

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

Оглавление

Введение	2
1. Состав системы	2
1.1. RedBASE: Гидроакустический навигационный буй-ретранслятор сигнала глобальной спутниковой навигационной системы	2
1.1.1. Общие сведения	2
1.1.2. Режимы работы и световая индикация	4
1.1.3. Хранение и обслуживание	5
1.2. RedNAV: Навигационный приемник водолаза	6
1.2.1. Общие сведения	6
1.2.2. Работа с устройством и интерфейс пользователя	6
1.2.3. Синхронизация с ПК	12
1.2.4. Хранение и обслуживание	18
2. Эффективное развертывание длинной навигационной базы	19

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

Введение

Подводная акустическая навигационная система RedWAVE предназначена для обеспечения навигационными данными (абсолютными географическими координатами и глубиной) различных подводных объектов в погруженном состоянии: телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА), обитаемых подводных аппаратов (ОПА), автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), а также дайверов, технических водолазов (в случае использования приборов в водолажном исполнении).

Принцип работы системы RedWAVE схож с принципом работы глобальных спутниковых навигационных систем GPS и GLONASS. С основным отличием состоящим в том, что в роли навигационных спутников выступают небольшие легкоустанавливаемые плавучие буи RedBASE - ретрансляторы спутникового навигационного сигнала. При этом координата вырабатывается непосредственно на навигационном приемнике, который является акустически пассивным устройством. Такая организация системы позволяет одновременно обеспечить навигационными данными неограниченное число навигационных приемников при поддержке одного комплекта буйев в одной акватории.

1. Состав системы

1.1. RedBASE: Гидроакустический навигационный буй-ретранслятор сигнала глобальной спутниковой навигационной системы

1.1.1. Общие сведения

Гидроакустические буи-ретрансляторы предназначены для организации длинной навигационной базы в акватории, при поддержке которой работают водолазные навигационные приемники RedNAV. Длинная навигационная база образуется четырьмя буями RedBASE, что позволяет работать в акватории неограниченному числу водолазных навигационных приемников RedNAV.

Буи размещаются в акватории на поверхности и устанавливаются на якоря. Стоит помнить, что хоть буи и имеют небольшую положительную плавучесть, но не предназначены для непосредственного крепления на якорную веревку. Для разгрузки буя от веса якорной веревки должны применяться соответствующие весу веревки - кранцы (или поплавки).

На рисунке¹ 1 представлена рекомендуемая схема установки буя на водоеме.

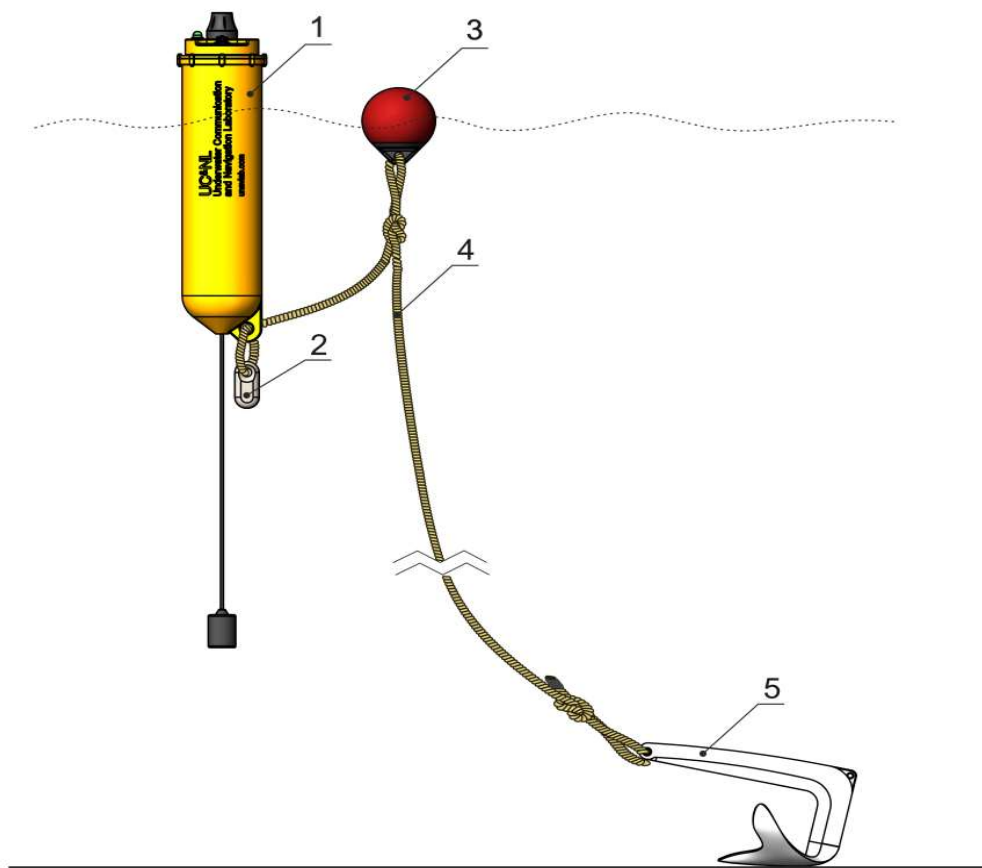


Рисунок 1 - рекомендуемая схема установки буя RedBASE.

