автоматически используют системный драйвер. В более старых версиях Microsoft Windows необходимо установить драйвер (только файл .INF, без кода), который свяжет стандартный драйвер USBSER.SYS с устройством.



Последовательные порты не предназначены для одновременного использования в нескольких приложениях. Если вам не удастся открыть порт устройства в приложении, это может означать, что он уже открыт в другом приложении. Это ограничение можно обойти с помощью стороннего программного обеспечения.



В Microsoft Windows для устройства необходимо установить номер COM-порта ниже 10 (COM1..COM9). В противном случае некоторые приложения не смогут открыть порт, и вы не сможете управлять устройством из командной строки (см. главу V). Номер COM-порта может меняться каждый раз, когда вы подключаете USB-устройство к новому USB-порту. Когда USB-устройство подключается к тому USB-порту, где оно использовалось ранее, операционная система пытается присвоить тот же номер COM-порта.

Подключите устройство к USB-порту компьютера и подождите, пока операционная система компьютера найдет и установит драйвер. В следующих разделах приведены важные сведения об установке драйвера и настройке устройства в: Microsoft Windows 10, предыдущих версиях Microsoft Windows (Windows 7, Windows 8 и Vista), Mac OS X и Linux (Ubuntu).

Внимательно прочтите раздел, посвященный вашей операционной системе.

1. Microsoft Windows 10

Откройте «Диспетчер устройств» в апплете «Управление компьютером» панели управления и разверните раздел «Порты (COM и LPT)», как показано на рисунке ниже.

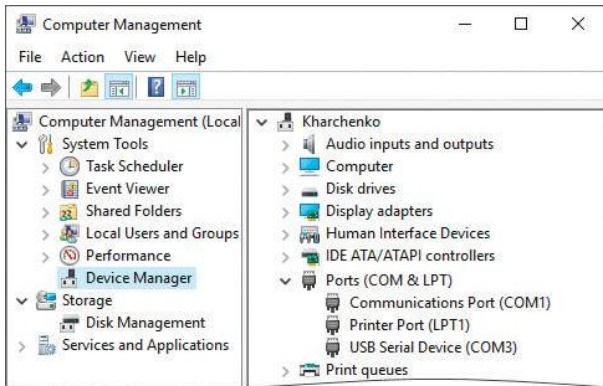


Рисунок 1. Windows 10 с подключенным устройством

Вы увидите одно или несколько USB-устройств последовательного интерфейса. Вы можете отключить USB-кабель, чтобы определить, какое из них является шлюзом NMEA 2000 USB.

Запомните номер порта, который был автоматически назначен устройству. Если номер порта превышает COM9, необходимо изменить его на COM1–COM9. Откройте свойства устройства, перейдите на вкладку «Настройки порта» и нажмите кнопку «Дополнительно...». Выберите другой номер порта в левом нижнем углу (см. рис. 2). Обычно можно игнорировать пометку «используется» рядом с номером порта, она означает, что ранее этот порт был назначен какому-то другому устройству; на некоторых компьютерах десятки портов имеют пометку «используется», хотя на самом деле к ним не подключено ни одного устройства.

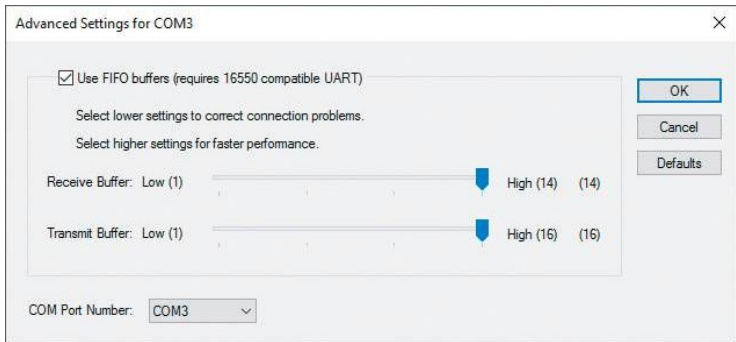


Рисунок 2. Расширенные настройки COM-порта

Скорость порта и связанные с ней параметры не оказывают практического влияния на последовательные устройства USB, поэтому для этих параметров можно оставить значения по умолчанию.

После изменения номера COM-порта необходимо извлечь устройство из USB-порта и вставить его обратно. До этого приложения могут не смочь открыть порт устройства.

2. Другие версии Microsoft Windows

Откройте «Диспетчер устройств» в апплете «Управление компьютером» панели управления. Если после подключения устройство отображается в разделе «Другие устройства» с желтым значком уведомления, необходимо установить драйвер. Требуется только файл .INF (установка кода не требуется), который свяжет устройство со стандартным драйвером USBSER.SYS Microsoft Windows.

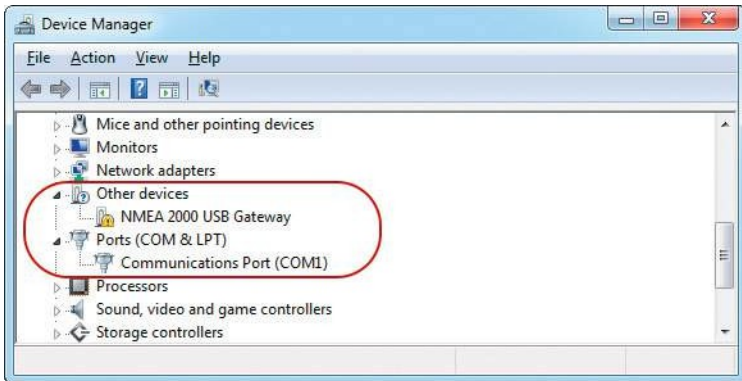


Рисунок 3. Windows 7 требует установки драйвера

Существует два способа получить драйвер для устройства:

- Вы можете скачать драйвер с нашего веб-сайта: <http://www.yachtd.com/downloads/USBDRV.zip>
- или вы можете скачать драйвер виртуального COM-порта с веб-сайта STMicroelectronics <http://www.st.com> (введите «STM32 Virtual COM Port Driver» в поле поиска на сайте).

Распакуйте файлы из ZIP-архива в папку на диске.

Выберите «NMEA 2000 USB Gateway» и откройте меню «Действие \ Обновить драйвер...». В открывшемся окне выберите «Обзор компьютера для поиска программного обеспечения драйвера» и «Выбрать из списка драйверов устройств на моем компьютере» в открывшемся окне. Затем выберите «Порты (COM и LPT)» в качестве типа устройства (см. рис. 4).

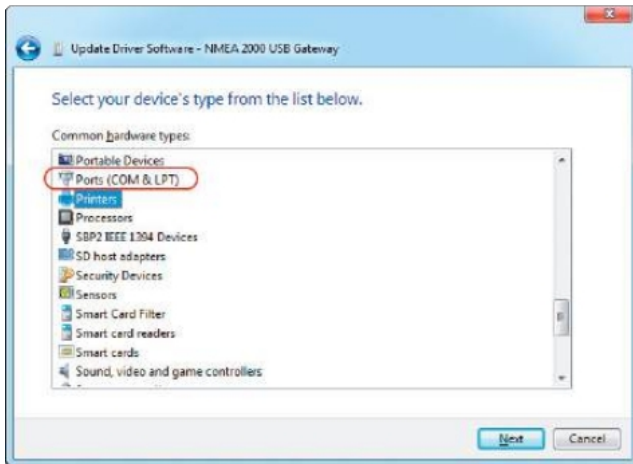


Рисунок 4. Необходимо выбрать «Порты (COM и LPT)»

После выбора типа устройства необходимо выбрать «STMicroelectronics» в качестве производителя (производителя основного чипа устройства) и «STMicroelectronics Virtual COM Port», как показано на рисунке 5.

Если в списке нет «STMicroelectronics Virtual COM Port», нажмите кнопку «Имеется диск...» и укажите папку с ранее извлеченными драйверами (необходимо перейти в подпапку

, соответствующую вашей операционной системе, с файлом STMDCD.INF).

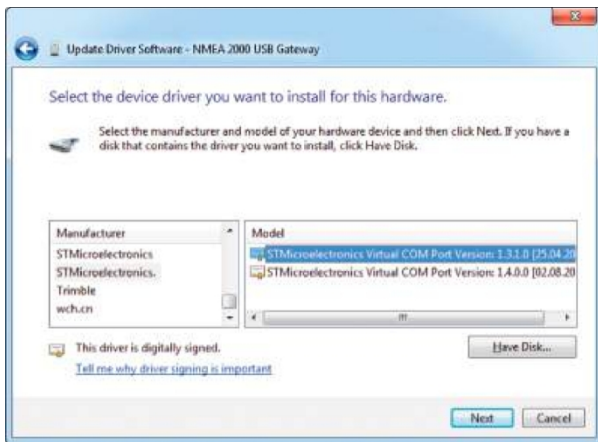


Рисунок 5. Выбор драйвера

По завершении установки проверьте назначенный номер COM-порта. Если номер порта превышает COM9, его необходимо изменить (см. раздел «Microsoft Windows 10» в этой главе).

3. Mac OS X

После подключения устройства щелкните значок Apple и выберите пункт меню «Об этом Mac». В открывшемся окне нажмите

кнопки «Дополнительная информация...» и «Отчет о системе...» в открывшемся окне. Найдите «NMEA 2000 USB Gateway» в подразделе USB раздела «Оборудование», как показано на рисунке 6.

