



GyverControl - универсальный контроллер-таймер для теплицы и других мест, где нужна автоматизация по таймеру или показателям микроклимата/другим датчикам. Ссылки на все компоненты, схемы, инструкции и другая информация находятся на странице проекта на официальном сайте: <https://alexgyver.ru/gyvercontrol/>. Прошивка и всё относящееся к проекту (картинки схем, файлы печатных плат) находятся в репозитории на GitHub, прямая ссылка на скачивание есть на странице проекта.

Оглавление

Железо	2
Софтовые фишки	2
Применение как контроллера полива	2
Другие универсальные применения	2
Управление системой GyverControl.....	3
Описание режимов и настроек.....	3
Режимы работы каналов	3
Настройки каналов реле.....	5
Настройки каналов серво.....	5
Настройки канала привода	5
Меню с переводом	5
Главное меню, уровень вложенности 0.....	5
Настройка режима, уровень вложенности 1	6
Описание интерфейса	6
Экран отладки	7
Экран сервиса.....	7
Структурная схема меню	8
Карта печатной платы	8
Советы по подключению реле.....	9
Постоянный ток	9
Постоянный и переменный ток	10
Переменный ток.....	10
Ещё раз, инструкция по загрузке прошивки.....	10
Изменения в версиях.....	11

Железо

- **Arduino Nano** (ATmega 328p) как главный контроллер системы
- **7 каналов** с логическим выходом 5V, к которым можно подключать обычное реле, твердотельное реле, силовые ключи (транзисторы, модули на основе транзисторов)
- **2 канала** сервоприводов, подключаются обычные модельные серво больших и маленьких размеров
- **1 канал** управления линейным электроприводом с концевиками ограничения движения и с работой по тайм-ауту
- Датчик температуры воздуха (**BME280**)
- Датчик влажности воздуха (**BME280**)
- **4 аналоговых датчика** (влажности почвы или других)
- Модуль опорного (реального) времени **RTC DS3231** с автономным питанием
- Большой **LCD дисплей** (LCD 2004, 20 столбцов, 4 строки)
- Орган управления - **энкодер**

Софтовые фишки

- Хранение всех настроек в энергонезависимой памяти (**не сбрасываются при перезагрузке**)
- Датчики влажности почвы (все аналоговые датчики) не находятся под постоянным напряжением, оно подаётся **только на момент опроса**, что позволяет продлить жизнь даже самым дешёвым датчикам влажности почвы (напряжение подаётся за 50 мс до опроса и выключается через 50 мс после).
- **Оптимизированный** вывод данных на дисплей
- Каждый из 10 каналов (7 реле, 2 серво и 1 привод) имеет **индивидуальные настройки** и может работать по таймеру или по датчикам
- **4 режима работы** каждого канала: три разных таймера и работа по условию с датчиков
- Серво работает с моей библиотекой **ServoSmooth**, это обеспечивает плавное их движение: плавный разгон и торможение с ограничением максимальной скорости, а также отсутствие рывков и незапланированных движений при старте системы
- Линейный привод имеет концевики, внешние кнопки для управления и настройку скорости движения. Частота ШИМ драйвера – 31 кГц, т.е. не пищит
- **Экран отладки**, где отображается вся текущая информация о состоянии железа и датчиков
- **Графики** температуры и влажности воздуха и показаний с аналоговых датчиков за последние сутки
- **Сервисное меню**, позволяющее вручную управлять каждой железкой

Применение как контроллера полива

- Периодичный полив (реле)
 - Схема с индивидуальными помпами/клапанами
 - Схема с одной помпой и несколькими клапанами
- Полив на основе показаний датчиков влажности почвы
- Управление освещением (реле) с привязкой ко времени суток
- Проветривание (привод открывает окно/серво открывает заслонку) по датчику температуры или влажности воздуха
- Увлажнение (включение увлажнителя) по датчику влажности воздуха
- Обогрев (включение обогревателя) по датчику температуры
- Выполнение действий сервоприводом (нажатие кнопок на устройствах, поворот рукояток, поворот заслонок, перемещение предметов) по датчику или таймеру

Другие универсальные применения

- Система поддерживает 4 аналоговых датчика, это не обязательно должны быть датчики влажности почвы, у китайцев полно других «датчиков-модулей», которые **точно так же** подключаются к схеме:
 - **Датчик света**: «умная» система освещения, резервное освещение
 - **Термистор** (до 80 градусов): контроль нагрева объекта
 - **Датчик звука**: закрывание окна при сильном шуме снаружи (почему нет? =))
 - **Датчик ИК излучения** (датчик пожара) – разные варианты сигнализации, или даже тушения (включаем помпу с водой, открываем кран сервой)

