

двухканальная паяльная станция
от Am0k

ИНСТРУКЦИЯ



Am0k

25.12.2025

Оглавление

Общие технические характеристики.	2
Подключение станции.	3
Подключение подставки с детектированием наличия инструмента.	6
Алгоритм работы.	7
Меню и управление станцией.....	8
Меню загрузки.....	8
Основное меню.	9
Меню настроек.	11
Меню настройки пресетов паяльника.....	14
Меню настройки пресетов термофена.....	15
Меню настройки инструментов.	16
Калибровка инструментов.....	17
Справочная информация.	19
Внешний вид печатных плат.....	19
Размеры.....	21
Алгоритм обработки нажатия кнопок.	22
Алгоритм обработки завершения импульса ШИМ нагрева.	22
Алгоритм работы АЦП и ШИМ.	23

Общие технические характеристики.

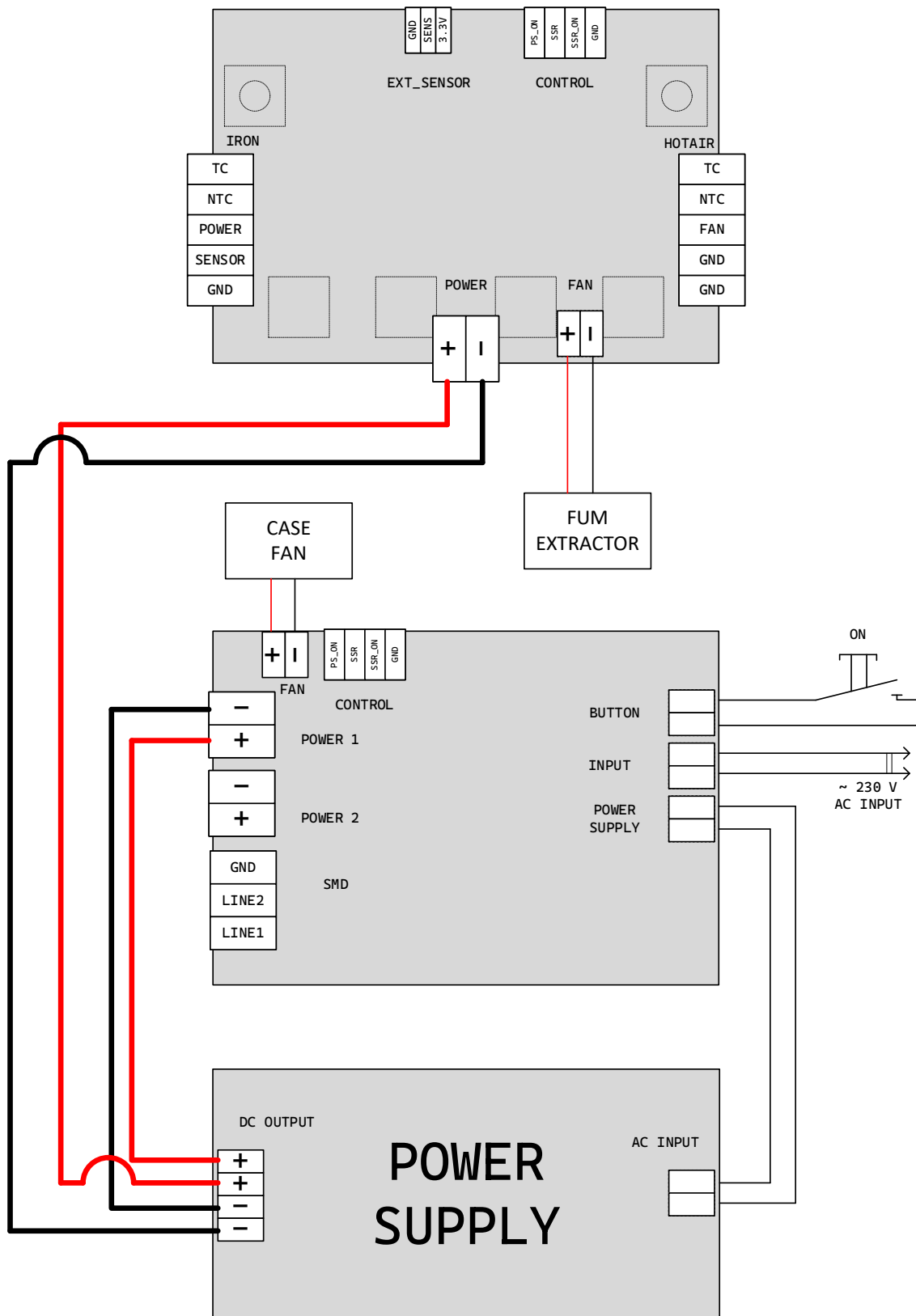
Паяльная станция Helga основана на микроконтроллере от фирмы STMicroelectronics STM32F401RCT6 и создана для одновременной работы с паяльником и термофеном. Она скомпонована на 2 печатных платах размером 100x70 мм. На первой (основной) печатной плате расположены: схема формирования вторичных напряжений питания, микроконтроллер и его обвязка, схема формирования входных сигналов АЦП на базе rail-to-rail ОУ, ключи управления нагрузкой (нагреватель паяльника, турбина фена, внешний вентилятор-дымоуловитель), кнопки управления, энкодеры, цветной LCD экран 1.77", разъемы для подключения. На второй печатной плате расположены элементы, касающиеся цепи питания 220В: реле включения блока питания паяльной станции, реле подключения ручки фена, симисторный драйвер управления нагревателем фена.