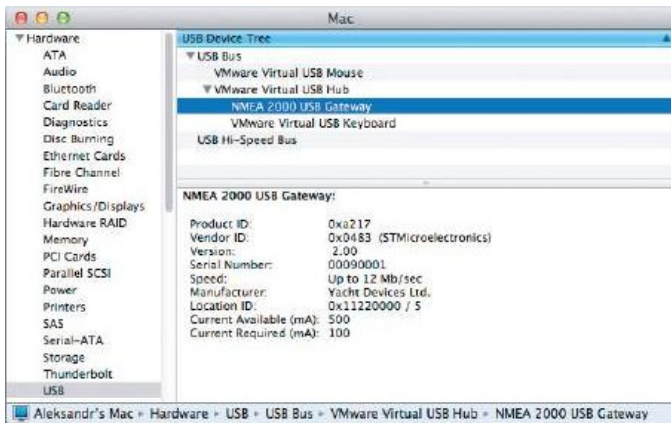


Рисунок 6. Отчет о системе в Mac OS X

Серийный номер этого шлюза — 00090001, а порт устройства, который следует использовать в приложениях:

```
/dev/cu.usbmodem00090001
```

Чтобы проверить название порта, введите в терминале следующую команду:

```
ls /dev/cu.usbm*
```

Для устройства с серийным номером 00090001 вывод команды будет следующим:

```
/dev/cu.usbmodem00090001
```

4. Linux (Ubuntu)

Устройство работает с системным драйвером CDC ACM. После подключения устройства введите в терминале следующую команду:

```
dmesg
```

В конце вывода содержатся свойства устройства и имя порта:

```
[98.454005] usb 2-2.1: Продукт: NMEA 2000 USB Gateway [98.454009] usb 2-2.1: Производитель: Yacht Devices Ltd. [98.454013] usb 2-2.1: SerialNumber: 00090001 [98.461125] cdc_acm 2-2.1:1.0: ttyACM1: USB ACM device
```

Имя порта для использования в приложениях — `/dev/ttyACM1` (отображается в последней строке вывода). Чтобы проверить имя порта, введите в терминале следующую команду:

```
ls /dev/ttyA*
```

Обратите внимание, что после подключения менеджер модема может заблокировать устройство на одну минуту, и в это время устройство будет недоступно для использования в других приложениях. В этом случае вы можете настроить менеджер модема так, чтобы он игнорировал устройство, указав USB-идентификаторы продукта (VID и PID):

```
echo ATTRS{idVendor}==\«0483\» ATTRS{idProduct}==\«a217\», ENV{ID_MM_DEVICE_IGNORE}=\«1\» > /etc/udev/rules.d/9dnu.rules  
sudo udevadm control -reload
```

IV. Сигналы светодиодов

Устройство оснащено двухцветным светодиодом, который отображает его состояние. Обратите внимание: последовательные устройства предназначены для одновременного использования только одним приложением, и когда устройство используется в одном приложении, его нельзя использовать в другом приложении, отправлять команды с консоли (это описано в следующей главе) или обновлять прошивку.

Сигналы светодиода во время обновления прошивки описаны в главе IX.

Таблица 1. Сигналы во время нормальной работы

Светодиодный индикатор	Состояние устройства
Один сигнал продолжительностью 0,5 секунды при подключении USB-кабеля	Устройство находится под напряжением. КРАСНЫЙ сигнал указывает, что активен «бесшумный режим» и устройство может отправлять данные только на ПК, ЗЕЛЕНый — что устройство находится в нормальном режиме и может отправлять данные в обоих направлениях (см. главу V).
Два сигнала продолжительностью 0,5 секунды в течение 3 секунд	Устройство подключено к ПК, порт не открыт приложением. Первый сигнал ЗЕЛЕНый, если в течение этого периода были получены данные от NMEA 2000, в противном случае — КРАСНЫЙ. Второй сигнал ЗЕЛЕНый, если по USB не передавались и не принимались данные, в противном случае — КРАСНЫЙ.
Четыре очень быстрых сигнала с периодом 1,5 секунды	Порт открыт приложением. Первый сигнал ЗЕЛЕНый, если в течение периода были получены данные от NMEA 2000 (в противном случае — КРАСНЫЙ). Второй сигнал ЗЕЛЕНый, если в течение периода устройство не передавало ничего в NMEA 2000. Третий сигнал ЗЕЛЕНый, если в течение периода данные были переданы на ПК. Четвертый сигнал ЗЕЛЕНый, если в течение периода данные с ПК не поступали.
Постоянный ЗЕЛЕНый сигнал	Устройство не может отправлять данные в приложение более 3 секунд (приложение зависло), но порт по-прежнему открыт приложением. Соединение с приложением на ПК определяется состоянием сигнала DTR.
Односекундный ЗЕЛЕНый сигнал	Команда режима работы получена и принята (подробности см. в следующей главе).

Сигнал светодиода	Состояние устройства
Три красных сигнала в секунду в течение 10 секунд	Устройство получает питание, но не подключено к компьютеру. Возможно, не установлены драйверы, поврежден кабель, устройство отключено («извлечено») в настройках компьютера или подключено к USB-адаптеру питания либо с помощью USB-кабелем «только для питания».
Трехсекундный ЗЕЛЕНый сигнал	Включена запись диагностических данных.
Трехсекундный КРАСНый сигнал	Запись диагностических данных выключена (буфер EEPROM заполнен или включен сервисный режим).

V. Настройка режимов работы устройства

В данном разделе описано, как переключить протокол вывода (режим работы) устройства, а также как переключить его из двунаправленного режима (заводская настройка, обычный режим) в режим «только чтения» (бесшумный режим).

Устройство поддерживает четыре режима работы: 0183, RAW, N2K и AUTO (см. Введение). Режим работы по умолчанию — AUTO, и мы рекомендуем сохранить эту настройку. Технические аспекты работы режима AUTO описаны в главе X.



Последовательные порты не предназначены для одновременного использования в нескольких приложениях. Если вам не удастся открыть порт устройства в приложении, это может означать, что он уже открыт в другом приложении. Это ограничение можно обойти с помощью стороннего программного обеспечения.

Изменение режима работы может потребоваться опытным пользователям, например, для просмотра сетевых сообщений в формате RAW с помощью терминального приложения.

Для переключения режима необходимо отправить на последовательный порт устройства специальную команду «YDNU MODE» с указанием названия требуемого режима. Это можно сделать с помощью встроенной команды «echo» в командной строке (оболочке) в Microsoft Windows, Mac OS или Linux.



В Microsoft Windows для устройства необходимо установить номер COM-порта ниже 10 (COM1 – COM9) (см. III.1). В противном случае управление устройством из командной строки будет невозможно. Номер COM-порта может меняться при каждом подключении USB-устройства к новому USB-порту.

Например, чтобы переключить режим работы на 0183, выполните следующую команду (все символы команды Device должны быть заглавными) в командной строке (оболочке, командной строке) операционной системы:



```
echo YDNU MODE 0183 > COM3
```



```
echo YDNU MODE 0183 > /dev/cu.usbmodem00090001 stty -F
```



```
/dev/ttyACM1 hupcl  
echo YDNU MODE 0183 > /dev/ttyACM1
```

Где:

- echo — встроенная команда операционной системы;
- **YDNU MODE 0183** — это специальная команда, отправляемая на устройство (включение режима 0183);
- **>** (символ «больше») — оператор, перенаправляющий вывод команды.

Мы использовали те же имена портов (указанные после знака перенаправления вывода >), что и в примерах главы III. Выполнение команды будет подтверждено односекундным зеленым сигналом светодиода, а заданное значение будет сохранено в EEPROM.

Специальная команда YDNU SILENT ON фактически не изменяет режим работы, но запрещает отправку всех исходящих сообщений из приложений ПК в сеть NMEA 2000, делая устройство «только для чтения». Для простоты мы будем называть это «тихим режимом».



```
echo YDNU SILENT ON > COM3
```



```
echo YDNU SILENT ON > /dev/cu.usbmodem00090001 stty -F
```



```
/dev/ttyACM1 hupcl  
echo YDNU SILENT ON > /dev/ttyACM1
```

Этот параметр рекомендуется выбрать, если вы не планируете управлять судовыми системами с помощью приложений на ПК. Он защищает сеть NMEA 2000 от перегрузки, вызванной неправильно настроенным приложением на ПК. При включенном «тихом режиме» светодиод при включении устройства горит красным цветом, в противном случае — зеленым (см. главу IV).

Команда YDNU SILENT OFF возвращает устройство в обычный двунаправленный режим. Обе команды (включение и выключение) подтверждаются односекундным зеленым сигналом светодиода, а настройка сохраняется в EEPROM.

VI. Доступ к сервисному меню через терминал

Меню «Сервис» позволяет изменять настройки устройства и просматривать диагностические данные. Обратите внимание: мы рекомендуем использовать настройки приложения для фильтрации сообщений NMEA вместо настроек устройства, поскольку настройки устройства действуют глобально, и со временем вы можете обнаружить, что некоторые функции не работают в других приложениях.