- **Датчик дождя:** закрытие окон, сигнализирование, включение помп на откачку
- **Датчик уровня воды/датчик наличия воды:** автоматическое наполнение резервуара, автоматическая откачка воды помпой из ёмкости/подвала, перекрытие водяных магистралей при протечке, сигнализация о протечке
- **Газоанализаторы** в ассортименте: сигнализатор или даже проветривание (открываем окно) по уровню угарного газа и других промышленных газов
- Оптический **датчик препятствия:** тут нужна фантазия
- **Потенциометр:** как дополнительный орган контроля системы
- Сервопривод довольно универсальная штука, может открывать/закрывать заслонки, может нажимать кнопки других устройств, вращать ручки регулировки других устройств, с приделанным шатуном получает возможность линейно перемещать предметы/ползунки других устройств. Сервоприводы есть разных размеров, от микро (2 кг/см) и средних (13 кг/см) до весьма мощных (50 кг/см)
- Реле умеет замыкать контакты питания и управлять любыми устройствами, также реле может включить блок питания (например светодиодной ленты). Реле можно поставить параллельно проводам к кнопке другого устройства, и оно будет его включать или выключать.

Управление системой GyverControl

Основным органом управления является энкодер, рукоятку которого может вращать и нажимать (она является кнопкой). При запуске системы мы попадаем на настройку канала 0. Вращая рукоятку энкодера можно перемещать курсор выбора (стрелочка) по пунктам меню. Чтобы изменить значение выбранного пункта, нужно нажать рукоятку энкодера и повернуть её, удерживая нажатой. Удержанный поворот при выбранном имени канала – смена канала для настройки. Листаем направо и у нас будет по порядку 7 каналов реле, два серво и линейный привод. Чтобы перейти к настройке режима, нужно навести на него курсор и кликнуть кнопкой, не поворачивая. Откроется окно настройки режима, выйти из которого можно кликнув по надписи BACK (назад). Удерживая и вращая рукоятку на выбранном названии режима можно сменить режим, всего их 4. В корне меню (выбор каналов) листая налево от канала 0 будет экран отладки (DEBUG), режим настроек (SETTINGS) и сервисный режим (SERVICE). На экране отладки показаны все текущие положения реле, приводов и показания с датчиков. Вращая рукоятку на экране отладки последовательно листаются суточные графики показаний с датчиков: температура воздуха, влажность и показания с аналоговых датчиков. Деления на графике имеют шаг 1.6 часа. На экране сервиса можно управлять любым каналом в ручном режиме, при активном экране сервиса автоматика не работает, система находится полностью в ручном режиме. Поворотом рукоятки можно выбрать нужный канал, положение серво или настройку текущего времени, и удержанным поворотом её изменить. Если включить систему с зажатой рукояткой энкодера, произойдёт полный сброс настроек каналов и режимов. При удержании кнопки энкодера более двух секунд (без поворота рукоятки) привод передвинется в противоположное направление, при повторном нажатии – передвинется обратно. Сделано для доступа в теплицу, у которой привод управляет дверью.

Описание режимов и настроек

Режимы работ ы каналов

1. **Timer** – простой периодичный таймер: задаются периоды **Period** и время **Work** в формате ЧЧ:ММ:СС. С периодом Period совершается выбранное действие и выполняется в течение периода Work. Например, Period стоит 1 час, Work – 10 секунд. Каждый час будет совершаться действие в течение 10 секунд, то есть если выбран канал реле, то реле включится и выключится через 10 секунд, затем снова включится через час и выключится через 10 секунд и так далее. Как канал ведёт себя на участке Work задаётся в параметре Direction, то есть это может быть вкл/выкл и выкл/вкл (реле), направо/налево и налево/направо (серво) и открыть/закрыть и закрыть/открыть (линейный привод). Данный режим не имеет привязки к реальному времени, перезагрузка системы сбрасывает текущий таймер. Внимание! Work не должна быть дольше Period! На этом же экране выводится время, оставшееся до следующего срабатывания **Left**.
 - Мин. значение: 1 секунда
 - Макс. значение: 999 часов
 - Привязка к реальному времени: нет
 - Применение: полив в гидропонных системах, проветривание без датчика