На рисунке 1 цифрами обозначены: 1 - гидроакустический навигационный буй-ретранслятор RedBASE, 2 - дополнительный груз², 3 - поплавок, 4 - якорная веревка, 5 - якорь.

¹ Изображения могут незначительно отличаться от поставляемых изделий, так как производитель постоянно работает над улучшением характеристик и вносит в конструкцию изменения

² Используется только в недолуженном исполнении

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

На рисунке 2 представлен общий вид органов управления гидроакустического
навигационного буй-ретранслятора.

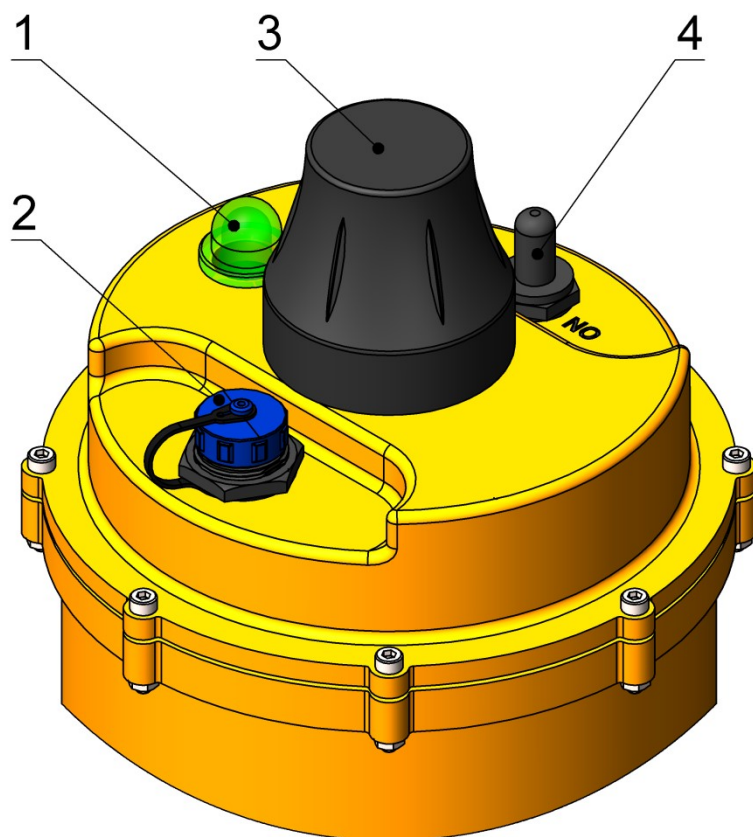


Рисунок 2 – Схема расположения разъемов и устройств на крышке буя. 1 – индикатор, 2 – разъем зарядки, 3 – антенна GPS/GLONASS, 4 – выключатель.

1.1.2. Режимы работы и световая индикация

Буи в каждом комплекте (комплект содержит четыре буй) имеют разные адреса от 1 до 4. При включении буя при помощи тумблера 4 (см. рисунок 2) буй посредством индикатора 1 сообщает свой номер в комплекте. Количество вспышек соответствует номеру буя. Если буй оборудован светосигнальной мачтой, то вспышки будут продублированы и на ней. Во всех остальных режимах, кроме самоотключения, при критично низком заряде светосигнальная мачта мигает один раз в 5-6 секунд.

После сообщения своего номера буй переходит в рабочий режим. Если батарея буя заряжена, то индикатор начинает гореть постоянно, до тех пор пока

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

встроенный GPS/GLONASS приемник не обнаружит сигналы от спутников глобальной спутниковой навигационной системы. После чего он будет вспыхивать 1 раз в 4 секунды. Число вспышек в этом случае также соответствует номеру буя в комплекте.

Если батарея буя находится в состоянии, когда заряда осталось менее 20%, индикатор будет вспыхивать 1 раз в секунду. Число вспышек в этом случае также соответствует номеру буя в комплекте. Если пользователь заметил вспышки 1 раз в секунду, буй следует как можно быстрее выключить и поставить на зарядку. Длительная эксплуатация с разряженным источником питания не допускается.

Если батарея находится в состоянии критического разряда, то после сообщения своего номера буй автоматически отключится, в этом случае индикатор также будет выключен. Буй необходимо незамедлительно поставить на зарядку во избежание выхода из строя встроенного источника питания.