Основные особенности:

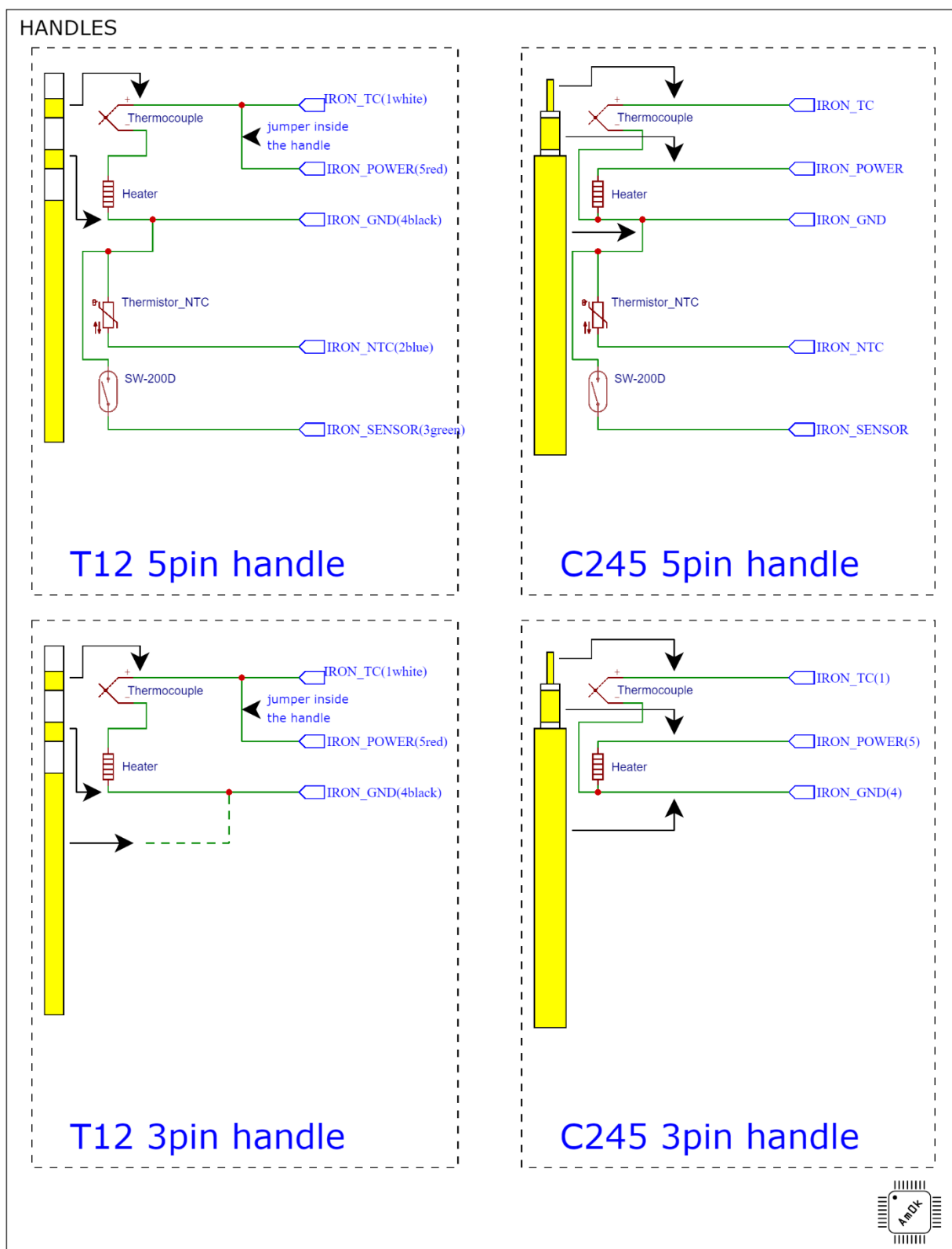
- Напряжение питания 12-24 вольт от внешнего источника питания
- Одновременное подключение паяльника и термофена
- Возможность работы с жалами-картриджами с последовательным подключением нагревателя и термопары (как T12) или с общей землей нагревателя и термопары (как C245)
- PID управление мощностями нагревателей паяльника и термофена
- Широкий спектр доступных настроек для тюнинга станции под свои нужды

