

Суровый, зато работает! ☺



Создатель устройства, его прошивки и данной инструкции – Ильющенко Андрей (nuclear_XONIX)

ЦИФРОВОЙ ВАРИОМЕТР

NX-Vario

Инструкция по эксплуатации

Вариометр NX-Vario — прибор начального уровня, имеющий все необходимые функции для выполнения парящих полетов на параплане. Идеален для пилотов выходного дня и парапланеристов-новичков. Аппаратная часть выполнена на основе платформы Arduino.

Технические характеристики

- Размеры корпуса: 94x94x35мм;
- Главная плата – Arduino Nano (ATMEGA328P);
- Датчик BMP180;
- Экран LCD 16x2 (белые символы, синий фон);
- Потребление энергии 45mAh в режиме ожидания (с включённой подсветкой экрана), 25mAh в режиме ожидания (с выключенной подсветкой);
- Питание от одного элемента типа «Крона» (9V);
- Расчётный срок работы на одном элементе не менее 10 часов непрерывной работы с включённой подсветкой экрана, с выключенной подсветкой вплоть до 20 часов;
- Корпус оснащён креплением на ногу (липучка шириной 5см), а так же двумя проушинами для крепления страховочного троса.

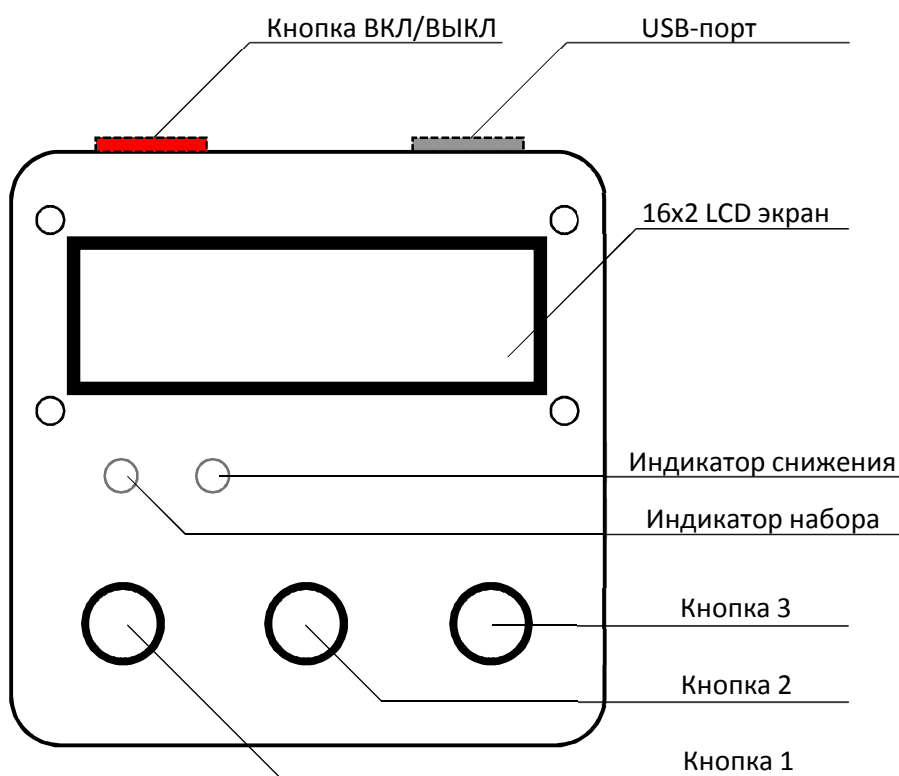
Функции

Альтиметры	3
Настройка давления (QNH)	+
Установка порога срабатывания звука при наборе высоты	+
Установка порога срабатывания звука при снижении	+
Световая индикация при наборе/спуске	+
Отключаемый звук нажатия клавиш	+
Отключаемый звук вариометра	+
Сигнализация при падении	+
Звуковой сигнал при проходе пороговой высоты при наборе высоты	+
Звуковой сигнал при проходе пороговой высоты при снижении	+
Режимы вариометра	2
Отключаемая подсветка экрана	+
Таймер полёта	+
Отображение максимальных значений высот	+
Отображение максимального и минимального значений вариометра	+
Отображение температуры воздуха	+