2. **Timer RTC** – периодичный таймер, в отличие от предыдущего обладает привязкой к реальному времени, имеет настройку **Period** включения и продолжительности **Work** (в секундах), которая будет совершаться, и **Start from** – начального часа, с которого начинается отсчёт периода (для периодов больше 2 часов). Например, период 15 минут, работа 10 секунд: каждые 15 минут будет производиться действие продолжительностью 10 секунд. Привязка к реальному времени работает следующим образом: действие будет совершаться с выбранным периодом от начала часа, то есть если выбран 15 минутный, то действие будет в 0, 15, 30 и 45 **минут каждого часа**. Если выбранный Period больше часа (от двух и более) то можно выбрать час Start from, от которого пойдёт отсчёт. Все периоды кратны 24 часам, поэтому работа начинается в одни и те же часы каждого дня! Пример: Period 8 часов, начальный час 0. Действие будет выполнено в 0, 8 и 16 часов каждого дня. Если поставить начальный час (Start from) 3 часа, то действие будет выполнено в 3, 11 и 19 часов каждого дня. При сбросе питания следующее действие будет совершено в ближайшее время «будильника». Внимание! Work не должна быть дольше Period!
- Периоды на выбор: каждые 1, 5, 10, 15, 20, 30, 60 минут и 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24 часа
 - Привязка к реальному времени: да
 - Применение: полив в гидропонных системах, проветривание без датчика

Период	Раз в сутки	Когда срабатывает
1 мин	1440	Каждую минуту
3 мин	480	0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48, 51, 54, 57 мин. каждого часа
5 мин	288	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 мин. каждого часа
10 мин	144	0, 10, 20, 30, 40, 50 мин. каждого часа
15 мин	96	0, 15, 30, 45 мин. каждого часа
30 мин	48	0, 30 мин. каждого часа
1 час	24	Каждый час
2 часа	12	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 часа каждого дня (+ сдвиг на стартовый час)
3 часа	8	0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 часа каждого дня (+ сдвиг на стартовый час)
4 часа	6	0, 4, 8, 12, 16, 20 часов каждого дня (+ сдвиг на стартовый час)
6 часов	4	0, 6, 12, 18 часов каждого дня (+ сдвиг на стартовый час)
8 часов	3	0, 8, 16 часов каждого дня (+ сдвиг на стартовый час)
12 часов	2	0, 12 часов каждого дня (+ сдвиг на стартовый час)
24 часа	1	0 часов каждого дня (+ сдвиг на стартовый час)

3. **Day** – простой таймер на одно действие с привязкой к реальному времени, имеет настройку **Start** (0-23 часа) – время, с которого действие активно, и **Stop** (0-23 часа) – время, с которого действие не активно. При перезагрузке действие вернётся в нужное положение согласно текущему времени. Пример: таймер настроен на 6 и 20 часов (Start и Stop). Соответствующее текущему каналу и параметру Direction действие будет активно с 6 до 20 часов, и неактивно с 20 до 6 часов утра следующего дня. При внезапной перезагрузке система совершит действие так, как оно должно быть на этом отрезке времени, то есть из прошлого примера если в промежуток между 6 и 20 часами произойдёт внезапная перезагрузка, при запуске система активирует действие по каналу. Внимание! Start должен быть меньше Stop!
- Выбор времени: 0-23 часа, кратно 1 часу
 - Привязка к реальному времени: да
 - Применение: идеальный режим для освещения
4. **Sensor** – действие на основе датчика. С периодом опроса **Period** опрашивается выбранный датчик под названием **Sensor** и при превышении порогового значения **maxV** и выполняется действие согласно выбранному каналу (реле/серво/привод). Действие «отключится» при достижении величиной порога **minV**, таким образом реализован **гистерезис**. Period опроса задаётся в секундах или минутах (по мере увеличения). Датчик выбирается из списка: **Air t.** – температура воздуха, **Air h.** – влажность воздуха и 4 аналоговых датчика (влажности почвы) с **SENS_1** по **SENS_4**. Пороговое значение (minV и maxV) задаётся с 0 до 1023 с шагом 1 до значения 50 и с шагом 10 начиная от 50 (датчики влажности почвы имеют диапазон значений 0-1023). Например, выбран датчик температуры воздуха, период опроса 1 час и пороговое значение 25. Каждый час система проверяет температуру, при превышении 25 градусов будет выполнено

соответствующее каналу действие (включить реле, открыть окно). Через час будет снова произведена проверка.

- Применение: открытие/закрытие створок по температуре/влажности (привод), полив по влажности почвы, управление вентилятором/увлажнителем (реле) или заслонками (серво) по температуре/влажности.

Наст ройки каналов реле

1. **Direction** – как ведёт себя реле при активации по таймеру/датчику. **ВКЛ-ВЫКЛ** или **ВЫКЛ-ВКЛ**
2. **Type** – логика работы реле
 - **Relay** – канал реле ведёт себя как обычное реле, может использоваться для управления любой нагрузкой постоянного или переменного тока (управлять сетевыми устройствами): полив индивидуальными помпами, полив индивидуальными клапанами от источника воды под давлением, управления увлажнителями, обогревателями, вентиляторами, приборами освещения и всем другим подобным. Не зависит от других каналов.
 - **Valve** – тип канала реле для системы, где есть общая помпа/клапан от источника воды и несколько индивидуальных клапанов на полив разных участков. Канал реле, настроенный как клапан, одновременно со своей активацией (по таймеру/датчику) активирует другой канал/каналы, настроенный как **общий**.
 - **Common** – тип канала реле для системы, где есть общая помпа/клапан от источника воды и несколько индивидуальных клапанов на полив разных участков. Канал реле, настроенный как общий, не имеет настроек режима. Вместо этого он **активируется сам** одновременно с любым другим каналом, настроенным как **клапан**. Автоматически сам деактивируется при отсутствии неактивных каналов клапанов.