1.1.3. Хранение и обслуживание

К буям не предъявляется особых требований по хранению и обслуживанию, за исключением следующих:

- При использовании в соленой и/или сильно загрязненной воде необходимо проводить опреснение (отстой и промывку в пресной воде);
- Не допускается применение каких-либо органических растворителей, сильных кислот, щелочей и других агрессивных веществ;
- При необходимости возможна промывка в бытовых мыльных растворах;
- Не допускается воздействия ударных или значительных статических нагрузок, как на корпус буя, так и на элементы управления: антенну GPS/GLONASS и гидроакустический передатчик;
- При длительном хранении (более 1 месяца) необходимо проводить подзарядку устройств для предотвращения деградации встроенного свинцового аккумулятора;
- Не допускается применение сторонних зарядных устройств;
- Не допускается хранение во включенном состоянии;

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

- Не допускается сильное (с радиусом менее 5 см) перегибание кабеля гидроакустического передатчика;
- Не допускается хранение в перевернутом состоянии, подвешивание на грузонесущую проушину и пр.;
- Перед работой необходимо внимательно осматривать резиновый колпачок тумблера на предмет его целостности. Использование устройства с поврежденным резиновым колпачком тумблера категорически запрещено;

1.2. RedNAV: Навигационный приемник водолаза

1.2.1. Общие сведения

RedNAV - единственное на сегодняшний день устройство реализующее т.н. "подводный GPS". Позволяет дайверу определять географическое местоположение в погруженном состоянии без необходимости всплытия и использования выносных GPS-антенн на кабеле.

Работа с устройством RedNAV во многом схожа с работой с GPS/GLONASS-трекерами и навигаторами, с тем лишь отличием, что роли спутников системы позиционирования выполняют малогабаритные плавучие буи-ретрансляторы сигнала спутниковой навигационной системы. Для работы неограниченного числа устройств RedNAV в одной акватории требуется 4 плавучих буя-ретранслятора RedBASE.

Уникальный функционал и простота использования делают RedNAV идеальным решением как для рекреационного дайвинга, так и для поисковых, археологических и подводнотехнических работ.

Устройство RedNAV крепится на запястье дайвера и имеет выносной блок, крепящийся на плече или баллоне. Полностью беспроводное сопряжение с ПК и беспроводная зарядка делают его предельно простым в обслуживании.

1.2.2. Работа с устройством и интерфейс пользователя

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

На рисунке 3 представлен внешний вид водолазного навигатора RedNAV. Прибор состоит из интерфейсного модуля, крепящегося на запястье водолаза, и акустического навигационного приемника, сопряженного с интерфейсным модулем при помощи кабеля. Интерфейсный модуль содержит экран и две пьезокнопки управления. Назначения кнопок отображаются на экране в зависимости от текущего режима работы устройства.

Акустический навигационный приемник должен устанавливаться на плече водолаза или на баллоне для обеспечения минимального возможного акустического затенения. Оптимальные условия работы акустического приемника достигаются, когда на протяжении всего времени использования есть прямая видимость между навигационным приемником и акустическими передатчиками всех четырех буев RedBASE.

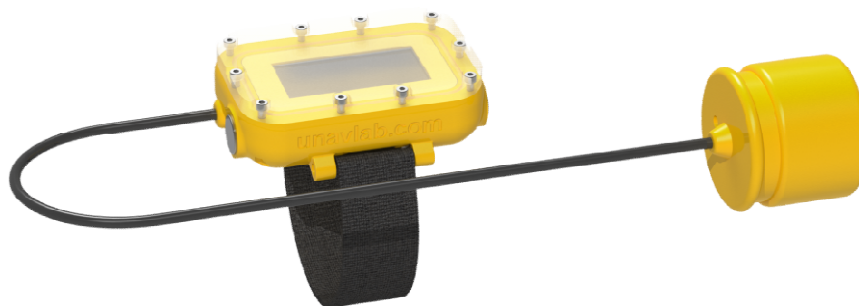


Рисунок 3 – Водолазный навигатор RedNAV

Устройство оснащено беспроводным зарядным устройством и информационно сопрягается с ПК при помощи Bluetooth только в сервисном режиме (когда находится на подключенной к питанию зарядной площадке).

На рисунке 4 показан вид экрана устройства в сервисном режиме, находящегося на подключенной к питанию зарядной площадке.



Рисунок 4 – Водолазный навигатор RedNAV. Вид экрана в сервисном режиме

В сервисном режиме на экране устройства отображаются:

- индикатор заряда батареи, где каждое деление соответствует 20% заряда;
- индикатор заряда: на максимальной яркости - заряд идет, на малой яркости - заряд не идет;
- индикатор Bluetooth – соединения: на максимальной яркости - подключен к приложению, на малой яркости - нет соединения с приложением.