Возможности прибора

- Достоверное измерение высоты в диапазоне: 0-9999 метров;
- Точность высотомера: 1 метр;
- Три независимые обнуляемые высоты: абсолютная, относительная по старту, относительная дополнительная;
- Возможность ручного ввода давления на уровне моря для установки корректного значения абсолютной высоты;
- Шаг измерений вариометра: 10 см;
- Отображение температуры окружающего воздуха с точностью до 1/10 °С;

Лицевая панель



USB-порт

USB-порт находится на правой стороне передней стенки устройства. Необходим для обновления прошивки вариометра. Так же может использоваться для подачи питания в случае исчерпания энергии основным источником. Для подачи питания через USB-порт требуется наличие внешнего автономного зарядного устройства (PowerBank), имеющего разъём Mini-USB Type B (Male).

ВНИМАНИЕ! Использование внешнего питания возможно, но нежелательно, поскольку может быть повреждён разъём порта при неосторожном обращении.

Назначение клавиш

- **Кнопка ВКЛ/ВЫКЛ.**

Расположена в левой части передней стенки устройства. Для включения прибора нажать до щелчка и фиксации в нижнем положении. Для выключения нажать повторно;

- **Кнопка 1.**




В главном окне:

Короткое нажатие включение/выключение режима «MENU»

Длинное нажатие обнуление полётного таймера

- **Кнопка 2.**

В главном окне:

Короткое нажатие выбор выводимой высоты (абсолютная , относительная по уровню старта , дополнительная относительная )

Длинное нажатие обнуление выбранной высоты

В режиме «MENU»:

Короткое нажатие переключение между пунктами меню

Длинное нажатие Включение/выключение режима ввода давления (пункт «MENU 1»)

- **Кнопка 3.**

В главном окне:

Короткое нажатие переключение между главным экраном, экраном максимальных значений высоты и экраном макс./мин. значений вариометра.

Длинное нажатие включение/выключение звука вариометра

В режиме «MENU»:

Короткое нажатие установка значения из списка возможных для выбранного пункта «MENU» (кроме «MENU 1»)

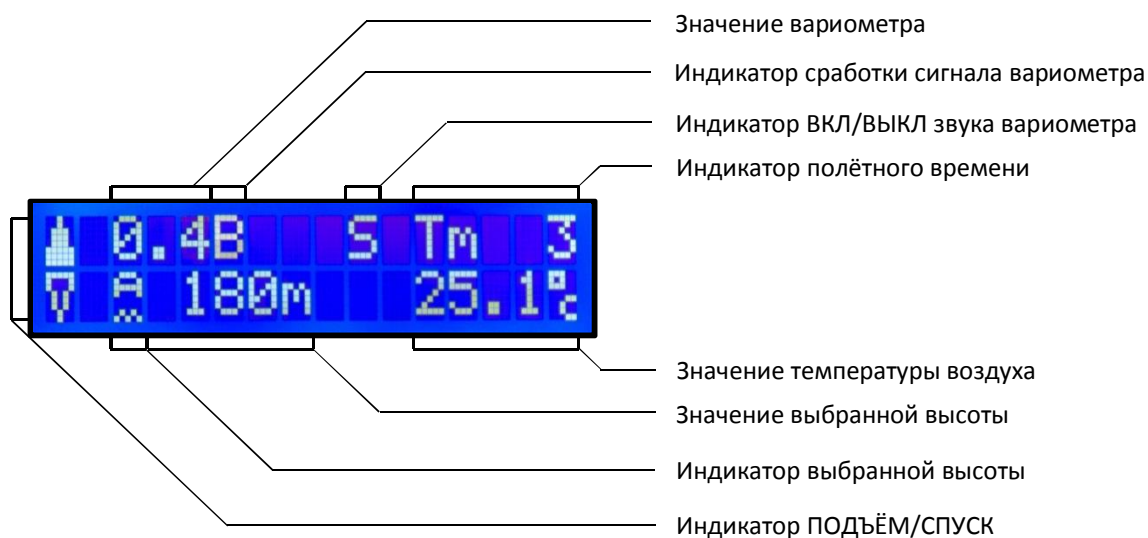
Длинное нажатие сброс давления к начальному значению «760.00» (только для «MENU 1»)