Для начала необходимо перевести устройство в сервисный режим с помощью команды `YDNU MODE SERVICE` из командной строки операционной системы (оболочки). Например (см. объяснение синтаксиса команды в предыдущей главе):

```
echo YDNU MODE SERVICE > COM3
```



```
echo YDNU MODE SERVICE > /dev/cu.usbmodem00090001 stty -F
```



```
/dev/ttyACM1 hupcl
```



```
echo YDNU MODE SERVICE > /dev/ttyACM1
```

Команда будет подтверждена сигналом светодиода устройства. Обратите внимание, что сервисный режим будет активен до тех пор, пока вы не выберете рабочий режим или не выключите устройство.

Для доступа к сервисному меню вам понадобится терминальная программа. В отличие от Mac OS X и Linux, Microsoft Windows не содержит терминальной программы (начиная с Windows Vista). Мы рекомендуем бесплатную программу Putty, доступную для Microsoft Windows и Linux. Вы можете скачать ее здесь: <http://www.putty.org/>

Когда устройство находится в режиме обслуживания, введите следующую команду в командной строке или оболочке, чтобы перейти в меню обслуживания:



```
putty.exe -serial COM3
```



```
screen -a /dev/cu.usbmodem00090001 screen -a
```



```
/dev/ttyACM1
```

```
stty -F /dev/ttyACM1 hupcl
```


Если вы используете Putty, вы также можете запустить его без параметров, установить переключатель «Serial» и ввести имя порта в поле «Serial line», как показано на рисунке 1. Остальные настройки оставьте без изменений.

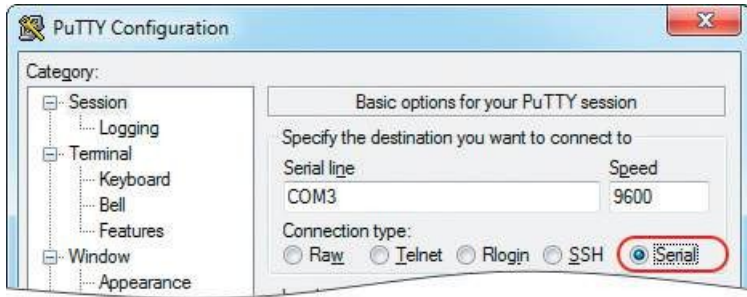


Рисунок 1. Программа Putty готова к подключению к последовательному порту COM3

После подключения вы увидите экран приветствия сервисного меню устройства (см. рисунок 2 на следующей странице).

Если экран приветствия не появился, убедитесь, что устройство переведено в сервисный режим и для подключения используется правильное имя последовательного порта.

```
gorlach — screen — 80x24

*****
*                Yacht Devices NMEA 2000 USB Gateway                *
*                S E R V I C E   M E N U                            *
*****
*  Firmware version : 0.92 17/04/2017          NMEA 2000 silent : OFF  *
*  Serial number    : 00090001                Previous mode   : AUTO  *
*****

Commands (any register is allowed):

mode [newmodel] - Switch from service menu to the specified mode.
filter [name]   - Activates specified filter. Type HELP FILTER for details.
print [name]    - Print active filter or specified filter records.
add [...]      - Add records to active filter selected by FILTER command.
remove [...]    - Remove records from active filter (ALL to remove all).
type [newtype] - Switch filter's type to specified (WHITE or BLACK).
reset [what]    - Allows reset: MCU, SETTINGS, FILTERS, HARDWARE.
set [...]       - Set values for Device settings. Type HELP SET for details.
diag [what]     - Diagnostics records (ALL, USB_RX, N2K_TX...), Esc to break.
help [command] - Display help on command or this screen. Example: HELP MODE

Active filter : <not selected>

?>
```

Рисунок 2. Экран приветствия сервисного меню

VII. Команды сервисного меню и настройки устройства

Меню «Сервис» похоже на командную строку Windows, MS-DOS, Mac OS X или оболочку Linux. Вам нужно вводить команды (допускается использование любого регистра), а в случае ошибки последний символ можно удалить с помощью клавиши Backspace.

Экран приветствия (см. рисунок 2 в предыдущей главе) отображается один раз после подключения из терминального приложения. Чтобы снова отобразить экран приветствия, введите команду HELP и нажмите клавишу Enter. Чтобы получить справку по команде, введите HELP и название команды, по которой требуется справка. Например, введите HELP MODE и нажмите Enter, чтобы получить справку по команде MODE.

1. Команда MODE и «выход» из сервисного режима

Команда MODE изменяет режим работы устройства. Доступны четыре режима: 0183, N2K, RAW и AUTO (подробности см. в главе «Введение»).

Чтобы «выйти» из сервисного режима, необходимо активировать какой-либо другой режим работы с помощью команды MODE. Например, после ввода команды MODE 0183 в окне терминала появятся сообщения NMEA 0183:

```
?>MODE 0183
```

ПРИМЕЧАНИЕ: Режим «Auto» (рекомендуется) выключен, так как вы вручную переключились в другой режим. При переключении в режим «0183» нажмите Esc, чтобы вернуться обратно. . .

```
$--GGA,173412.00,4146.5882,N,07029.6988,W,2,13,0.80,0.00,M,0.00,M,0.00,0000*7F
```

```
$--GLL,4146.5894,N,07029.6952,W,173412.02,A*02
```

```
$--GSA,A,3,02,03,06,09,12,17,19,22,23,24,28,,0.7,0.7,0.4*2F
```

```
$--RMC,173412.00,A,4146.5882,N,07029.6988,W,6.9,62.9,280816,15.0,W,D,V*5F
```

```
$--ZDA,173412.04,28,08,2016,00,00*70
```

```
$--MWV,357.7,R,13.2,M,A*08
```

Это означает, что режим 0183 активирован, и вы можете закрыть сеанс терминала. Или вы можете нажать кнопку Esc, чтобы вернуться в меню обслуживания.

Вы также можете закрыть терминальную программу и установить режим работы из командной строки, как описано в главе V. Обратите внимание, что сервисный режим активен, пока устройство находится под напряжением, поэтому вы можете отсоединить USB-кабель

и подключить его снова, чтобы вернуться в предыдущий режим.

2. Фильтрация сообщений (команды **FILTER**, **PRINT**, **TYPE**, **ADD** и **REMOVE**)

Устройство имеет восемь списков фильтров, что позволяет ограничить набор сообщений, передаваемых из сети NMEA 2000 в приложение на ПК (входящие, с суффиксом RX), а также сообщений, передаваемых из приложения на ПК в сеть NMEA 2000 (исходящие, с суффиксом TX):

- `global_rx` — глобальный фильтр для входящих сообщений NMEA 2000, передаваемых на ПК
- `global_tx` — глобальный фильтр для сообщений, передаваемых в сеть NMEA 2000 с ПК
- `raw_rx` — для входящих сообщений, передаваемых на ПК в режиме RAW
- `raw_tx` — для сообщений, полученных с ПК в режиме RAW
- `n2k_rx` — для сообщений, передаваемых в приложение в режиме N2K
- `n2k_tx` — для сообщений, полученных от приложения в режиме N2K
- `0183_rx` — предложения NMEA 0183, передаваемые приложению в режиме 0183
- `0183_tx` — Фразы NMEA 0183, принятые от приложения в режиме 0183

Для работы со списками фильтров необходимо хорошо знать протоколы NMEA 2000 и NMEA 0183. В противном случае мы рекомендуем не изменять настройки фильтров и использовать настройки фильтров в приложении для ПК. В случае возникновения проблем с фильтрами можно сбросить список фильтров до заводских настроек с помощью команды `RESET FILTERS` или `RESET SETTINGS`, которая сбрасывает все настройки, включая фильтры.

Чтобы просмотреть или изменить фильтр, сначала необходимо «активировать» (выбрать) его с помощью команды `FILTER`. Например:

```
FILTER GLOBAL_RX
```

Команда `PRINT` без параметров выводит записи активного фильтра. Чтобы просмотреть неактивный фильтр, укажите его имя после команды:

```
PRINT GLOBAL_TX
```

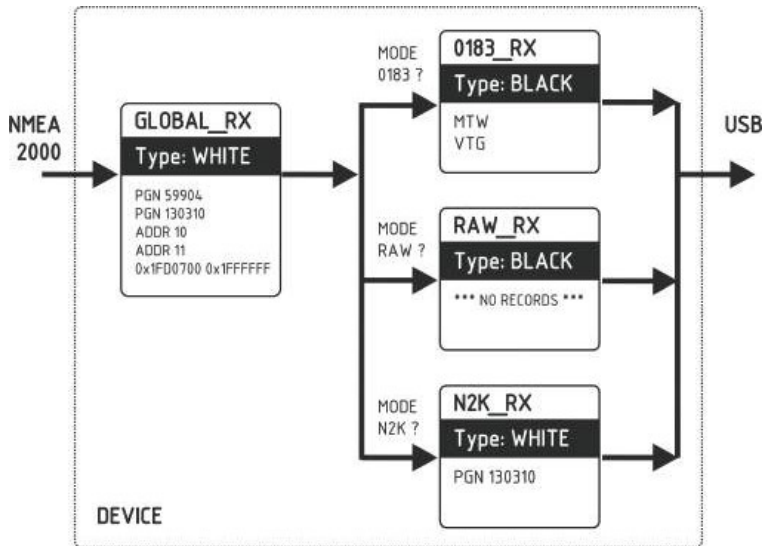


Рисунок 1. Пример настройки входящих фильтров

Каждый список фильтра имеет переключаемый тип: WHITE или BLACK. Сообщение пропускается через фильтр WHITE, если оно содержит запись, соответствующую сообщению. И наоборот для BLACK. В заводских настройках все списки фильтров пусты и имеют тип BLACK, поэтому все сообщения пропускаются через фильтры. Чтобы изменить тип активного фильтра, используйте команду TYPE. Например:

```
TYPE WHITE
```

Фильтры 0183 содержат 3-символьные форматирующие коды NMEA 0183. Согласно стандарту, строка NMEA 0183 начинается с символа \$ или !, за которым следуют двухсимвольный идентификатор отправителя и 3-символьный форматирующий код. За этими элементами следуют поля данных (после запятой). Строка заканчивается контрольной суммой после символа * (звездочка).