Подключение станции.

Для подключения станции потребуется блок питания напряжением 12-24 вольта, обеспечивающий мощность для выбранного типа жал, а также дополнительные 100 мА на нужды станции и ток, необходимый для внутреннего кулера обдува, турбины термофена, вентилятора дымоуловителя. По умолчанию в станции установлен предохранитель 10А типоразмера 1808, который может быть заменен при необходимости.

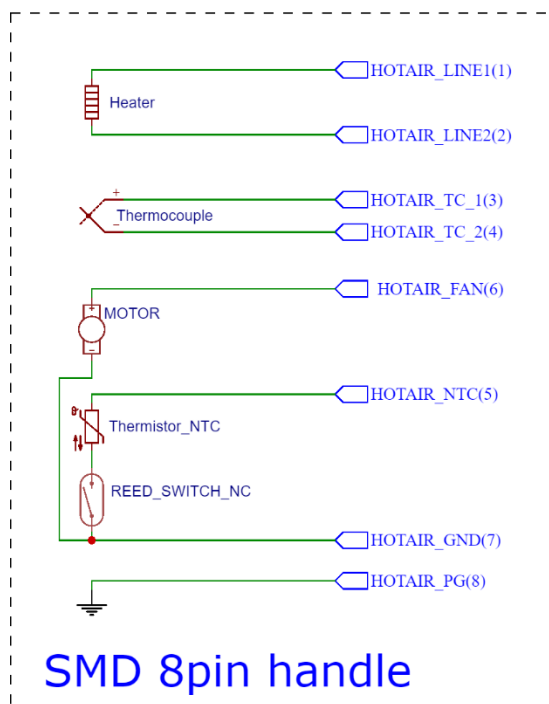


При отсутствии возможности подключения к блоку питания одновременно двух потребителей, на дополнительной плате предусмотрен разъем POWER 2, по сути являющийся дублирующим для POWER 1. В таком случае к блоку питания подключается только дополнительная плата, а основная подключается к разъему POWER 2.



Рукоятки паяльника могут быть подключены по 3-ех, 4-ех или 5-ти проводной схеме, в зависимости от наличия внутреннего NTC резистора в рукоятке и датчика вибрации.