Работа с прибором

Для включения необходимо нажать красную кнопку, расположенную слева на передней стенке корпуса устройства. После подачи питания загорится подсветка экрана и заполнится прямоугольными символами верхняя строчка экрана. Произойдёт загрузка и самотестирование. Во время загрузки прибор последовательно отобразит экран приветствия («nx-Vario; baro-sensor-test») и экран начального значения приведённого давления («def.pres.; 760.00»). Так же во время загрузки происходит обнуление относительной высоты по уровню старта и дополнительной относительной высоты. При удачной загрузке прибор дважды мигнёт индикаторными светодиодами и издаст короткий двойной писк. Если датчик неисправен, или нарушена линия связи с ним, на экране отобразится надпись “Sensor error”.

После загрузки прибор отобразит главный рабочий экран, на который будет выведена информация о нынешнем значении вариометра, выбранной высоте, температуре воздуха, а так же времени полёта (полётный таймер автоматически запускается после включения устройства).

Главный экран



В данном случае читать значения экрана следует следующим образом: воздушное судно движется с набором высоты +0.4 м/с, работает сигнал набора, звуковая сигнализация включена, время полёта составляет 3 минуты, выбранная высота над уровнем моря составляет 180 метров, температура воздуха +25.1 градус.

Описание символов главного экрана

В левом углу главного экрана располагается индикатор ПОДЪЁМ/СПУСК (стрелки вверх и вниз). Данный индикатор отражает точное нынешнее состояние воздушного судна. Если вертикальная скорость равна нулю, то отображаются две контурные стрелки



одна над другой



. В случае положительной вертикальной скорости верхняя стрелка



заполняется цветом, если же вертикальная скорость отрицательная, то закрашивается нижняя стрелка

Чуть правее верхней стрелки располагается числовой индикатор значения вариометра.



За ним следует символ срабатывания сигнала вариометра. Данный символ отображается только в момент включения сигнала вариометра. Даже при отключении звуковой и световой индикации этот символ будет продолжать отображаться на экране при подъёме/спуске. Отличие от стрелочного индикатора, упомянутого выше, заключается в том, что индикатор имеет возможность настройки порога срабатывания, равно как и световая и звуковая индикация. Подробнее в описании пунктов «MENU 2» и «MENU 3».

Далее вправо в верхней строке отображается индикатор ВКЛ/ВЫКЛ звука вариометра (отключается длительным нажатием «Кнопки 3»).



Крайним в верхней строке идёт индикатор полётного времени, измеряемого в минутах. Отсчёт времени начинается в момент включения прибора. Обнуление производится длительным нажатием «Кнопки 1».



Во второй строке справа от нижней стрелки вариометра стоит символ выбранной высоты (переключение высот производится коротким нажатием «Кнопки 2»). Обнуление выбранной высоты производится длительным нажатием «Кнопки 2». Абсолютная высота так же может быть выставлена путём прямого ввода значения приведённого давления (пункт меню «MENU 1»).