Шлюз с заводскими настройками использует идентификатор отправителя «YD», его можно изменить с помощью команды SET (см. раздел VII.4).

Устройство использует 3-символьные форматирователи предложений только для фильтрации. Следующие предложения соответствуют записям GLL и VDM (форматирователи предложений):

```
$GPGLL,4146.5894,N,07029.6952,W,173412.02,A*02  
!AIVDM,1,1,,B,ENk`smq71h@@@@@@@@@@@@@=MeR6<7rpP00003vf400,4*5F
```

Другие фильтры фактически содержат пары 29-битных идентификаторов сообщений и маску. Сравнение идентификатора осуществляется путем обработки идентификатора сообщения NMEA 2000, а второе значение (маска) определяет, какие биты учитываются при сравнении.

Идентификатор содержит PGN (Parameter Group Number, описанный в стандарте NMEA 2000) и адрес исходного устройства. Для более удобного изменения этих списков можно использовать ключевые слова PGN и ADDR. Можно использовать десятичные и шестнадцатеричные числа (начинающиеся с префикса 0x).

Команде может быть передано несколько параметров. В следующих примерах добавляются и удаляются все добавленные записи (обратите внимание, что синтаксис в правой колонке отличается):

FILTER GLOBAL_RX	ФИЛЬТР 0183_TX
ADD PGN 130310 130311	ДОБАВИТЬ XDR GLL VDO
REMOVE PGN 130310	УДАЛИТЬ XDR УДАЛИТЬ
REMOVE 0x1FD0700 0x1FFFFF00 ADD	GLL VDO
ADDR 0x10	
УДАЛИТЬ АДРЕС 16	

При использовании ключевого слова PGN (не применимо к фильтрам 0183) устройство добавляет или удаляет записи с маской 0x1FF0000 для адресованных сообщений NMEA 2000 и 0x1FFFF00 для глобально адресованных сообщений. Например, чтобы добавить записи, перечисленные в фильтре GLOBAL_TX на рисунке 1, можно ввести следующие команды:

```
FILTER GLOBAL_TX
ADD PGN 59904 130310
ADD ADDR 10 11
ADD 0x1fd0700 0x1ffffff
```

Фактическое содержимое фильтра будет следующим (введите PRINT без параметров):

Маска	ID сообщения	Комментарий
0x00EA0000	0x01FF0000	PGN 59904
0x01FD0600	0x01FFFF00	PGN 130310
0x0000000A	0x000000FF	ADDR 0x0A (ADDR 10)
0x0000000B	0x000000FF	ADDR 0x0B (ADDR 11)
0x01FD0700	0x01FFFFFF	

Чтобы удалить третью запись из списка, можно ввести любую из следующих команд:

```
REMOVE 0x0A 0xFF
REMOVE ADDR 0x0A
REMOVE ADDR 10
```

Команда REMOVE ALL очищает текущий фильтр (удаляет все записи) и переключает его тип в BLACK.

Давайте проверим обработку сообщения с кодом PGN 130310 («Параметры окружающей среды») фильтрами в конфигурации, показанной на рисунке 1. Оно будет пропущено фильтром Global_Tx (тип фильтра на рисунке 1 обозначен белым цветом). Это сообщение генерирует предложения XDR и MTW в режиме 0183 (см. Приложение D, Таблица 1), поэтому, если этот режим работы активен, мы получим фразу XDR в приложении на ПК, поскольку фраза MTW блокируется в 0183_Tx (тип: черный). В режиме RAW или N2K сообщение 130310 будет пропущено фильтрами Raw_Tx и N2K_Tx.

Сообщение с PGN 130314 (Фактическое давление) пройдет через фильтр Global_Tx только в том случае, если оно отправлено устройством с адресом NMEA 2000 10 или 11. Оно проходит через фильтр Raw_Tx в режиме RAW (поскольку фильтр в этой конфигурации пропускает все сообщения), но будет заблокировано фильтром N2K_Tx в режиме N2K (этот фильтр пропускает только сообщения 130310).

3. Команда RESET

Эта команда принимает один аргумент:

- **RESET FILTERS.** Удаляет все записи из всех фильтров и переключает типы на BLACK (см. предыдущий раздел). Это соответствует заводской конфигурации фильтров.
- **RESET SETTINGS.** Эта команда сбрасывает все настройки до заводских значений (включая фильтры).
- **RESET HARDWARE.** EEPROM содержит копию файла прошивки, загруженного на заводе. После любого обновления прошивки вы можете вернуться к исходной прошивке и вернуть устройство в заводское состояние. Во время этой операции сбрасываются все настройки.
- **СБРОС МК.** Перезагрузка устройства.

4. Команда SET

С помощью этой команды можно включить (ON) или выключить (OFF) следующие настройки:

- **SILENT** — бесшумный режим, подробности см. в главе V;
- **RAY_AUTOPILOT** — управление автопилотами Raymarine по протоколу NMEA 0183;
- **WPT_CONFIRM** — автоматическое подтверждение при изменении путевой точки (работает только с автопилотами Raymarine);

- RMB_N2K_VAR — использование отклонения NMEA 2000 для обработки RMB, если строки HDG или RMC недоступны;

Чтобы узнать больше об управлении автопилотом, см. главу XI. Вот пример того, как включить и выключить бесшумный режим:

```
SET SILENT ON SET  
SILENT OFF
```

Параметр TALKER_ID (см. VII.2) принимает в качестве аргумента две буквы (AA..ZZ) или --, например:

```
SET TALKER_ID GP
```

После выполнения вышеуказанной команды предложения, отправляемые шлюзом, будут выглядеть как \$GPGLL.

Настройка WIND_CALC используется для расчета истинного ветра. Датчик ветра всегда измеряет кажущийся ветер; угол истинного ветра рассчитывается с использованием данных SOG или STW, а направление истинного ветра требует данных COG или курса. Картограф может объединить все эти данные и отправить рассчитанные значения в NMEA 2000, но обычно TWD, TWA и TWS недоступны.

Исторически для расчета истинного ветра использовались параметры STW/HDG. Однако в местах с сильным течением это неверно, и «истинное» значение истинного ветра можно получить с помощью пары SOG/HDG. Поэтому наши шлюзы предлагают четыре варианта: SOG/HDG (если вы любите правду), SOG/COG (если у вас есть только GPS), STW/HDG (если традиции важнее всего), либо вы можете отключить вычисления.

WIND_CALC принимает следующие аргументы: ANY (заводская настройка), HDG_STW, COG_SOG, HDG_STW и DISABLED. В последнем случае шлюз передает данные истинного ветра только в том случае, если они рассчитаны другим устройством, доступным в сети NMEA 2000. Настройка по умолчанию «ANY» означает, что шлюз определит, какие данные доступны в сети, и рассчитает данные истинного ветра, используя наилучший из возможных вариантов.

Чтобы получить текущее значение, введите команду, указав только название настройки:

```
SET SILENT
```

Фраза XDR используется для передачи данных от датчиков, баков, двигателей и т. д. Эта фраза содержит текстовый идентификатор (имя) датчика, который до конца 2018 года не был определен стандартом NMEA. Это привело к тому, что каждая компания на рынке придумывала свои собственные названия. Например, B&G использует «AIRTEMP» для отправки данных о температуре воздуха, программное обеспечение OpenCPN использует «TempAir», Maretron — «ENV_OUTSIDE_T», а стандарт NMEA 0183 4.11 определяет «Air».

Введите команду

```
SET XDR
```

для вывода списка доступных настроек для XDR-записи. С помощью этих настроек можно задать имена, используемые в XDR, для обеспечения совместимости с программным или аппаратным обеспечением. Длина имени ограничена 16 символами. Пустое имя означает, что данные не будут отправляться в XDR-записи.

5. Команда DIAG

Эта команда используется для отображения записи диагностических данных (подробности см. в следующей главе). В связи с возможностью большого объема данных команда DIAG требует как минимум одного аргумента:

- ALL. Вывести все данные (может занять минуту или две, нажмите Esc, чтобы остановить).
- НАСТРОЙКИ. Копия дампа настроек, сохраненная в начале записи.
- USB_RX. Данные, полученные с ПК.
- USB_TX. Данные, передаваемые на ПК.
- N2K_RX. Данные, полученные из сети NMEA 2000 (до фильтров).
- N2K_TX. Данные, фактически передаваемые в сеть.