HANDLES

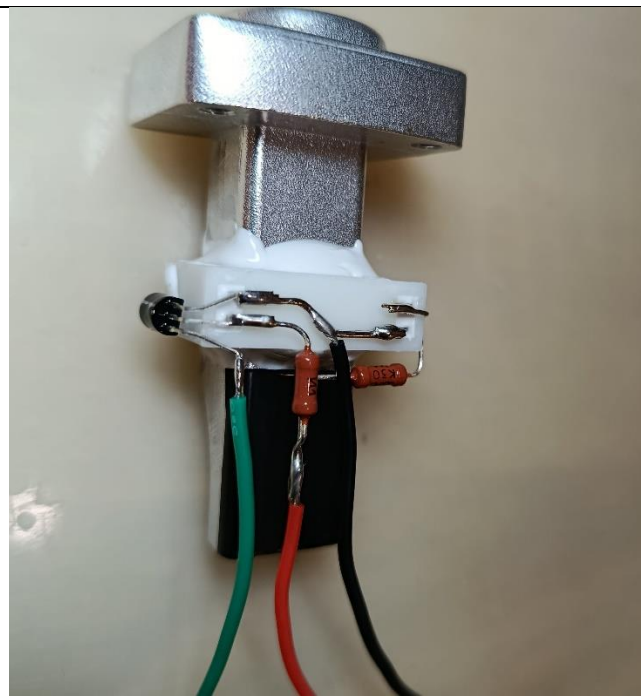
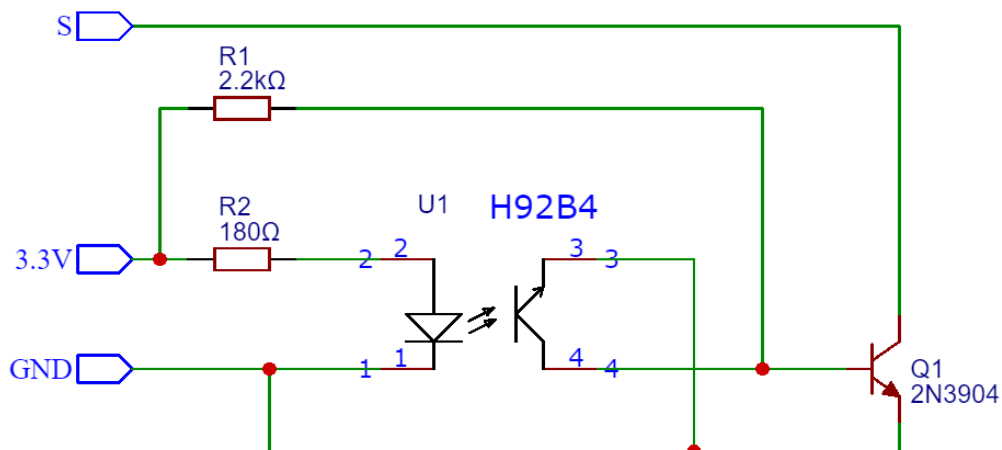


Рукоятка термофена подключается по 8 проводной схеме. Сигналы LINE1, LINE2 и PG берутся с разъема дополнительной печатной платы. Отрицательный вывод термопары подключается на один из выводов GND разъема HOTAIR основной печатной платы.

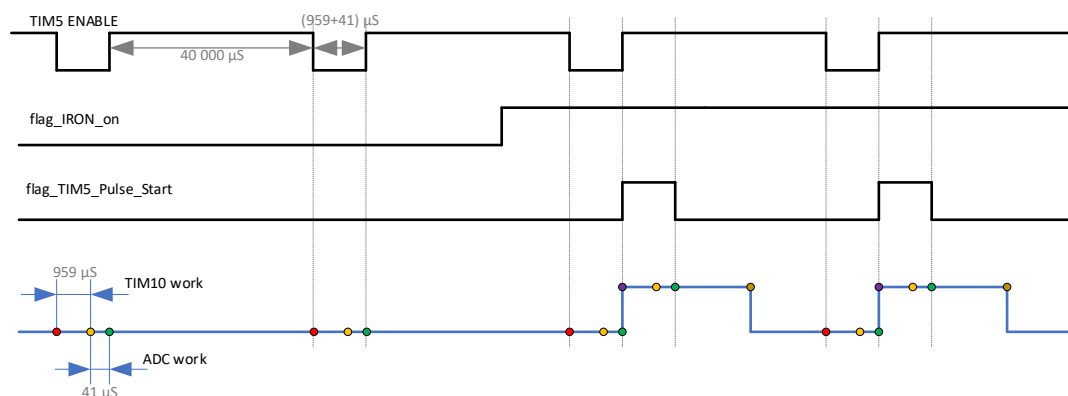
Так же между печатными платами устанавливается шлейф для управления дополнительной печатной платой (разъемы CONTROL, одноименные сигналы соединяются друг с другом).

Подключение подставки с детектированием наличия инструмента.