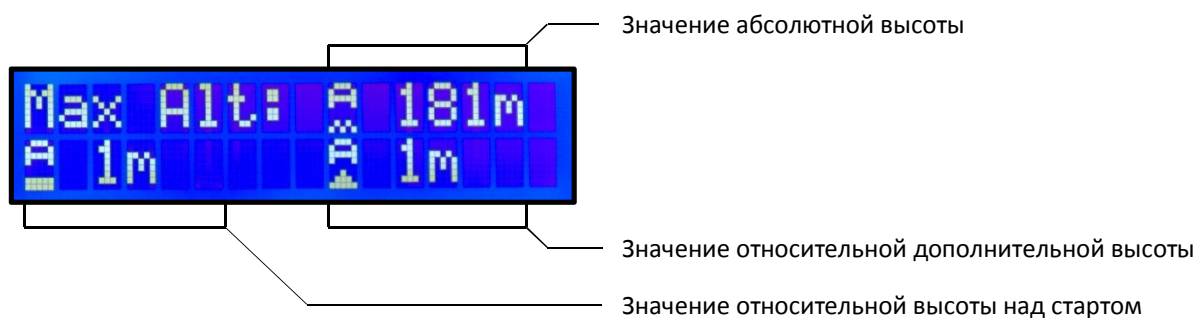


Чуть правее отображается значение выбранной высоты в метрах.

Крайним в нижней строке стоит индикатор температуры воздуха в градусах Цельсия.



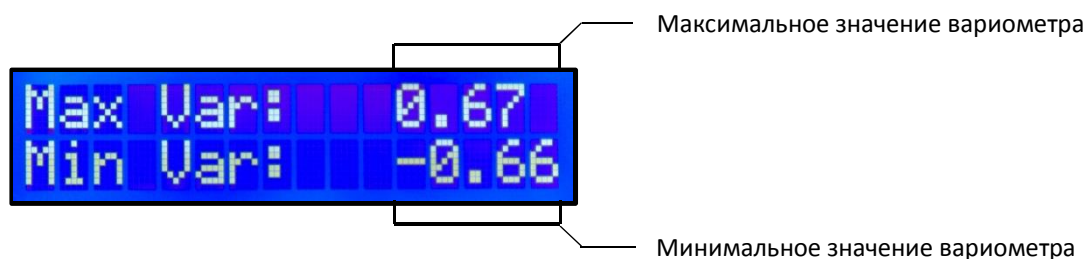
Экран максимальных значений высот



Переключение на экран максимальных высот производится кратковременным нажатием «Кнопки 3» в «Главном экране».

Обнуление значений максимальных высот выполняется путём длительного удержания «Кнопки 3».

Экран максимального и минимального значений вариометра



Переключение на экран МАКС/МИН значений вариометра производится кратковременным нажатием «Кнопки 3» в «Экране отображения максимальных высот».


Обнуление МАКС/МИН значений вариометра выполняется путём длительного удержания «Кнопки 3».

Описание пунктов меню


Вход в режим «MENU» выполняется коротким нажатием «Кнопки 1». Переключение по пунктам меню производится «Кнопкой 2». Изменение значений выбранных пунктов меню производится «Кнопкой 3» (за исключением «MENU 1», см. далее). Для выхода из режима «MENU» повторно нажать «Кнопку 1».


MENU 1



В данном пункте меню отображается значение давления, приведённого к уровню моря (QNH), требуемого для расчёта абсолютной высоты .

После включения прибора значение приводится к начальному (760.00 мм рт. ст.). Давление можно ввести вручную (для установки абсолютной высоты). Для этого требуется зажать «Кнопку 2» до подачи звукового сигнала. Прибор перейдёт в режим

ручного ввода давления, над первой цифрой давления появится символ . Кратковременными нажатиями «Кнопки 3» установить первую цифру в значении

давления, затем кратковременно нажать «Кнопку 2», символ  перейдёт на следующую цифру. Аналогичным образом ввести все оставшиеся символы. После того как ввод будет завершён, для сохранения введённого значения зажать и удерживать «Кнопку 2» до подачи звукового сигнала. В случае неверного ввода, процедуру повторить. Для сброса значения к начальному, зажать и удерживать «Кнопку 3» до подачи звукового сигнала.

Значение давления можно так же узнать путём обнуления абсолютной высоты непосредственно на уровне моря. После обнуления при входе в «MENU» на экране отобразится корректное значение.