Наст ройки каналов серво

1. **Direction** – как ведёт себя серво при активации по таймеру/датчику. Поворот в направлении **МИН-МАКС** угол или наоборот, **МАКС-МИН** угол
2. **Пределы** – углы поворота серво от 0 до 180 градусов с шагом 10
3. Дополнительно: в скетче в секции настроек есть настройка максимальной скорости движения сервоприводов (SERVO1_SPEED и SERVO2_SPEED) и их ускорение на разгон и торможение (SERVO1_ACC и SERVO2_ACC). Я не стал вносить их в настройки сервисного меню и каналов, т.к. они не так часто нужны.

Наст ройки канала привода

1. **Направление** – как ведёт себя привод при активации по таймеру/датчику, **ОТКРЫТЬ-ЗАКРЫТЬ** или **ЗАКРЫТЬ-ОТКРЫТЬ**
2. **Таймаут** – время, которое будет подаваться сигнал на движение привода. Концевик (если он есть) прервёт движение привода

Меню с переводом

Главное меню, уровень вложенност и 0

1. **Service** (Сервис)
2. **Debug** (Экран отладки)
3. **Channel 0 – Channel 6** (Каналы реле 0-6)
 - **Mode** (Режим) - клик для перехода в настройки режима
 - **Direction** (Направление работы)
 - On-Off
 - Off-On
 - **Type** (Тип канала реле)
 - **Relay** (Реле)
 - **Valve** (Клапан)
 - **Common** (Общий)
4. **Servo 1 – Servo 2** (Каналы серво 1 и 2)

- **Mode** (Режим) - клик для перехода в настройки режима
- **Direction** (Направление работы)
 - Min-Max
 - Max-Min
- **Limits** (Пределы поворота)
 - Min
 - Max

5. Drive (Канал привода)

- **Mode** (Режим) - клик для перехода в настройки режима
- **Direction** (Направление работы)
 - Open-Close
 - Close-Open
- **Timeout** (Время движения)

Настройка режима, уровень вложенности 1

1. Timer (Простой периодичный таймер)

- **Period** (Время паузы, оно же период работы)
- **Work** (Время работы)
- **Left** (Осталось до следующего включения)

2. Timer RTC (Периодичный таймер с привязкой ко времени)

- **Period** (Период работы)
- **Work** (Время работы)
- **Start from** (Час, начиная с которого считается период)

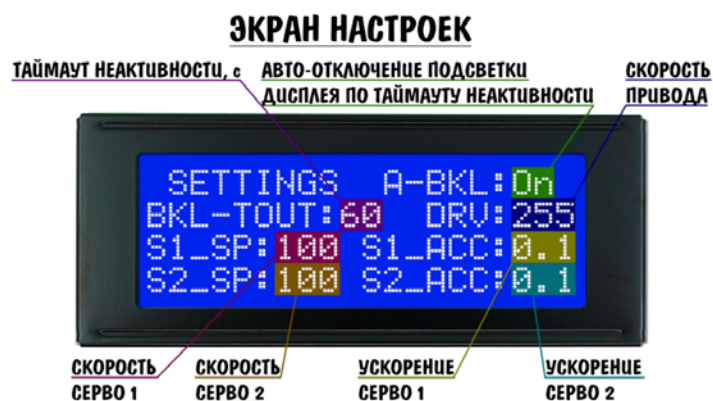
3. Day (Суточный таймер)

- **Start** (Час начала работы)
- **Stop** (Час окончания работы)

4. Sensor (Датчик)

- **Period** (Период опроса)
- **Sensor** (Выбор датчика)
- **Threshold** (Пороговое значение)