На рисунке 5 показан экран устройства, подключенного по Bluetooth к ПК.

- имя устройства, которое будет отображаться в списке доступных устройств Bluetooth на ПК (имеет формат RDNV-XXXX, где XXXX - четыре шестнадцатеричные цифры 0..F);
- пин-код для осуществления связи с устройством при помощи ПК (PIN: 1945)



Рисунок 5 – Водолазный навигатор RedNAV. Вид экрана в сервисном режиме (устройство подключено к ПК по Bluetooth).

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

После установки на зарядную площадку устройство автоматически переходит в сервисный режим. При этом для повышения эффективности заряда экран и Bluetooth модуль выключаются автоматически через 5 минут при отсутствии нажатий на кнопки и подключения к устройству со стороны ПК. Для возобновления работы Bluetooth модуля снимите устройство с зарядки и установите снова.



Рисунок 6 – Водолазный навигатор RedNAV. Вид экрана в рабочем режиме, связи с буями нет

На рисунке 6 представлен вид экрана устройства в рабочем режиме, когда нет приема сигнала от буюв.

В этом режиме отображаются цели - буи, обозначенные квадратами. Индикатор заряда батареи, глубина (расстояние от поверхности) - на рисунке 6 равна 0.0 m, температура - на рисунке 6 равна 22 °C. Поскольку приема сигналов буюв нет на месте дистанции и азимута до цели отображаются прочерки "- - -".

Кнопки обозначены символами ">" (следующая цель) и "+" - пометить текущую точку. Когда устройство не имеет связи с буями эти функции недоступны.

На рисунке 7 отображается ситуация, когда устройство находится в рабочем режиме и есть связь с буюм №1. Собственное положение еще не уточнено.



Рисунок 7 – Водолазный навигатор RedNAV. Вид экрана в рабочем режиме. Принят сигнал от первого буя.

На рисунке 8 проиллюстрирована ситуация, когда собственное положение устройства определено. В качестве цели выбран буй №1 (переключение между целями происходит по кнопке ">"). На экране отображается дистанция и азимут на цель: 124 метра и 146° соответственно.

При этом буи номер 2 и 4 отображаются в виде незаполненных прямоугольников, что сигнализирует о том, что их встроенные источники питания требуют заряда.



Рисунок 8 – Водолазный навигатор RedNAV. Вид экрана в рабочем режиме. Собственное положение уточнено, в качестве цели выбран буй №1

Когда собственное положение устройства уточнено становятся доступны функции переключения между целями ">" и отметки текущей позиции "+". При нажатии на кнопку "+" текущая позиция будет помечена. Реакция устройства на нажатие кнопки "+" показана на рисунке 9.

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com



Рисунок 9 – Водолазный навигатор RedNAV. Вид экрана в рабочем режиме. Реакция устройства на сохранение текущей позиции при нажатии кнопки "+".

На рисунке 10 показана ситуация, когда при помощи кнопки ">" в качестве цели выбрана ранее сохраненная точка (в списке под номером 1).



Рисунок 10 – Водолазный навигатор RedNAV. Вид экрана в рабочем режиме. В качестве цели выбрана ранее сохраненная точка (номер 1 в списке)

Так же, как и в случае с буями, отображается дистанция и азимут на цель. При навигации на цель на дистанциях меньше трех метров вместо азимута отображаются прочерки "- - -".

Для выключения устройства требуется одновременно нажать на обе кнопки. При этом устройство запросит подтверждение выключения (рис. 11) .



Рисунок 11 – Водолазный навигатор RedNAV. Запрос на выключение

Для включения устройства также требуется одновременное нажатие обеих кнопок.

1.2.3. Синхронизация с ПК

Устройство сопрягается с ПК при помощи встроенного Bluetooth модуля. При этом на ПК должен быть включен Bluetooth-адаптер, а устройство установлено на подключенную к питанию зарядную площадку.

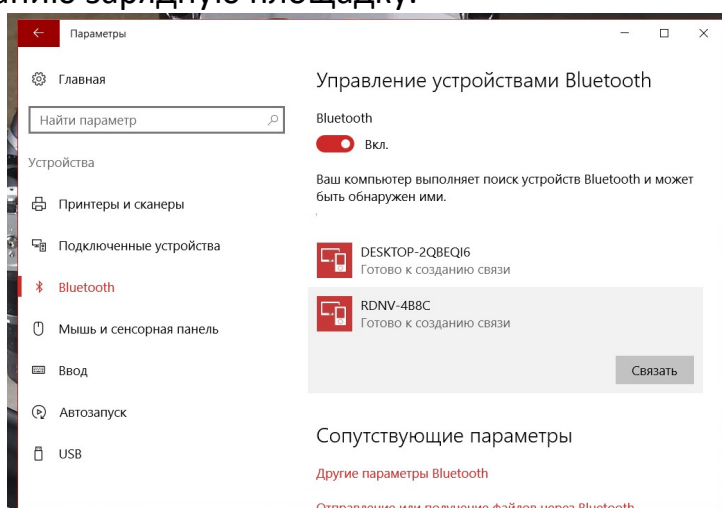


Рисунок 12 – Добавление устройства Bluetooth

В качестве примера рассмотрим подключение устройства к ПК под управлением ОС Windows 10. На рисунке 12 проиллюстрирован стандартный

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

системный диалог по добавлению нового устройства Bluetooth. В списке отображается имя устройства, которое видно на экране самого устройства (в примере RDNV-4B8C).