MENU 2



Установка порогового значения срабатывания сигнала вариометра при наборе высоты. Выбирается из списка возможных значений {0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7}

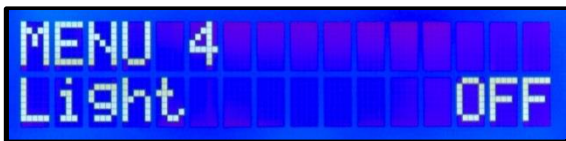
путём кратковременных нажатий «Кнопки 3». Начальное значение после включения прибора составляет 0.3 м/с.

MENU 3



Установка порогового значения срабатывания сигнала вариометра при снижении. Выбирается из списка возможных значений { -0.9, -1.1, -1.3} путём кратковременных нажатий «Кнопки 3». Начальное значение после включения прибора составляет -1.1 м/с.

MENU 4



Включение/выключение светодиодной индикации для дублирования или замещения звуковой. Значение ON/OFF выбирается путём кратковременного нажатия «Кнопки 3».

Применение. Опция полезна для полётов на моторе, когда звук двигателя заглушает звуковые сигналы вариометра, так же она полезна для экономии энергии (в случае малого запаса энергии, звуковую сигнализацию стоит отключить, оставить только световую индикацию).

MENU 5




Включение/выключение звукового подтверждения нажатия кнопок прибора. Значение ON/OFF выбирается путём кратковременного нажатия «Кнопки 3».

MENU 6




Установка порогового значения срабатывания звуковой и световой сигнализации при падении. Значение выбирается из списка {OFF, -2.5, -3.0, -4.0, -5.0} путём кратковременного нажатия «Кнопки 3». Начальное значение после включения прибора составляет -3.0 м/с.

Данная опция поможет своевременно определить переход в режим падения и предупредит об этом пилота. В случае, если высота полёта составляет более 100 метров, на экране отобразится следующее предупреждение «ALARM! FALLING!» (первая строка),

а так же относительная высота над уровнем старта  на данный момент (вторая строка). Помимо этого, будет выдаваться двухтональный звуковой сигнал, а так же одновременно будут загораться и гаснуть красный и зелёный индикаторы вариометра. Если высота составляет менее 100 метров, то на верхней строке появится рекомендация

раскрыть запасной парашют «DEPLOY PARACHUTE», на второй строке всё так же будет выводиться оставшаяся высота. Сигнализация переключится на более высокотоновую, и световые индикаторы начнут быстро попеременно мигать. При нормализации вертикальной скорости сигнализация будет отключена, экран вернётся к предыдущему состоянию.


ВНИМАНИЕ! Эта функция работает на основании данных относительной высоты над уровнем старта ! Необходимо обнулять относительную высоту перед полётом!

MENU 7



Включение/выключение режима тестирования сигнализации при падении. Изначально опция была включена в меню для наладки работы режима, но в дальнейшем было решено её оставить, что бы пилот мог самостоятельно и в неопасном режиме включить сигнализацию, ознакомиться с её экранами и запомнить звуковые и световые сигналы, что бы при включении тревоги в полёте не отвлекаться на чтение экрана, а направлять усилия на вывод крыла из опасного режима и нормализацию полёта.

При включении данной опции, если скорость снижения станет больше -0.3 м/с, будет включена тревога. Все последующие сигналы будут аналогичны сигналам, подаваемым при боевой тревоге. Единственное отличие заключается в том, что в данном случае

индикация высоты производится на основании высоты над уровнем моря . Это сделано для того, что бы пилот, будучи на одном месте и не меняя положения в пространстве смог проверить сработку сигнализации на высоте и более и менее 100 метров (путём подбора приведённого давления для установки абсолютной высоты).

При включении прибора данный режим выключен.

MENU 8



Включение/выключение функции подачи длинного звукового сигнала при проходе на снижении установленного порога высоты. Значение выбирается из списка {OFF, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 250} путём кратковременных нажатий «Кнопки 3». Начальное значение после включения прибора – «OFF». Звуковой

сигнал подаётся на основании относительной высоты над уровнем старта .