К станции может быть подключена подставка с детектированием наличия инструмента в ней. Подключение производится к разъему EXT_SENSOR. Сигнал SENS по умолчанию подтянут к 3.3В линии питания. Подтягивание его к земле будет воспринято станцией как установка ручки паяльника в подставку. Наиболее удачным и безопасным решением будет применение фотопары:



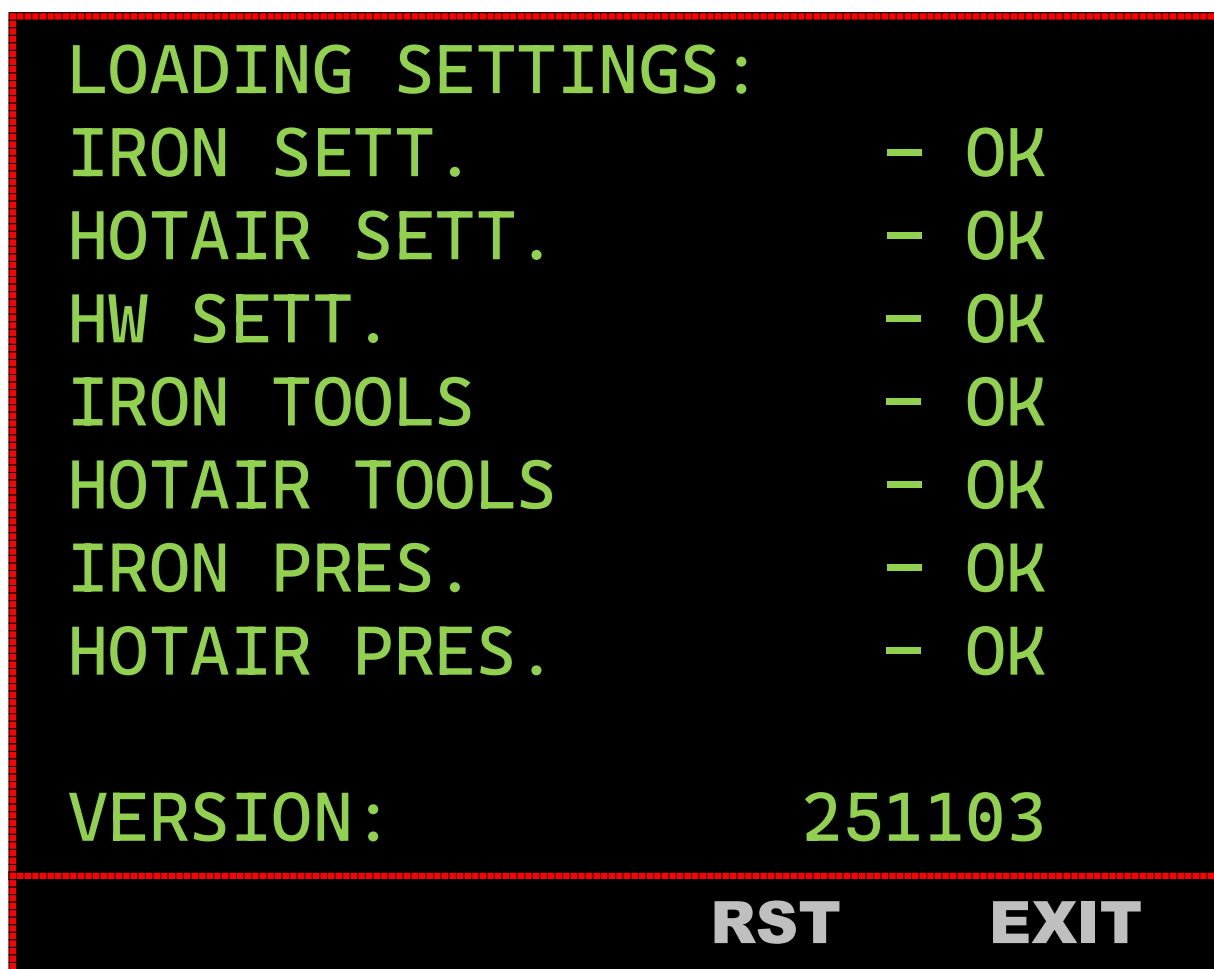
Алгоритм работы.