Описание интерфейса



ЭКРАН ОТЛАДКИ



ЭКРАН ВЫБОРА КАНАЛА



ЭКРАН НАСТРОЙКИ РЕЖИМА



ГРАФИК



Экран отладки

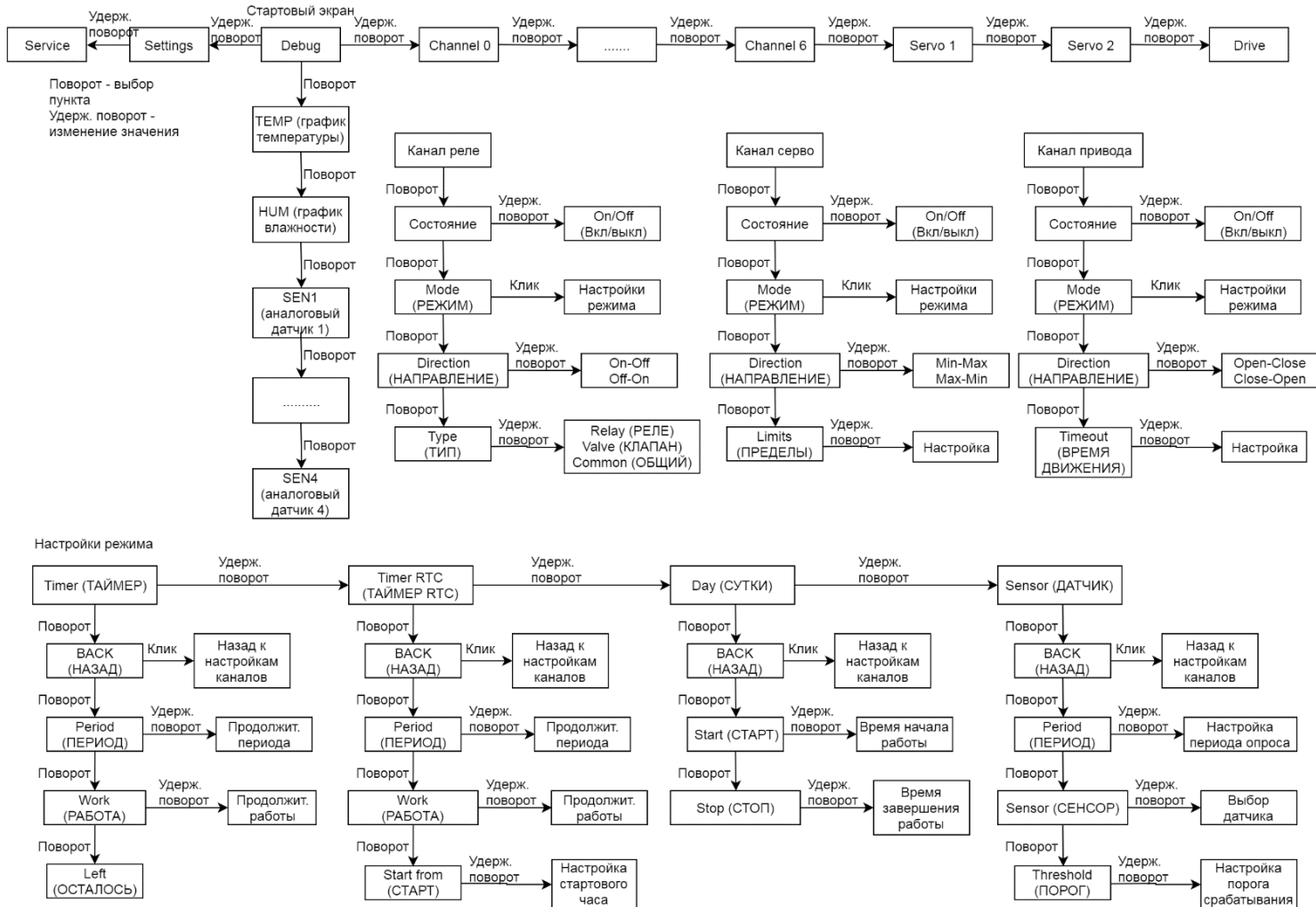
На экране отладки в реальном времени (период обновления – 1 секунда) отображаются состояния всех компонентов системы: позиции реле, серво и привода, показания всех датчиков, системное время и аптайм (время в сутках с момента последней перезагрузки).

Экран сервиса

На экране сервиса можно изменить положение любой железки (реле, серво, привод). Новое положение «существует» только при активном экране сервиса, при выходе с экрана сервиса всё железо вернётся на свои места согласно режиму. Пока активен режим сервиса – таймеры остановлены, т.е. действия по таймерам при активном экране сервиса не выполняются.