Применение. Функция будет полезной для пилотов, любящих покрутить акро. Когда голова большую часть времени смотрит на купол, или же на напарника (в случае

исполнения синхронных элементов), не всегда есть время отвлекаться и смотреть вниз, а земля в это время стремительно приближается. Данная функция предназначена предупреждать пилота длинным звуковым сигналом, если он проходит определённый, заранее установленный порог высоты.

MENU 9





Включение/выключение функции подачи длинного звукового сигнала при проходе на подъёме установленного порога высоты. Значение выбирается из списка {OFF, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500} путём кратковременных нажатий «Кнопки 3». Начальное значение после включения прибора – OFF (выключено).

Звуковой сигнал подаётся на основании относительной высоты над уровнем старта .

Применение. Функция будет полезной для пилотов, летающих на лебёдке и участвующих в соревнованиях. Часто во время проведения соревнований лебёдка работает как конвейер, и время затяжки каждого купола желательно минимизировать. Данная функция позволяет подавать длительный звуковой сигнал после прохода определённого, заранее обусловленного правилами или регламентом соревнований порога высоты на подъёме, и не тратить время на лишний подъём.

MENU 10



Выбор режима работы вариометра. Прибор позволяет выбирать один из двух режимов работы вариометра: «Standard»  и «Thermal» .

При включении прибора начальное значение установлено в положение «Standard». При выборе положения «Thermal», вариометр переходит в более чувствительный режим работы, однако это может привести к повышению вероятности ложных срабатываний, вследствие чего данный режим следует применять с осторожностью.

Применение. Режим «Standard» подходит для большинства полётных ситуаций, в их числе: свободные полёты в динамических потоках, моторные полёты и т.д. Однако, в термических потоках, когда требуется быстрый отклик вариометра на изменения вертикальной скорости, рекомендуется устанавливать режим «Thermal».

ВНИМАНИЕ! Режим «Thermal» находится в стадии тестирования и в реальных термических потоках на момент составления данной инструкции не проверялся.

MENU 11



Включение/выключение светодиодной подсветки экрана. Значение ON/OFF выбирается путём кратковременного нажатия «Кнопки 3». Начальное значение при включении устройства установлено в положение «ON».

Применение. При выполнении полётов в светлое время суток рекомендуется отключать подсветку экрана для экономии энергии. Исходя из проведённых испытаний, в дневное время значения с экрана без подсветки читаются не хуже, чем с подсветкой.

Дополнительная информация

Для уменьшения времени разработки прошивки алгоритм работы усреднителя вариометра был позаимствован из этих двух замечательных проектов:

<http://www.instructables.com/id/GoFly-paraglidinghanglidinggliding-altimeter-v/?ALLSTEPS>

<http://redhats.ru/variometer-arduino-2015/>

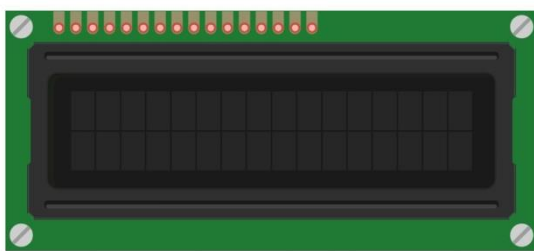
За что их авторам огромное спасибо!

От автора

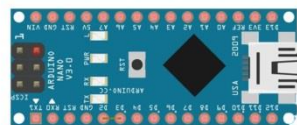
Я начал летать на параплане уже довольно давно, где-то в начале 2008 года. И практически сразу захотелось занять себе вариометр. Но тогда это было нереализуемо, поскольку цены сильно кусались (впрочем, с того момента ситуация с ценами несколько не изменилась). Прошло несколько лет, я отучился, защитил диплом, сгонял в армию и снова загорелся этим прибором, правда, на этот раз задумал создать его самостоятельно на основе голого контроллера ATmega. Были тогда уже проекты для сборки от других умельцев, но я хотел сделать девайс самостоятельно. Однако, меня снова ждала неудача, так как банально не хватило знаний и навыков в программировании микроконтроллеров. И вот, ещё через несколько лет я впервые коснулся платформы Arduino и понял, что это мой шанс. В январе 2017 года руки дошли начать разработку, а в середине марта того же года бета-версия девайса была готова и уже пару раз оттестирована. Я постарался вложить в этот прибор максимум полезных функций, которые могут понадобиться в различных полётных режимах и ситуациях, хотя, наверняка много чего и упустил.