Вы можете комбинировать эти аргументы в любом порядке, например, для просмотра всех данных USB:

```
DIAG USB_RX USB_TX
```

Вы можете в любой момент прервать вывод данных, нажав клавишу Esc. Обратите внимание, что двоичные данные (сообщения NMEA 2000) выводятся в шестнадцатеричном формате, а текстовые данные (строки NMEA 0183) — в виде текста.

Пример вывода данных:

```

00:00:47.812 USB TX $--MWV,355.1,R,26.7,M,A*0F
$--DBT,59.1,f,18.03,M,9.8,F*27
$--MTW,22.9,C*1A
00:00:47.814 N2K RX DF80501 E0 2F FF 91 42 00 34 BA
00:00:47.815 N2K RX DF80501 E1 25 80 41 26 FB 85 38
00:00:47.816 N2K RX DF80501 E2 CC 05 80 D2 4E 58 3D
00:00:47.816 USB TX !AIVDM,1,1,,B,35NH9UP2h:Jv<8>GoHB5j0ah03j0,0*62
!AIVDM,1,1,,A,ENk`s1i13h@@@@@@@@@@@@@@@@=MLIV<8<dP00003vf000,4*42 00:00:47.816 N2K RX DF80501 E3 93
37 F6 6A 26 23 00
00:00:47.817 N2K RX DF80501 E4 00 00 00 00 10 FC 0B
00:00:47.818 N2K RX DF80501 E5 4E 00 69 00 3C F3 FF
00:00:47.819 N2K RX DF80501 E6 FF 00 FF FF FF FF
00:00:47.820 N2K RX 19FA0401 80 87 FF FF 0B 02 68 12

```

VIII. Запись диагностических данных

С помощью команды *YDNU DIAG* (отправляемой так же, как и команды управления режимом работы, см. главу V) можно начать запись диагностических данных.



Последовательные порты не предназначены для одновременного использования в нескольких приложениях. Перед отправкой команды на устройство необходимо закрыть морское приложение (или отключить порт устройства в настройках приложения).

Устройство подтверждает команду *YDNU DIAG* трёхсекундным зелёным сигналом светодиода, сохраняет копию текущих настроек (включая фильтры) в диагностический журнал и через 3 секунды начинает запись всего трафика данных на интерфейсах NMEA 2000 и USB. Данные сохраняются в буфере EEPROM объемом 1 МБ. Одна секунда записи обычно занимает 2–10 КБ, и буфера хватает на 2–10 минут записи.

Чтобы остановить запись, можно отправить команду *YDNU MODE SERVICE*. Запись также прекращается, когда в буфере EEPROM заканчивается свободное место. При остановке записи устройство сигнализирует об этом трехсекундным миганием красного светодиода.

Пример запуска и остановки записи в Microsoft Windows (см. объяснение синтаксиса команд в главе V):

```
C:\>echo YDNU DIAG > COM3 C:\>echo YDNU MODE  
SERVICE > COM3
```

Обратите внимание, что буфер хранит только одну запись диагностики, и запуск новой записи перезаписывает предыдущую запись диагностики.

Чтобы сохранить записанные диагностические данные в файл, можно вывести их с помощью команды *DIAG ALL* в сервисном меню (см. раздел VII.5) при включенной функции ведения журнала сеанса в терминальном приложении. Все диагностические данные будут сохранены в файле журнала сеанса.

В Mac OS X и Linux вы можете включить ведение журнала сеанса с помощью ключа `-L` команды `screen`:



```
screen -L /dev/cu.usbmodem00090001 screen -L
```



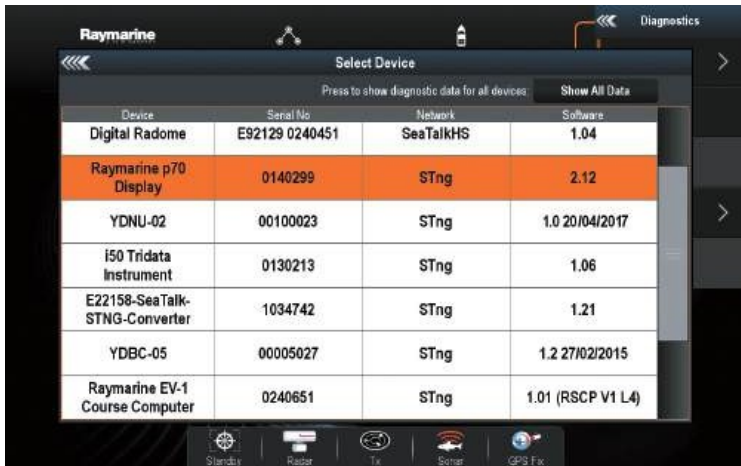
```
/dev/ttyACM1
```

В Putty (доступно для Microsoft Windows и Linux) выберите «Logging» в дереве категорий в «окне настроек Putty» и установите переключатель «All session output». Затем выберите местоположение файла вывода.

В терминальном окне выполните команду DIAG ALL и дождитесь, пока не будут выведены все данные. Закройте терминальную программу, найдите файл журнала сеанса (в Mac OS X и Linux этот файл будет находиться в текущей папке и иметь имя типа «screenlog.0»). Он может быть большим (2–3 МБ), поэтому перед отправкой по электронной почте рекомендуем сжать его в ZIP-архив.

IX. Обновления прошивки

Вы можете проверить текущую версию прошивки на экране приветствия в сервисном меню (см. рисунок 2 в главе VI), в разделе «Информация об устройстве» в списке устройств NMEA 2000 (SeaTalk NG, SimNet, Furuno CAN) или в общем списке внешних устройств на картплоттере (см. третью строку на рисунке 1). Обычно доступ к этому списку находится в меню «Диагностика», «Внешние интерфейсы» или «Внешние устройства» картплоттера.



The screenshot shows the Raymarine 'Select Device' menu. At the top, there's a header with the Raymarine logo and a 'Diagnostics' button. Below the header, a table lists connected devices. The table has four columns: Device, Serial No, Network, and Software. The first row is 'Digital Radome' with serial 'E92129 0240451' on 'SeaTalkHS' network, software '1.04'. The second row is 'Raymarine p70 Display' with serial '0140299' on 'STng' network, software '2.12'. The third row is 'YDNU-02' with serial '00100023' on 'STng' network, software '1.0 20/04/2017'. The fourth row is 'i50 Tridata Instrument' with serial '0130213' on 'STng' network, software '1.06'. The fifth row is 'E22158-SeaTalk-STNG-Converter' with serial '1034742' on 'STng' network, software '1.21'. The sixth row is 'YDBC-05' with serial '00005027' on 'STng' network, software '1.2 27/02/2015'. The seventh row is 'Raymarine EV-1 Course Computer' with serial '0240651' on 'STng' network, software '1.01 (RSCP V1 L4)'. At the bottom, there's a navigation bar with icons for Standby, Radar, Tx, Sonar, and GPS Fix.

Device	Serial No	Network	Software
Digital Radome	E92129 0240451	SeaTalkHS	1.04
Raymarine p70 Display	0140299	STng	2.12
YDNU-02	00100023	STng	1.0 20/04/2017
i50 Tridata Instrument	0130213	STng	1.06
E22158-SeaTalk-STNG-Converter	1034742	STng	1.21
YDBC-05	00005027	STng	1.2 27/02/2015
Raymarine EV-1 Course Computer	0240651	STng	1.01 (RSCP V1 L4)

Рисунок 1. Список устройств Raymarine с125 MFD с устройством (YDNU-02)

Обновление прошивки не влияет на настройки устройства. Устройство не будет повреждено в случае сбоя питания или любого другого отключения на любом этапе процедуры обновления прошивки.

Чтобы обновить прошивку устройства, необходимо скопировать файл обновления (с расширением .BIN) в порт устройства:



```
copy /B UUPDATE.BIN COM3
```



```
cp UUPDATE.BIN /dev/cu.usbmodem00090001 cp
```



```
UUPDATE.BIN /dev/ttyACM1
```

Мы использовали те же имена портов, что и в примерах в главе III.

Загрузка файла занимает 3–10 секунд, в течение этого времени светодиод устройства будет выключен. Устройство сообщает о результате загрузки следующими сигналами светодиода (три быстрых мигания за одну секунду):

- **Зелёный, зелёный, зелёный.** Файл успешно загружен в EEPROM устройства.
- **Красный, красный, зеленый.** Устройство уже содержит прошивку этой версии.
- **Красный, зеленый, красный.** Заголовок файла правильный, но загруженный файл поврежден.

Если устройство не выдает никаких специальных сигналов после копирования файла, это означает, что файл не был распознан устройством как файл обновления прошивки. Это может быть вызвано копированием ZIP-архива с обновлением прошивки вместо BIN-файла обновления прошивки.

После успешной загрузки, сопровождающейся тремя зелеными сигналами, устройство перезагружается, передавая управление загрузчику. Загрузчик выполнит ряд дополнительных проверок, и если загруженный файл верный, светодиод устройства погаснет на 5–15 секунд, а последующая 10-секундная серия миганий зеленым и красным цветом будет означать, что прошивка обновлена. После этого устройство возвращается к нормальной работе. Если файл неверный, загрузчик возвращает управление программе микросхемы без каких-либо визуальных сигналов.