Алгоритм работы станции рассчитан на работу как с жалами, имеющими последовательное соединение термопары и нагревателя, так и с трех-контактными жалами с общим минусом для термопары и нагревателя. Частота ШИМ сигнала составляет 25 Гц. По завершению каждого периода ШИМ осуществляется задержка длительностью 959 мкс., после которой начинает свою работу АЦП. По завершению работы АЦП вновь следует запуск импульса ШИМ и одновременно сигнала задержки для нового измерения, на этот раз уже во время непосредственного нагрева (в случае его включения) измеряется ток, текущий через нагреватель жала. При завершении положительного импульса ШИМ, если АЦП еще не завершил работу, устанавливается флаг, указывающий на слишком короткий импульс для достоверного измерения тока. Подробные блок-схемы работы ПО в части, касающейся работы АЦП и ШИМ, приведены в справочной информации.

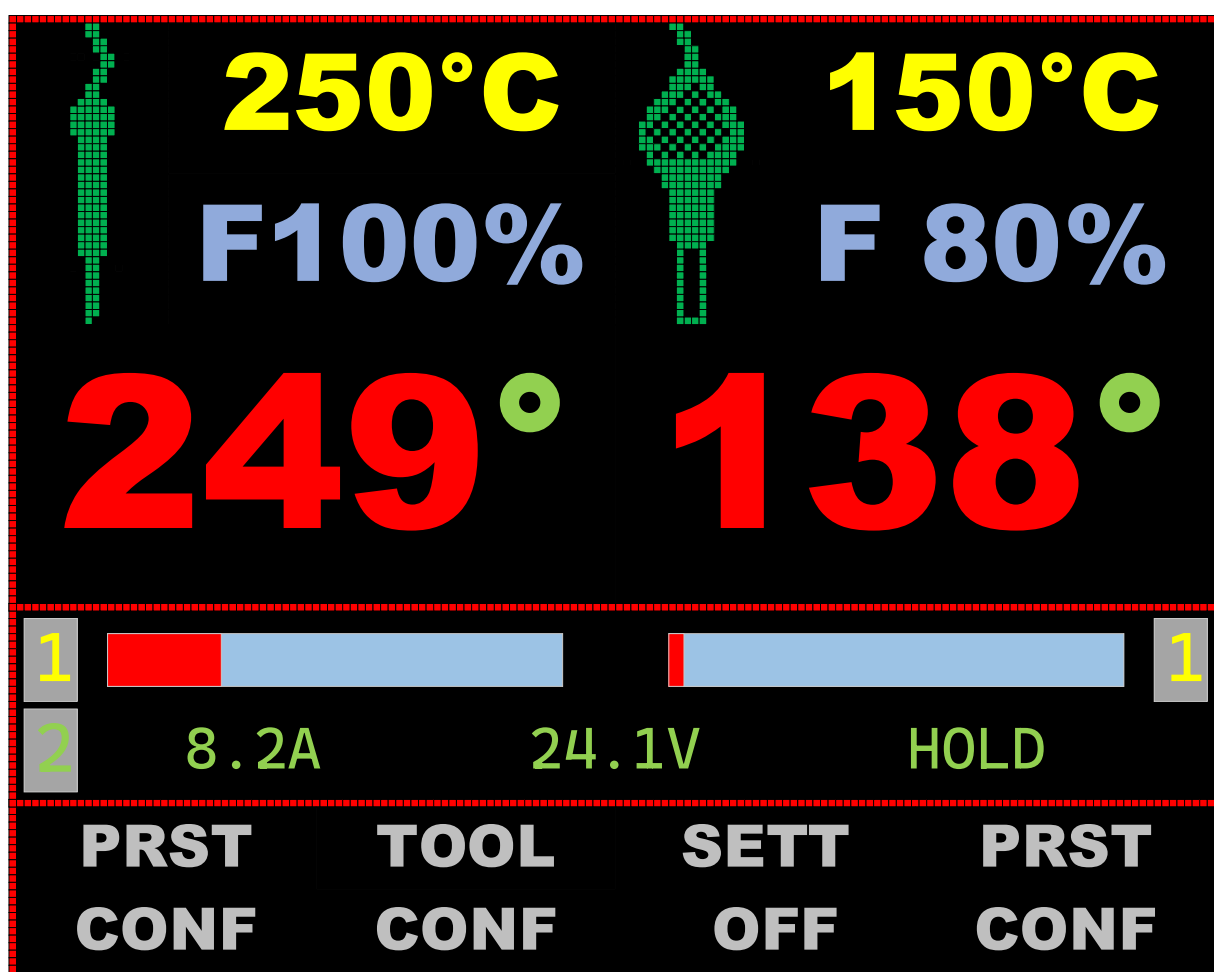
Меню и управление станцией.