Если ты, уважаемый брат (или сестра ☺) по небу, задумаешь повторить этот девайс, то вот тебе список необходимых элементов:

1. Arduino Nano (обязательно на 328 чипе, 168 не подойдет - не хватит памяти);
2. LCD экран 16x2 (что бы не менять ни схему подключения, ни код прошивки, экран должен быть с напаянным I2C переходником) с крепёжными болтиками и гайками;
3. Бародатчик BMP180 (я свой закутал мягким поролоном, что б он спокойней переносил резкие шумные скачки давления);
4. Пьезодинамик (я использовал от старого системного блока, слышно хорошо);
5. Красный и зелёный сверхъяркие светодиоды;
6. Два резистора на 220 Ом;
7. Три кнопки без фиксации;
8. Три резистора на 10 Ком;
9. Одна кнопка с фиксацией (или же любой переключатель);
10. Метр тонкого провода для соединения элементов между собой (с запасом взял);
11. Корпус (тут для вашей фантазии полное раздолье, я использовал электрическую коробку из строительного магазина, по размерам она подошла идеально);
12. Элемент питания типа «Крона» и разъём для неё (можно сделать из старой севшей «Кроны»);



LCD Screen 16x2 + I2C Adapter



Arduino Nano (328P)



BMP180 sensor



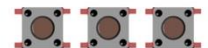
10K resistor x3



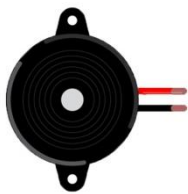
220R resistor x2



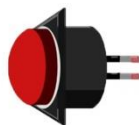
Red and Green superbright LEDs



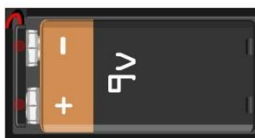
Momentary button x3



Piezo Buzzer



On/Off button



9V Brick Battery

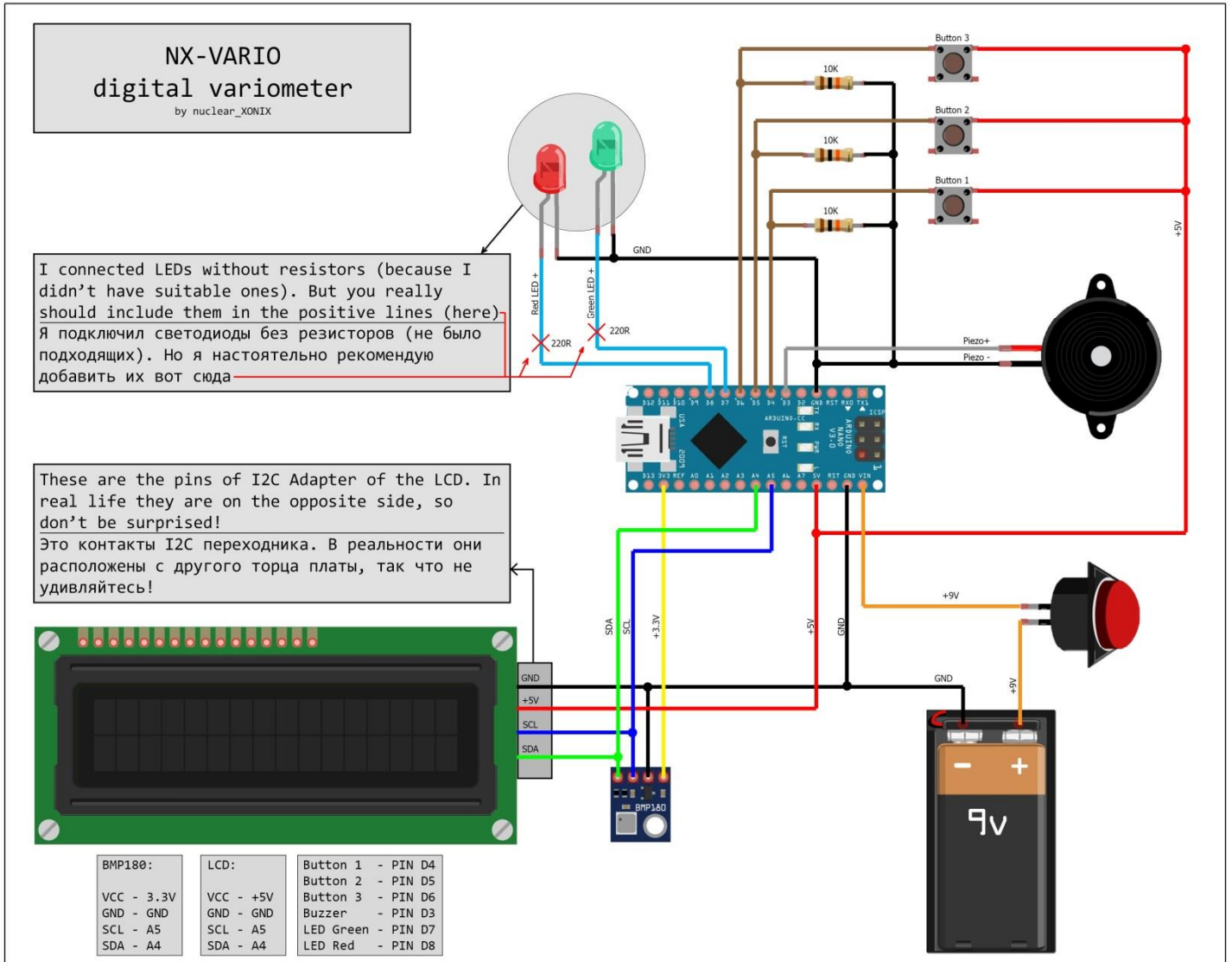


About 1 meter of thin wire