X. Рекомендации по программированию

Мы приглашаем разработчиков программного обеспечения, заинтересованных в поддержке протоколов Gateway, и в особенности протокола в режиме RAW. Мы обещаем бесплатную техническую поддержку в разумных пределах и бесплатное тестирование ваших продуктов, даже если у вас нет устройства.

Таблица 1. Рекомендуемые последовательности активации режимов

Режим	Рекомендуемая последовательность активации (шестнадцатеричный формат)	Комментарии
0183	24 0A	Режим также можно активировать путем отправки действительной фразы NMEA 0183, начинающейся с символов «\$» (шестнадцатеричный 24) или «!» (шестнадцатеричный 21).
RAW	30 0A	Режим также можно активировать путем отправки допустимого сообщения в формате RAW. Или любой последовательностью, начинающейся с символов «0»..«9», «a»..«f» или «A»..«F». Подробности см. в приложении E.
N2K	10 02 A1 03 11 02 00 49 10 03	Эта последовательность используется в приложении Canboat для включения режима «Прием всех сообщений» на ActiSense NGT. Любая последовательность, начинающаяся с байтов 10 02, активирует режим N2K на устройстве.

1. Для разработки программного обеспечения, поддерживающего режим N2K или RAW, необходимо приобрести копию Приложения В к стандарту NMEA 2000 в Национальной ассоциации морской электроники (www.nmea.org).
2. Приложение должно включить сигнализацию DTR или вручную установить сигнал DTR после открытия порта устройства и сбросить сигнал DTR при закрытии. В Microsoft Windows это можно сделать с помощью функций API EscapeCommFunction и SetCommState.
3. Следует исходить из того, что устройство работает в режиме AUTO, и не следует пытаться переключать режим с помощью команды YDNU MODE без разрешения пользователя, если активен режим, несовместимый с вашим приложением.

4. Приложение должно отправить команду активации режима (см. таблицу 1) сразу после открытия порта. Рекомендуемые команды не вызывают отправку каких-либо сообщений в сеть NMEA 2000. В режиме AUTO устройство анализирует первые байты, полученные от приложения, в течение первых 2000 миллисекунд после открытия порта. Если в течение этих 2000 миллисекунд данные не поступают или полученные данные не могут быть интерпретированы как команда активации, устройство активирует режим 0183.
5. Приложение не должно отправлять сообщения побайтно. Рекомендуется сначала подготовить сообщение (или даже набор сообщений) в буфере памяти и отправить его в порт одним вызовом. Побайтовые вызовы могут привести к появлению серии однобайтовых USB-пакетов, что может негативно повлиять на производительность.

XI. Управление и настройки автопилота

В этой главе описано, как управлять автопилотом NMEA 2000 (SeaTalk NG) из приложения с использованием протокола NMEA 0183.

Современные автопилоты имеют следующие режимы:

- **Режим ожидания.** В этом режиме автопилот не участвует в управлении судном.
- **Авто.** Автопилот держит заданный курс.
- **По ветру.** Автопилот ведет судно под заданным углом к ветру.
- **Точка маршрута.** Автопилот направляет судно к указанной точке маршрута.
- **Маршрут или траектория.** Автопилот ведет лодку по заданному маршруту.

Разница между двумя последними режимами заключается в том, что автопилот не только поддерживает правильное направление к путевой точке, но и пытается следовать по линии от предыдущей к следующей путевой точке.

Когда автопилот NMEA 2000 управляется из приложения NMEA 0183, он должен получать:

- координаты точки назначения (из предложения RMB);
- курс от текущего положения к пункту назначения (APB и/или RMB);
- Ошибка отклонения от курса — это расстояние и направление от текущего положения до маршрута (APB и/или RMB и/или XTE).

В зависимости от реализации автопилот NMEA 2000 может также использовать следующие данные (и не только):

- курс судна (запись HDG), но в большинстве систем датчик курса подключен непосредственно к автопилоту;
- скорость поворота (строка ROT);
- положение, курс и скорость относительно дна (запись RMC).

Для управления автопилотом шлюз Gateway должен получать сообщения APB и RMB от приложения. Шлюзу Gateway также необходимы данные о магнитной девиации, которые можно получить из сообщений HDG или RMC либо из

сообщений NMEA 2000 (эта функция должна быть включена в настройках шлюза).

Если в вашей сети NMEA 2000 есть данные GPS, она может использовать данные, уже доступные в NMEA 2000, и отправка сообщений ROT, HDG и RMC из приложения может не потребоваться. По возможности лучше отправлять с ПК в сеть NMEA 2000 минимальный объем данных.

В зависимости от настроек чувствительности автопилот может управлять судном плавно или агрессивно. Приложение предоставляет только информацию о ситуации (где находится путевая точка и на каком расстоянии мы находимся от маршрута), но курс и угол поворота руля определяются логикой автопилота.

Переключение путевых точек осуществляется приложением. Если радиус приближения установлен на 1 морскую милю, приложение может переключиться на следующую путевую точку, когда до текущей точки останется ещё одна миля. Если ваш маршрут имеет форму круга или приблизительно круга, приложение может неожиданно переключиться с первой точки на последнюю. Вам следует хорошо знать настройки своего приложения и проверить, как система работает в открытом море.

Автопилот может предупредить вас или запросить подтверждение, когда приложение изменяет путевую точку. Это зависит от настроек автопилота. Когда приложение прекращает навигацию, оно, как правило, перестает отправлять команды APB и RMB. Автопилот обычно переключается в автоматический режим и сигнализирует об этом.

Автопилоты Raymarine используют для управления собственные сообщения. Шлюз был протестирован с двумя системами, но мы также ожидаем, что он будет хорошо работать со всеми другими автопилотами Raymarine SeaTalk NG:

- картплоттер Raymarine C90W, Raymarine SPX SmartPilot SPX30 и Raymarine ST70 Pilot Head;
- картплоттер Raymarine c125 (LightHouse 17), компьютер купца Raymarine EV-1 и блок привода Raymarine ACU200.

Для управления автопилотом Raymarine:

- в настройках должна быть включена его поддержка (см. VII.4), так как по умолчанию она отключена;
- автопилот должен быть изначально установлен в режим Auto, чтобы им можно было управлять из приложения;
- приложение должно предоставлять команды APB, RMB и RMC;
- Приложение должно передавать команды HDG или RMC, либо в настройках должна быть включена поддержка протокола NMEA 2000 (см. раздел VII.4).

Когда в приложении активируется маршрут или путевая точка, автопилот переключается из режима «Auto» в режим «Track». Если автоматическое подтверждение отключено (настройки по умолчанию, см. раздел VII.4), при смене путевой точки на дисплее картплоттера и на панели автопилота появится запрос на подтверждение. Когда приложение завершает навигацию, автопилот возвращается в режим «Auto».

Переключение из режима «Track» в режим «Auto» невозможно, когда управление автопилотом осуществляется приложением, так как через 5 секунд он автоматически вернётся в режим «Track». Чтобы взять управление на себя в экстренной ситуации, переключите автопилот в режим «Standby».

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Устранение неисправностей

Ситуация	Возможная причина и устранение
Светодиод не сигнализирует при подключении USB-кабеля	USB-кабель или USB-порт повреждены. Замените кабель и/или попробуйте подключить устройство к другому порту.
Все индикаторы устройства светятся красным с интервалом в 10 секунд	Устройство включено, но не подключено к ПК (драйверы не установлены; устройство отключено в настройках ПК и т. д.). Если вы подключили устройство к новому USB-порту, подключите его обратно к порту, который использовался ранее. Подробности см. в таблице 1 главы IV.
Программное обеспечение ПК работает не так, как ожидалось	Запишите диагностические данные (см. главу VIII) и отправьте их вместе со скриншотом программного обеспечения ПК в службу технической поддержки.
Приложение не может открыть порт устройства; ошибки записи и/или доступа при отправке команд на устройство	Проверьте сигналы светодиодов. Если устройство сигнализирует, что порт уже открыт каким-либо приложением, закройте все приложения, которые могут использовать порт устройства. В Linux проверьте настройки диспетчера модемов (см. раздел III.4). В Linux и Mac OS X убедитесь, что у вас есть права доступа к порту устройства (см. руководство по операционной системе).
Устройство не принимает команды режима работы	Если светодиод сигнализирует, что порт уже открыт каким-либо приложением, но вы можете открыть порт устройства с помощью терминала или любой другой программы, это может означать, что программное обеспечение ПК некорректно обрабатывает сигнал DTR. Попробуйте выполнить следующие команды (замените название порта на своё) в командной строке в Windows, Mac OS X, Linux: • <code>MODE COM3 DTR=ON</code> • <code>stty -F /dev/cu.usbmodem00090001 hupcl</code> • <code>stty -F /dev/ttyACM1 hupcl</code>

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Разъемы устройств

V+, V- – Battery 12V; CAN H, CAN L – NMEA 2000 data;
SCREEN – Not connected in the Device.