Меню загрузки.



При включении станции на экране появится меню загрузки. В нем будут отображены параметры успешности загрузки всех сохраняемых в EEPROM настроек. В случае успешной загрузки напротив блока настроек появится надпись OK, в случае, если настроек нет (они ни разу не были сохранены в EEPROM), будут загружены настройки по-умолчанию для данного блока, и появится надпись FAIL. Внизу экрана будет отображена версия прошивки. Доступные кнопки: RST для полной очистки EEPROM и установки настроек по-умолчанию, EXIT для мгновенного выхода из меню без ожидания автоматической загрузки следующего меню.

Основное меню.



Находясь в основном меню, экран разделен на несколько зон в соответствии с их назначением.

В верхней левой части экрана отображаются параметры, касающиеся паяльника: установленная температура, установленная скорость работы вентилятора-дымоуловителя, реальная температура. Отображаемое значение реальной температуры меняет цвет в зависимости от того, включен ли нагрев (красный при включении, зеленый при отключении нагрева).

В верхней правой части экрана отображаются параметры, касающиеся термофена: установленная температура, установленная скорость работы турбины, реальная температура. Отображаемое значение реальной температуры меняет цвет в зависимости от того, включен ли нагрев (красный при включении, зеленый при отключении нагрева).

В средней части экрана отображаются: индикатор подаваемой на нагреватели паяльника (слева) и термофена (справа) мощности. Также отображаются номер установленного пресета и установленного инструмента для паяльника слева, и установленного пресета для термофена справа. Ниже находится справочная информация: потребляемый нагревателем жала паяльника ток или его состояние (**HOLD** при удержании температуры сна, ----- при отключении инструмента из за неиспользования), напряжение блока питания, состояние термофена.

В нижней части расположена подсказка по управлению станции с помощью кнопок, где верхний ряд – короткое нажатие соответствующей кнопки, нижний ряд – длинное нажатие, список приведен слева направо:

PRST – переключение пресетов для паяльника

CONF – меню настройки пресетов паяльника

TOOL – переключение предварительно откалиброванных инструментов (жал) для паяльника