Далее, при нажатии кнопки "Связать", система предложит ввести ПИН-код (показано на рисунке 13).

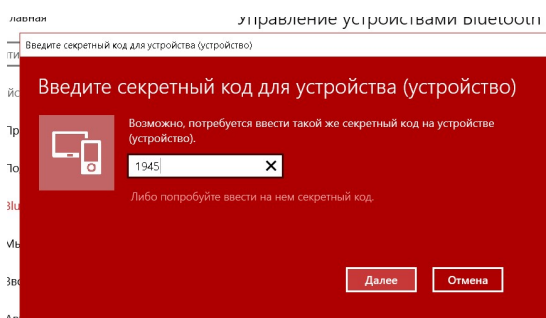


Рисунок 13 – Запрос пин-кода

На экране отображается пин-код, который требуется ввести для создания связи с устройством (1945 в примере). После ввода пин-кода и нажатия кнопки "Далее" отобразится окно как на рисунке 14.

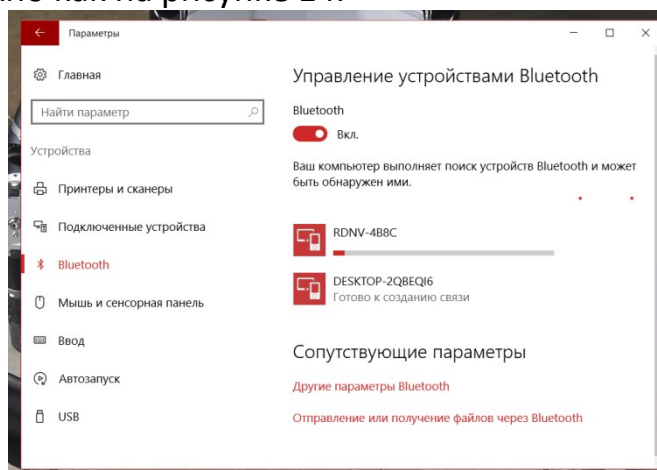


Рисунок 14 – Создание связи с устройством

Дождитесь создания связи с устройством. После чего окно диалога должно выглядеть так как на рисунке 15. Статус устройства "Подключено".

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

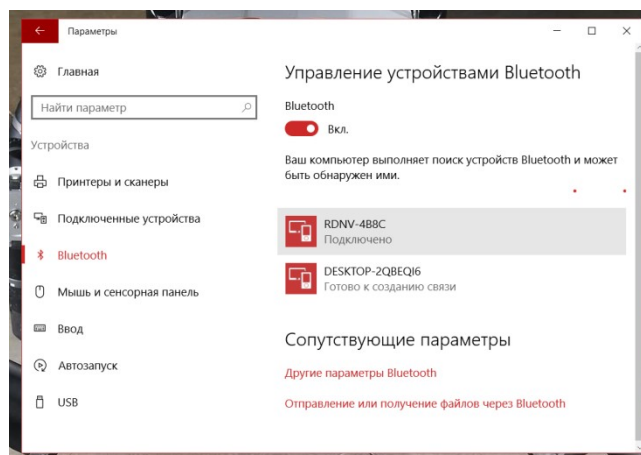


Рисунок 15 – Устройство подключено

После подключения устройства, можно запустить приложение RedNAV Host и оно само установит соединение с устройством. При успешном подключении в окне приложения в статусной строке отобразится статус "Подключено", что проиллюстрировано на рисунке 16. В заголовке окна появится имя устройства (в нашем случае RDNV-4B8C).

В верхних строках отображается информация о версии устройства и его серийный номер. Ниже отображается информация о версии навигационного приемника и его серийный номер. Эта информация доступна только если устройство было переведено в сервисный режим из включенного состояния, а не установлено на зарядную площадку выключенное.