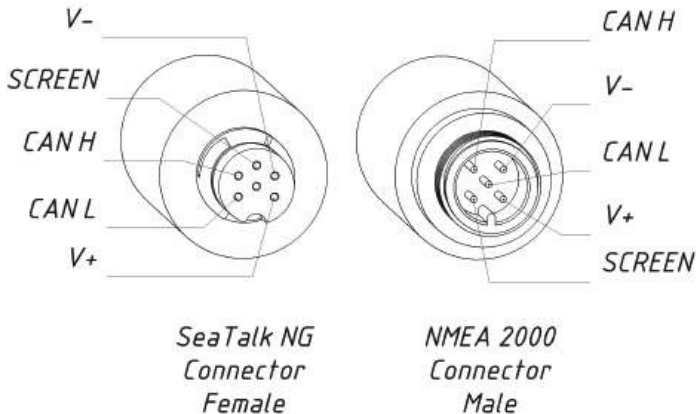


Рисунок 1. Разъемы NMEA 2000 моделей YDNU-02RM и YDNU-02RF (слева) и разъемы моделей YDNU-02NM и YDNU-02NF (справа)

ПРИЛОЖЕНИЕ С. Сообщения NMEA 2000, поддерживаемые устройством

Шлюз может передавать любые сообщения из NMEA 2000 в приложение на ПК и в обратном направлении.

«Нет» в приведенной ниже таблице означает, что устройство не будет обрабатывать эти сообщения во время служебной связи с другими устройствами в сети. Обратите внимание, что на служебную связь не влияет «бесшумный режим» устройства (см. главу V).

В Приложении D приведен список сообщений, обрабатываемых при преобразовании из NMEA 2000 в NMEA 0183 и из NMEA 0183 в NMEA 2000.

Таблица 1. Сообщения, поддерживаемые устройством

Сообщение	Прием	Передача
Подтверждение ISO, PGN 59392 (0xE800)	Да	Да
Запрос адреса ISO, PGN 60928 (0xEE00)	Да	Да
Адрес, заданный по ISO, PGN 65240 (0xFED8)	Да	Нет
Транспортный протокол ISO (CM), PGN 60416 (0xEC00)	Да	Нет
Транспортный протокол ISO (DT), PGN 60160 (0xEB00)	Да	Нет
Запрос ISO, PGN 59904 (0xEA00)	Да	Нет
Данные о положении GNSS, PGN 129029 (0x1F805)	Да	Нет
Смещение местного времени, PGN 129033 (0x1F809)	Да	Нет
Функция группы NMEA, PGN 126208 (0x1ED00)	Да	Нет
Функция группы списка PGN, PGN 126464 (0x1EE00)	Нет	Да
Информация о продукте, PGN 126996 (0x1F014)	Да	Да
Системное время, PGN 126992 (0x1F010)	Да	Нет

ПРИЛОЖЕНИЕ D. Преобразования между NMEA 2000 и NMEA 0183

Таблица 1. Преобразования из NMEA 2000 в NMEA 0183

NMEA 2000 PGN	NMEA 0183 Фраза	Комментарий
65311 Магнитное отклонение (проприетарный формат Raymarine)	—	См. примечание (4)
126992 Время системы	ZDA, GLL	См. также PGN 129033
127233 Уведомление о человеке за бортом (MOB)	MOB	
127237 Управление курсом/траекторией	APB, HSC	Использовать PGN 129284, 129283 если возможно
127245 Руль	RSA	Два руля на опорах
127250 Курс судна	HDG, HDM, HDT	См. примечание (4)
127251 Скорость поворота	ROT	
127258 Магнитное отклонение	—	См. примечание (4)
127488 Параметры двигателя, быстрое обновление	RPM, XDR, DIN, PGN	См. примечание (6)
127489 Параметры двигателя, динамические	XDR, DIN	См. примечание (6)
127493 Параметры передачи, динамические	DIN, PGN	См. примечание (6)
127501 Двоичный отчет о состоянии	DIN	См. примечание (6)
127505 Уровень жидкости	DIN, PGN	См. примечание (6)
127508 Состояние аккумулятора	DIN, PGN	См. примечание (6)
128259 Скорость, относительно воды	VHW	Также может использоваться в RMC, VTG
128267 Глубина воды	DBT, DBS, DPT	

NMEA 2000 PGN	NMEA 0183 Фраза	Комментарий
128275 Журнал расстояний	VLW	
129025 Положение, быстрое обновление	GLL	Также используйте PGN 126992 или 129029
129026 COG и SOG, оперативное обновление	VTG	Также используется в RMC
129029 Данные о местоположении GNSS	GGA, GLL, RMC, ZDA	См. также PGN 129033
129033 Смещение местного времени	—	Смещение времени используется в ZDA
129044 Система координат	DTM	
129283 Поперечная погрешность	XTE	
129284 Данные навигации	RMB, HSC	Используйте 129283, 129029, если возможно
129285 Навигация — информация о маршруте/точке	—	Названия путевых точек из этого сообщения используются в предложениях RMB и APB
129291 Установка и дрейф, быстрое обновление	VDR	
129539 Показатели DOP GNSS	GSA	Также требуется PGN 129540
129 540 спутников GNSS в поле зрения	GSV, GRS	Требуются PGN 129539, 129029
130066 Служба маршрутов и точек пути — атрибуты списка маршрутов/точек пути	RTE	Использовать путевые точки из 130067
130067 Служба маршрутов и путевых точек — Маршрут — Название и положение путевой точки	WPL	
130074 Сервис «Маршрут и путевые точки» — Список путевых точек — Название и положение путевой точки	WPL	

NMEA 2000 PGN	NMEA 0183 Фраза	Комментарий
130306 Данные о ветре	MWD, MWV, VWR, VWT	См. примечание (3). Также используется в MDA.
130310 Параметры окружающей среды	XDR, MTW, MDA	См. примечание (1), (5)
130311 Параметры окружающей среды	XDR, MTW, MDA	См. примечания (1), (2), (5)
130312 Температура	XDR, MTW, MDA	См. примечания (1), (2), (5)
130313 Влажность	XDR, MDA	См. примечания (1), (2), (5)
130314 Фактическое давление	XDR, MDA	См. примечания (1), (2), (5)
130316 Температура, расширенный диапазон	XDR, MTW, MDA	См. примечания (1), (2), (5)
130578 Компоненты скорости судна	VBW	
129038 Отчет о положении AIS класса А	VDM, VDO	Сообщения AIS по УКВ 1, 2 и 3
129039 Отчет о положении AIS класса В	VDM, VDO	Сообщение AIS по УКВ 18
129040 Расширенный отчет о местоположении по системе AIS класса В	VDM, VDO	Сообщение AIS по УКВ 19
129041 Отчет AIS о навигационных средствах (AtoN)	VDM, VDO	Сообщение AIS по УКВ 21
129793 Отчет AIS о UTC и дате	VDM, VDO	Сообщения AIS по УКВ № 4 и 11
129794 Статические данные и данные о рейсе AIS класса А	VDM, VDO	Сообщение AIS по УКВ №5
129798 Отчет о положении самолета AIS SAR	VDM, VDO	Сообщение AIS по УКВ 9
129802 Сообщение AIS, связанное с безопасностью	VDO, VDM	Сообщение AIS по УКВ 14
129809 Отчет AIS класса В «CS» о статических данных, часть А	VDM, VDO	Сообщение AIS по УКВ 24

NMEA 2000 PGN	NMEA 0183 Фраза	Комментарий
129810 Отчет о статических данных AIS класса В «CS», часть В	VDM, VDO	Сообщение AIS по УКВ 24

Примечание (1): Поддерживаются данные о температуре воздуха, точки росы, внутри (салона), воды и выхлопных газов, влажности внутри и снаружи, а также барометрическом давлении.

Примечание (2): Преобразуются только сообщения с экземпляром данных 0.

Примечание (3): Устройство с заводскими настройками выполняет преобразование истинного ветра в кажущийся и наоборот. Фраза MWV отправляется дважды (один раз для относительного ветра и один раз для истинного). Подробности см. в разделе VII.4 (команда SET).

Примечание (4): Магнитное отклонение используется в RMC, HDT, HDG, VDR, VHW, VTG. Приоритет PGN отклонения: 127250, 127258, 65311.

Примечание (5): MDA отправляется только при наличии данных о температуре воздуха, точки росы или воды, а также о барометрическом давлении или внешней влажности. Также содержит скорость и направление ветра.

Примечание (6): DIN и PGN представляют собой обернутые сообщения NMEA 2000 в соответствии со спецификациями SeaSmart (v1.6.0) и MiniPlex (v2.0). Данные о частоте вращения двигателя, давлении наддува, температуре охлаждающей жидкости, наработке, расходе топлива и напряжении генератора также передаются в виде XDR-фраз.