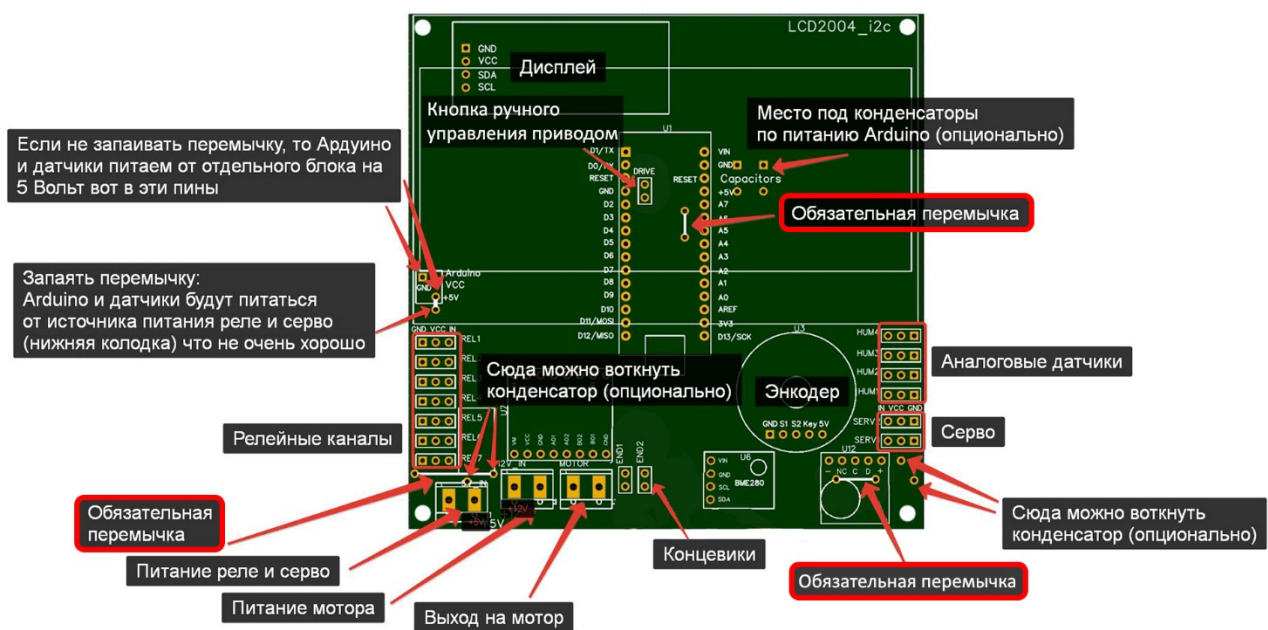
На экране сервиса можно также настроить время системы (оно обновится только при его изменении), общий период опроса датчиков **SP** (секунды) и период обновления графика **PP** (**DAY** – суточный график, **HR** – график за час, **MIN** – график за минуту)

Структурная схема меню



Карта печатной платы

Выходы и компоненты платы GyverControl

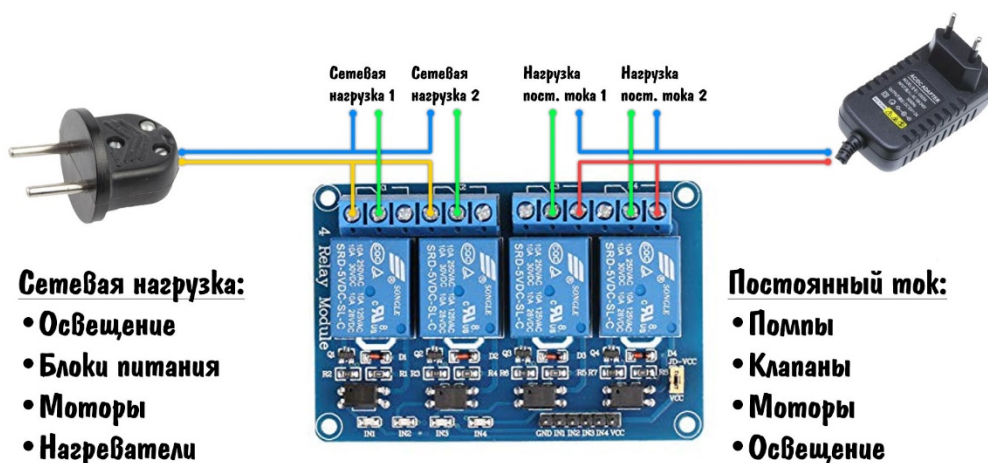


Советы по подключению реле

Несмотря на простоту и очевидность подключения нагрузки через реле, можно столкнуться с практически «магическими» проблемами, проявляющимися как глюки в системе контроллера, вплоть до зависания и перезагрузки, и неадекватное поведение дисплея. Рассмотрим типичное подключение нагрузки к реле:



Разные варианты подключения реле



Сетевая нагрузка:

- Освещение
- Блоки питания
- Моторы
- Нагреватели

Постоянный ток:

- Помпы
- Клапаны
- Моторы
- Освещение

Таким образом реле может управлять практически чем угодно, но проблемы возникают именно с **индуктивной нагрузкой**, причём как постоянного, так и переменного тока. При резком включении и отключении индуктивной нагрузки создаётся выброс, напряжение которого может в несколько раз превышать напряжение питания цепи, этот выброс провоцирует электромагнитные наводки в электрических цепях, которые приводят к сбоям в работе микроконтроллера и других компонентов. Индуктивной нагрузкой являются моторы (приводы, помпы) и соленоиды (электромагниты, соленоидные клапаны и проч.). Коммутация такой нагрузки без защиты от выбросов будет приводить к сбоям в работе контроллера, поэтому давайте рассмотрим несколько способов более-менее защиты от таких проблем.