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

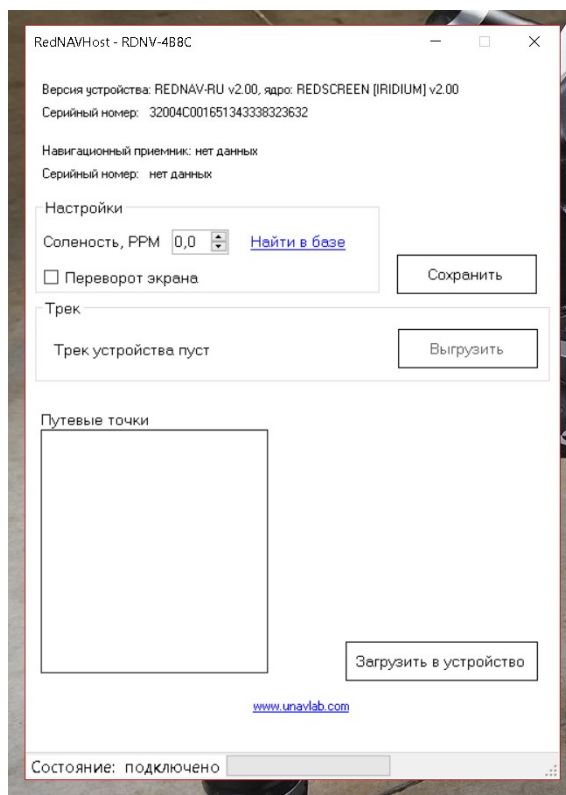


Рисунок 16 - Главное окно приложения RedNAV Host. Устройство подключено и с ним установлена связь

После подключения пользователю доступно изменение настроек. Водолазный навигатор имеет минимальное количество настроек. В частности для правильной работы требуется только задание солености воды. Если работа планируется в пресных водоемах, то рекомендуется оставить значение по умолчанию - 0 ppm. Для удобства, приложение содержит базу данных соленостей мирового океана для точек через 1° широты и долготы. Для поиска солености водоема требуется ввести географические координаты места в диалоге, вызываемом ссылкой "Найти в базе", главного окна приложения. На рисунке 17 показан вид этого диалога. После ввода координат места (достаточно с точностью до градуса) и нажатия кнопки "Найти" будет отображено значение солености в ближайшей известной точке с измеренной соленостью. При нажатии кнопки "ОК" найденное значение будет помещено в настроечное поле главного окна.

Дополнительно возможно настроить переворот экрана устройства с одновременным обменом функций кнопок. Для этого требуется установить галочку "Переворот экрана" в главном окне приложения.

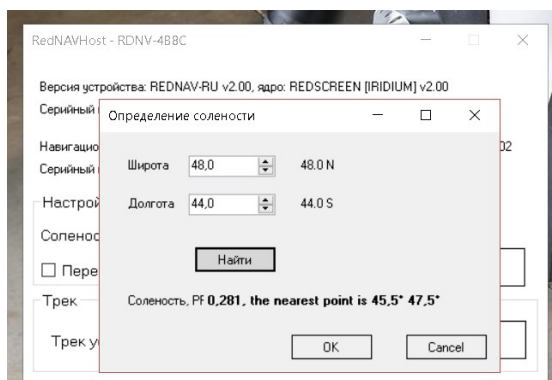


рисунок 17 - Диалог выбора солёности

Для загрузки настроек в устройство требуется нажать кнопку "Сохранить" (см. рисунок 16).

Для выгрузки, записанного устройством трека, положений буев и сохраненных точек служит кнопка "Выгрузить" (см. рис. 16). Данная ситуация проиллюстрирована на рисунке 18.

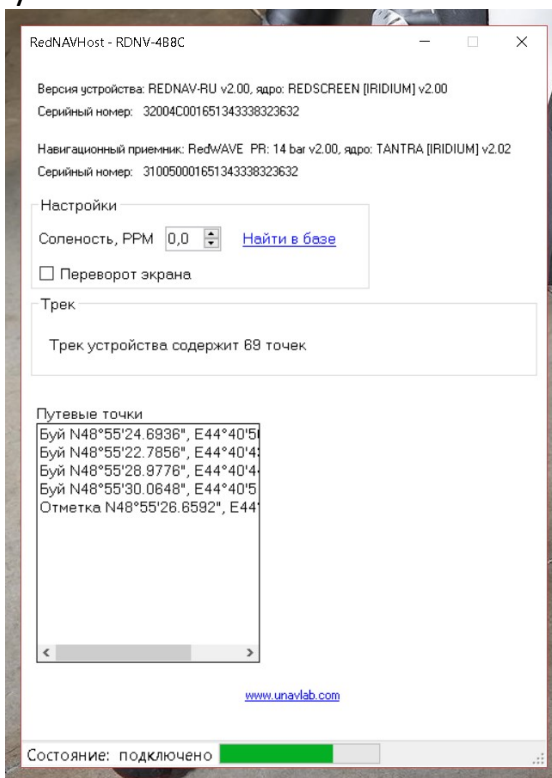


рисунок 18 - Выгрузка трека

После нажатия кнопки "Выгрузить", на время выгрузки трека из устройства, остальные кнопки станут недоступны, а в строке статуса приложения будет отображаться ход операции.