Box

Схема сборки элементов выглядит примерно так:



После сборки схемы и прошивки контроллера, прибор должен сразу стартовать и порадовать экраном приветствия. Ежели что-то пошло не так, то проверяйте схему подключения!

P.S. Если, верней, когда в работе устройства обнаружатся баги, скидывай мне их описание на мыло (xonix2004@list.ru), или же можешь найти меня в ВК или Facebook для более удобного общения. Если ты знаешь какую-то хитрую функцию, которая должна быть заложена в вариометр, но не нашёл её в списке имеющихся, тоже напиши, по возможности постараюсь реализовать и выложить новую версию прошивки.

P.P.S. От себя добавлю, хотя и есть некоторые недочёты в работе прибора (в частности, термометр на 3-5 градусов может подвирать, но оно и понятно, он спрятан глубоко в корпусе), лично меня на данный момент всё устраивает. Следующим по списку идёт варик в гораздо более компактном корпусе, на основе Arduino Pro Mini с OLED-дисплеем и сниженным токопотреблением. Надеюсь, эта идея не будет отложена в долгий ящик.

Px3.S. Я должен честно признаться, это мой первый серьёзный проект на Arduino и это мой первый код за семь лет после выпуска из универа. Поэтому сам код достаточно жуткий, сложный, плохо оптимизированный и весь стоит на костылях! Но он работает! А, как известно, работает – не трогай! И, вообще, это не баг, это фича!

Всем пилотам встречного ветра и пусть у вас в полёте ничего не складывается! Летайте безопасно! 😊

Записи о найденных багах

Внесённые изменения в последующие версии прошивки