Что почитать по теме:

- <https://habr.com/ru/company/unwds/blog/390601/>
- <https://www.elec.ru/articles/mery-po-zashite-kontaktov-rele-ot-povrezhdeniya-du/>

Постоянный ток

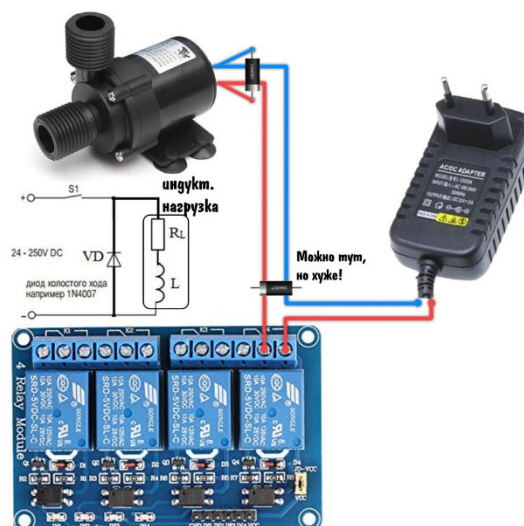
Самые жизненные примеры – помпа и клапан на 12V, которые управляются от блока питания. Самый первый и **обязательный** шаг к защите от индуктивных выбросов – диод, установленный встречно-параллельно индуктивной нагрузке. Диод рекомендуется припаивать **как можно ближе к нагрузке**, а не к реле, чтобы между нагрузкой и диодом было как можно меньше проводов. Это рекомендация, совсем необязательно резать провод у помпы под корень и ставить туда диод – можно разместить диод непосредственно у выводов реле, **такой вариант тоже будет работать, но хуже**.

AG Защита диодом (пост. ток)

- Рабочий ток и обратное напряжение диода должны быть сравнимы с номинальным напряжением и током нагрузки.

Для нагрузок с рабочим напряжением до 250 VDC и рабочим током до 5 А вполне подходит распространенный кремниевый диод 1N4007

- Выводы диода должны быть как можно короче
- Диод следует припаивать (привинчивать) непосредственно к индуктивной нагрузке, без длинных соединительных проводов — это улучшает ЭМС при процессах коммутации



Пост оянный и переменный т ок

Очень распространённым способом защиты цепи является RC цепь (она же искрогасящая цепь, снаббер), представляющая собой резистор и конденсатор. RC цепь можно поставить параллельно выводам реле (т.е. последовательно с нагрузкой), что очень удобно.

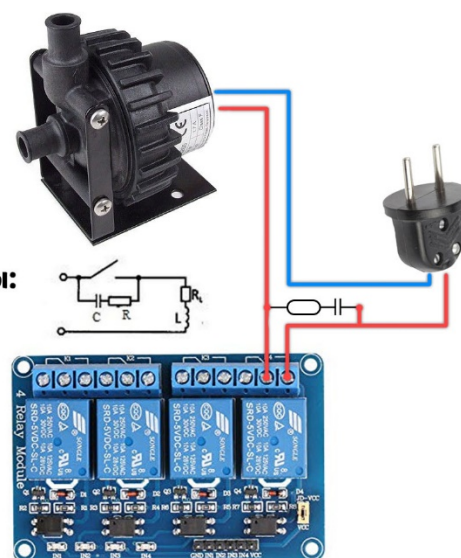
AG RC цепь

- Для цепей постоянного тока 12V будет достаточно просто поставить керамический конденсатор ёмкостью 0.1 мкФ параллельно выводам реле
- Для коммутации сетевого напряжения в большинстве случаев подходят номиналы:
резистор: 50-100 Ом, 1 Вт
конденсатор: 0.1 мкФ, 400 V

- Можно пользоваться формулами:

$$C = \frac{I^2}{10}; \quad R = \frac{E_0}{10 \times I \times (1 + \frac{50}{E_0})};$$