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

После окончания выгрузки приложение предложит сохранить выгруженные данные при помощи стандартного системного диалога. При этом в качестве имени файла будет предложено имя, составленное из текущего системного времени и даты, что иллюстрирует рисунок 19.

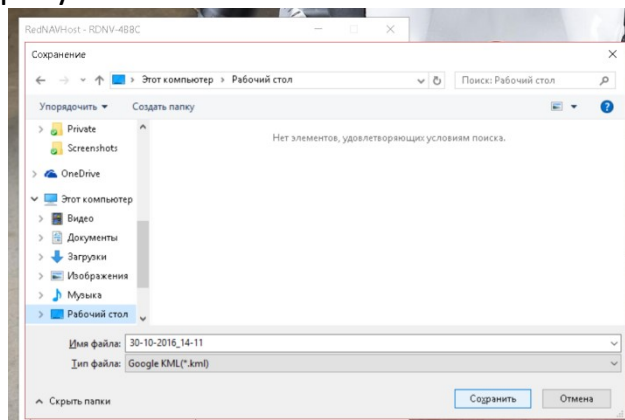


рисунок 19 - Диалог сохранения трека

После сохранения данных приложение спросит пользователя нужно ли очистить трек из устройства.

Внимание! После очистки трека из устройства восстановить трек будет невозможно. Совсем.

Работа с путевыми точками происходит при помощи контекстного меню, вызываемого при помощи правой кнопки мыши на группе "Путевые точки", что показано на рисунке 20.

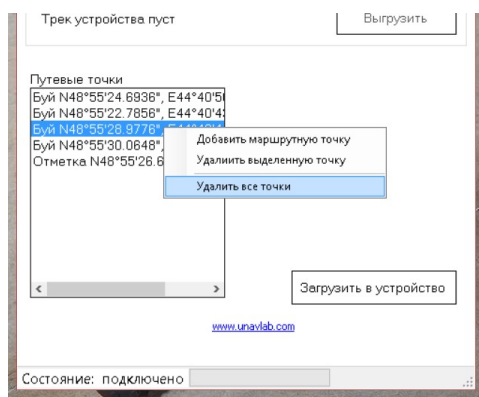


рисунок 20 - Работа с путевыми точками

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

Добавленные вручную точки можно редактировать при помощи появляющейся панели справа при выделенной добавленной точке (см. рисунок 21).

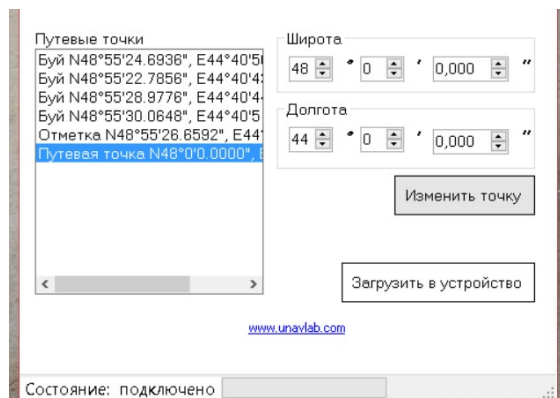


рисунок 21 - Редактирование добавленной путевой точки

Для синхронизации списка на панели "Путевые точки" с устройством необходимо нажать кнопку "Загрузить в устройство". Для очистки всех путевых точек в устройстве необходимо удалить их в списке, а затем нажать кнопку "Загрузить в устройство" и на запрос приложения ответить утвердительно.

1.2.4. Хранение и обслуживание

Водолазный навигатор RedNAV не требует особых условий хранения и обслуживания, за исключением следующих:

- Не допускается полный разряд встроенного аккумулятора навигатора. При длительном (более 1 месяца) хранении рекомендуется периодически заряжать устройство;
- После использования в соленой воде устройство должно быть тщательно промыто в пресной воде;
- Не допускается использование моющих средств и органических растворителей. Возникшие загрязнения удаляются мягкой влажной тряпкой. Допускается использование мыла с последующей промывкой в пресной проточной воде;

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

- Не допускается оставлять надолго устройство под действием прямых солнечных лучей;
- Защитное стекло-крышка выполнено из абразивостойкого поликарбоната, но рекомендуется избегать любых возможных контактов стекла-крышки с твердыми(острыми) предметами во избежание появления царапин и сколов на стекле-крышке;
- Не допускается перегиб кабеля, соединяющего интерфейсный блок с навигационным приемником, с радиусом менее 5 см;

2. Эффективное развертывание длинной навигационной базы

Развертывание длинной навигационной базы в общем случае состоит из постановки четырех буюв-ретрансляторов RedBASE в акватории, где предполагается работа с устройствами RedNAV, и их включения. Каждый из четырех буюв комплекта отличается от других адресом, определяющим кодовый канал гидроакустической связи по которому буй передает данные.