Таблица 2. Преобразования из NMEA 0183 в NMEA 2000

NMEA 0183 Фраза	NMEA 2000 PGN	Комментарий
APB	129283 Ошибка поперечного отклонения	Также используется в PGN 129284
DPT	128267 Глубина воды	
DIN	59904 Запрос ISO 127488 Параметры двигателя, быстрое обновление 127489 Параметры двигателя, динамические 127493 Параметры трансмиссии, динамические 127502 Управление блоком переключателей 127505 Уровень жидкости 127508 Состояние аккумулятора	В соответствии со спецификацией протокола SeaSmart.Net v1.6.0
DTM	129044 Относительная отметка	
GGA	129029 Данные о положении GNSS	Требуется ZDA или RMC
GLL	129025 Позиция, оперативное обновление	См. примечание (7)
GSA	129539 Показатели DOP GNSS	
GSV	129540 Видимые спутники GNSS	Использовать данные из GRS и GSA
HDG	127250 Курс судна	
HDM, HDT	127250 Курс судна	Использовать отклонение и отклонение от HDG
MDA	130311 Параметры окружающей среды 130314 Фактическое давление 130306 Данные о ветре	Relative air humidity, air and water temperature, atmospheric pressure, wind data
MOB	127233 Уведомление о человеке за бортом (MOB)	

NMEA 0183 Фраза	NMEA 2000 PGN	Комментарий
MTW	130311 Параметры окружающей среды	
MWD	130306 Данные о ветре	
MWV	130306 Данные о ветре	Теоретическая скорость ветра, рассчитанная на основе курса и скорости по воде
RMB	129283 Отклонение от курса 129284 Данные навигации 129285 Навигация — Информация о маршруте/точке	Использовать данные из APB; PGN 129284 отправляется дважды с истинным и магнитным пеленгами
RMC	126992 Время системы 127258 Магнитное отклонение 129025 Положение, быстрое обновление 129026 COG и SOG, быстрое обновление	См. примечание (7)
RSA	127245 Руль	
RTE	130066 Служба маршрутов и путевых точек — атрибуты списка маршрутов/путевых точек 130067 Служба маршрутов и точек пути — Маршрут — Название и положение точки пути	Использовать данные из WPL
ROT	127251 Скорость поворота	
VBW	130578 Компоненты скорости судна	
VDR	129291 Скорость движения и дрейф, быстрое обновление	
VHW	128259 Скорость, с учетом воды	
VLW	128275 Регистратор расстояния	
VTG	129026 COG и SOG, быстрое обновление	

NMEA 0183 Фраза	NMEA 2000 PGN	Комментарий
VWR, VWT	130306 Данные о ветре	
WPL	130074 Сервис маршрута и путевых точек — Список путевых точек — Название и положение путевой точки	Только путевые точки, не включенные в маршрут (RTE должен быть получен в течение 3 секунд после WPL).
XTE	129283 Отклонение от курса	
ZDA	126992 Системное время 129033 Смещение местного времени	
VDO, VDM	129038 Отчет о положении AIS класса А 129039 Отчет о положении AIS класса В 129040 Расширенный отчет о положении AIS класса В Отчет о положении 129041 Отчет AIS о навигационных средствах (AtoN) 129793 Отчет AIS по UTC и дате 129794 Статические данные и данные о рейсе AIS класса А Связанные данные 129798 Отчет о положении самолета AIS SAR 129802 Сообщение AIS, связанное с безопасностью 129809 Отчет AIS класса В «CS» о статических данных, часть А 129810 Отчет о статических данных AIS класса В «CS», часть В	Сообщения AIS по УКВ 1, 2 и 3 Сообщение AIS по УКВ 18 Сообщение AIS по УКВ 19 Сообщение AIS по УКВ 21 Сообщения AIS по УКВ 4 и 11 Сообщение AIS по УКВ 5 Сообщение AIS по УКВ 9 Сообщение AIS по УКВ 14 Сообщение AIS по УКВ 24 Сообщение AIS по УКВ 24

Примечание (7): Устройство обеспечивает интервалы в 50 миллисекунд между исходящими сообщениями NMEA 2000, которые формируются на основе более чем одной фразы NMEA 0183. Например, сообщение с PGN 129025 генерируется только один раз, если RMC и GLL принимаются в течение 50-миллисекундного интервала, и дважды, если время между GLL и RMC превышает 50 миллисекунд.

Примечание (8): Строки, не содержащие значимых данных (или данные в которых помечены как недействительные), могут не преобразовываться в сообщения NMEA 2000. Строки NMEA 0183 с неверной контрольной суммой игнорируются.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Формат сообщений в режиме RAW

В режиме RAW сетевые сообщения преобразуются в формат простого текста. Мы рекомендуем разработчикам программного обеспечения поддерживать этот формат в приложениях, поскольку это самый простой вариант. В окне терминала сообщения NMEA 2000 выглядят как журнал на картплоттере.

Сообщения, отправляемые с устройства на ПК, имеют следующий вид:

```
чч:мм:сс.ддд D msgid b0 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7<CR><LF>
```

где:

- **чч:мм:сс.ддд** — время отправки или получения сообщения, ддд — миллисекунды;
- **D** — направление сообщения («R» — от NMEA 2000 к ПК, «T» — от ПК к NMEA 2000);
- **msgid** — 29-битный идентификатор сообщения в шестнадцатеричном формате (содержит NMEA 2000 PGN и другие поля);
- **b0..b7** — байты данных сообщения (от 1 до 8) в шестнадцатеричном формате;
- **<CR><LF>** — символы конца строки (возврат каретки и перевод строки, десятичные значения 13 и 10).

Пример:

```
17:33:21.107 R 19F51323 01 2F 30 70 00 2F 30 70
17:33:21.108 R 19F51323 02 00
17:33:21.141 R 09F80115 A0 7D E6 18 C0 05 FB D5
17:33:21.179 R 09FD0205 64 1E 01 C8 F1 FA FF FF
17:33:21.189 R 1DEFFF00 A0 0B E5 98 F1 08 02 02
17:33:21.190 R 1DEFFF00 A1 00 DF 83 00 00
17:33:21.219 R 15FD0734 FF 02 2B 75 A9 1A FF FF
```

Время сообщения соответствует времени UTC, если устройство получило время из сети NMEA 2000; в противном случае это время с момента запуска устройства.

Формат сообщений, отправляемых из приложения на устройство, такой же, но без полей времени и направления.

Исходящие сообщения должны заканчиваться символами <CR><LF>. Если сообщение от приложения принято, прошло фильтры и передано в NMEA 2000, оно будет отправлено обратно в приложение с направлением «Т».

Например, приложение отправляет на устройство следующую строку:

```
19F51323 01 02<CR><LF>
```

Когда это сообщение отправляется в сеть NMEA 2000, приложение получает ответ вида:

```
17:33:21.108 Т 19F51323 01 02<CR><LF>
```

Приложение не получит ответа, если сообщение отфильтровано или синтаксис сообщения неверный.

Формат сообщений NMEA 2000 приведен в Приложении В к стандарту NMEA 2000, который можно приобрести на сайте www.nmea.org.

ПРИЛОЖЕНИЕ F. Формат сообщений в режиме N2K

В режиме N2K сообщения кодируются в двоичном формате. Этот формат основан на кодировке Data Link Escape, частично совместимой с форматом ActiSense NGT и широко поддерживаемой современными морскими приложениями. Данный формат очень похож на последовательный протокол Garmin (подробности см. в разделе 3.1 спецификации интерфейса устройств Garmin 001-00063-00).

Все данные передаются в байтовых пакетах. Пакет содержит четырехбайтовый заголовок (DLE, STX, ID и Size), за которым следует переменное количество байтов данных, а затем трехбайтовый трейлер (Checksum, DLE и ETX). В следующей таблице показан формат пакета:

Таблица 1. Формат пакета

Номер байта	Описание байта	Примечание
0	Символ экранирования канала передачи данных	Символ ASCII DLE (16 в десятичной системе счисления)
1	Начало текста	ASCII-символ STX (02 в десятичной системе счисления)
2	Идентификатор пакета	Определяет тип пакета
3	Размер данных пакета	Количество байтов данных пакета (байты с 4 по n-4)
от 4 до n-4	Данные пакета	от 0 до 255 байт, см. таблицу 2
n-3	Контрольная сумма	Дополнение до 2 от суммы всех байтов с 1-го по n-4-й байт
n-2	Символ экранирования канала передачи данных	ASCII-символ DLE (16 в десятичной системе счисления)
n-1	Конец текста	Символ ASCII ETX (03 в десятичной системе)

Если какой-либо байт в полях «Размер», «Данные пакета» или «Контрольная сумма» равен DLE, то сразу после этого байта вставляется второй DLE. Этот дополнительный DLE не включается в расчет размера или контрольной суммы. Эта процедура позволяет использовать символ DLE для разграничения границ пакета.

Пакеты с сообщениями NMEA 2000, передаваемые в приложение на ПК (входящие), имеют ID 0x93 (147 в десятичной системе), пакеты с сообщениями NMEA 2000, отправляемые приложением на устройство (исходящие), имеют ID 0x94 (148 в десятичной системе).

Таблица 2. Формат данных пакета

Номер байта	Описание байта	Примечание
0	Приоритет сообщения	Значимы биты 0–2, остальные биты игнорируются
1–3	NMEA 2000 PGN	Младший байт идет первым
4	Адрес назначения	Или 255 в десятичной системе счисления для сообщений с глобальной адресацией
5	Адрес источника	Игнорируется для исходящих сообщений, используется адрес устройства
6—9	Метка времени	Время устройства в миллисекундах, игнорируется в исходящих сообщениях
10	Размер полезной нагрузки	Количество байтов в полезной нагрузке сообщения NMEA 2000 (1..232)
11+	Полезная нагрузка сообщения	От 1 до 232 байт полезной нагрузки сообщения

Формат сообщений NMEA 2000 приведен в Приложении В к стандарту NMEA 2000, который можно приобрести на сайте www.nmea.org.