где I - ток нагрузки, E₀ - напряжение

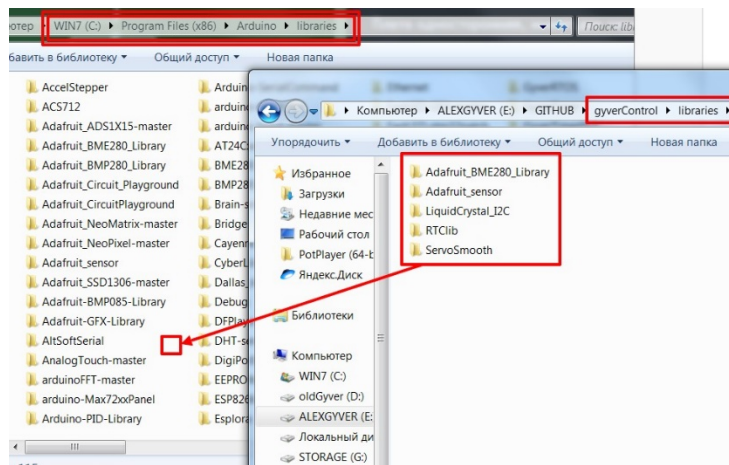


Переменный т ок

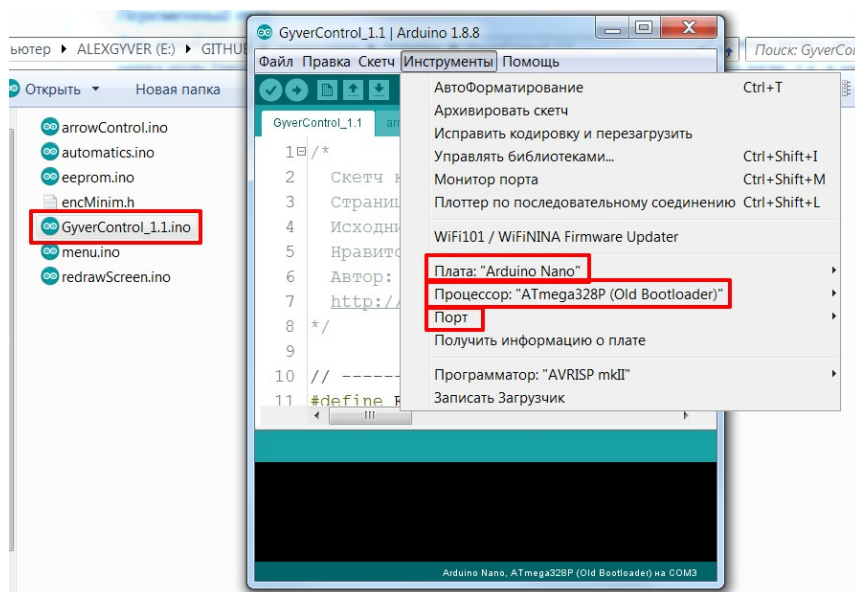
Для цепей переменного тока есть ещё один совет: используйте твердотельные реле с детектором перехода через ноль (zero detection, zero-cross), они также называются «бесшумные» реле, т.к. в них коммутация происходит в момент перехода напряжения через ноль, и выброс практически равен нулю.

Ещё раз, инструкция по загрузке прошивки

1. Изучить подробный гайд для новичков (<https://alexgyver.ru/arduino-first/>)
 - a. Установить свежую Java
 - b. Установить свежую Arduino IDE
 - c. Установить драйвер CH340
2. Скопировать библиотеки из папки проекта **libraries** и вставить в папку **libraries**, находящуюся по пути C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries



3. Открыть актуальную версию прошивки из папки проекта **firmware**. В папке должны содержаться все остальные файлы, которые были там на момент скачивания архива!
4. Настроить Arduino IDE:
 - a. Плата – **Arduino Nano**
 - b. Процессор – **Atmega328P (Old Bootloader)**
 - c. Порт – порт, к которому подключена плата



5. Нажать загрузить
6. При возникновении ошибки загрузки или ошибки компиляции **читать каждую букву** в гайде для новичков <https://alexgyver.ru/arduino-first/>

Изменения в версиях

- **Версия 1.1** – начальная версия
- **Версия 1.2**
 - Оптимизация Flash памяти для дальнейших доработок
 - 5% за счёт упрощения логики работы **EEPROM**
 - 1% за счёт оптимизации вывода на дисплей
 - 7% за счёт избавления от класса **String**
 - Добавлен автоматический переход в окно DEBUG по таймеру неактивности
 - В этот же момент настройки **автоматически сохраняются**
 - Исправлена критическая ошибка в построении графиков
 - Добавлена настройка **периода графика** (сутки, час, минута)
 - График меняется в реальном времени
 - К режиму "по сенсору" добавлен **гистерезис**

- В настройках режима «Sensor» вместо настройки Threshold (как в версии 1.1) теперь две настройки – **minV** и **maxV**. Обе настройки отвечают за пороговое значение с гистерезисом. Логика такая: если величина с датчика больше **maxV** – канал включается, если меньше **minV** – выключается.