ВАЖНО! Не допускается одновременная работа нескольких комплектов буюв на одном водоеме, а также использование буюв из разных комплектов. В этом случае правильность определения координат и работоспособность системы не гарантируется!

Правильная установка буюв подразумевает соблюдение **трех основных условий**:

- обеспечение безопасного и стабильного положения буюв на поверхности воды;
- обеспечение хорошего обзора небесной полусферы для установленных на буюх приемных антенн спутниковых навигационных систем;
- обеспечение прямой видимости между акустическими передающими антеннами буюв и всеми приемниками RedNAV в погруженном положении.

Рассмотрим их более подробно:

Так для обеспечения **первого условия**, плавучие буй должны устанавливаться на якоря, обеспечивающие сохранение положения буюв от воздействия ветра и течений. При этом весь якорный веревки должен восприниматься

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

дополнительным поплавком, а буй не должен воспринимать никакой дополнительной вертикальной нагрузки.

На рисунке 1 представлена рекомендуемая схема крепления буя RedBASE на якоре.

Не рекомендуется применение системы при волнении моря более 1.5 баллов. При волнении моря 2 и более баллов применение системы крайне не рекомендуется и производитель не несет ответственности за повреждение отдельных устройств системы их утерю и неправильную работу и пр.

Второе условие связано с тем, что буи RedBASE являются ретрансляторами спутникового навигационного сигнала. Они имеют встроенные комбинированные GPS/GLONASS приемники и для правильной работы навигационной базы, образуемой буями, необходимо обеспечить хороший прием спутникового навигационного сигнала на буях. В связи с этим буй стоит располагать на максимальном удалении от различных преград, которые могут повлиять на качество принимаемого спутникового сигнала. Например металлические корпуса судов, причальные стенки и пр. Буи RedBASE оснащены световой индикацией. Так при включении сигнальная лампа постоянно горит до того момента, пока не произойдет первое уточнение географического местоположение буя встроенным GPS/GLONASS приемником. После чего сигнальная лампа гаснет и через некоторое время (в среднем 1-2 минуты) буй переходит в рабочий режим. При этом сигнальная лампа вспыхивает раз в четыре секунды (число коротких вспышек по номеру буя). А если встроенная батарея буя сильно разряжена, то лампа вспыхивает каждую секунду. В данном случае буй должен быть немедленно поставлен на зарядку, иначе это может привести к выходу из строя встроенной батареи.

Типичное время перехода буя в рабочий режим (время до того как сигнальная лампа перестанет гореть постоянно) в условиях открытой воды составляет не более 2-3 минут. Если лампа не гаснет более длительное время следует сменить местоположение буя. Многократное повторение данной ситуации на явно открытом пространстве, где ничего не может мешать прохождению спутникового навигационного сигнала, является поводом для обращения к производителю.

Третье условие определяется физическими принципами работы длинной навигационной акустической базы. Так как вычисление собственного положения устройствами RedNODE производится по оценке времен следования акустических сигналов от буев RedBASE до самих устройств RedNODE, то для их правильной работы требуется постоянная прямая видимость между акустическими

ООО "Лаборатория подводной связи и
навигации"

<http://unavlab.com>

support@unavlab.com

передатчиками всех четырех буюв RedBASE и работающими устройствами RedNODE. Имеется в виду прямая видимость через толщу воды.

Оптимальным расположением буюв в акватории считается выпуклый четырехугольник, ограничивающий место проведения работ. При этом расстояния между буюми не должны превышать 700 метров. Работа с устройствами RedNODE вне фигуры длинной базы возможна, но в виду физической природы наибольшую точность и надежность навигационных данных возможно получить внутри фигуры длинной базы.

Наиболее плохим, с точки зрения длинной навигационной базы, является такое расположение, при котором три или более буюв располагаются в линию.

При расстановки и планировании расстановки буюв также стоит избегать таких расположений, при которых глубина места у буюв значительно отличается глубины места позиционируемых объектов. Например, когда работа предполагается в узком месте реки с одним пологим берегом. В таких случаях буюи стоит располагать в глубокой части реки. Однако, при этом стоит помнить, что слишком маленькая фигура навигационной базы (меньше 10-30 метров) и/или сильная ее вытянутость (соотношение сторон четырехугольника более 4-5) приводит к снижению точности и/или меньшей чувствительности в некоторых направлениях соответственно.

Допускается расположение буюв в прорубях, при условии обеспечения несдавливания корпуса устройства льдом и обеспечения достаточной осадки акустической антенны (излучающая антенна буюа должна находится глубже нижней кромки льда, как минимум на 0.5 метра).

Не рекомендуется длительная работа акустической антенны на воздухе. Также следует обеспечить свободное положение акустической антенны в рабочем положении без касаний якорной веревки или каких-либо иных объектов.