CONF – меню настройки инструментов

SETT – меню настроек станции

OFF – отключение станции

PRST – переключение пресетов для термофена

CONF – меню настройки пресетов термофена

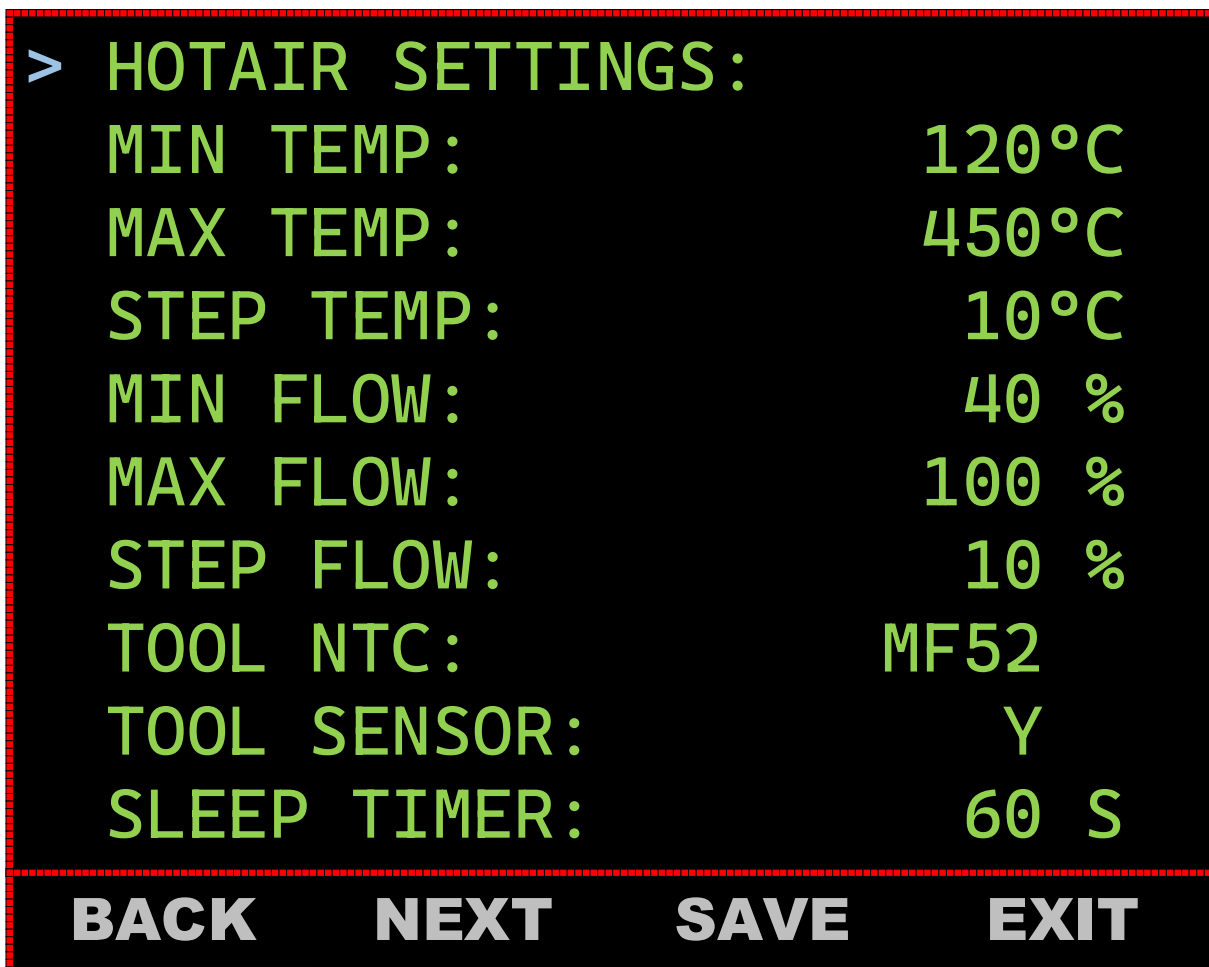
Левый энкодер меняет параметры, касающиеся паяльника: установленную температуру и обдув вентилятора-дымоуловителя. Короткое нажатие энкодера переключается между параметрами (температура или нагрев), длинное включает и выключает нагрев.

Правый энкодер меняет параметры, касающиеся термофена: установленную температуру и скорость турбины. Короткое нажатие энкодера переключается между параметрами (температура или нагрев), длинное включает и выключает нагрев.

Меню настроек.

В меню настроек вы можете настроить основные параметры станции. Кнопки **BACK** и **NEXT** перемещают курсор > выбора параметра. Кнопка **SAVE** сохраняет блок настроек в EEPROM, кнопка **EXIT** закрывает меню и переводит экран в режим отображения основного меню.

Вращая правый энкодер при установленном на название страницы настроек курсоре вы можете переключать страницы настроек между **HOTAIR SETTINGS**, **IRON SETTINGS**, **HW SETTINGS**. Если же курсор установлен на одном из пунктов настроек, то его вращение приведет к изменению значения.



Доступные в меню **HOTAIR SETTINGS** настройки:

MIN TEMP – минимальная температура, которую можно установить

MAX TEMP – максимальная температура, которую можно установить

STEP TEMP – шаг изменения температуры

MIN FLOW – минимальный поток воздуха, который можно установить

MAX FLOW – максимальный поток воздуха, который можно установить

STEP FLOW – шаг изменения потока воздуха

TOOL NTC – выбор NTC, установленного в рукоятке. N означает отсутствие NTC, в таком случае для подсчета температуры холодного спая будет использован NTC, установленный в станции

TOOL SENSOR – установлен ли в ручке сенсор

SLEEP TIMER – время, через которое термофен перейдет в режим HOLD, будучи установленным в подставку

>

IRON SETTINGS:

MIN TEMP:	120°C
MAX TEMP:	450°C
STEP TEMP:	10°C
MIN FLOW:	40 %
MAX FLOW:	100 %
STEP FLOW:	10 %
TOOL NTC:	N
TOOL SENSOR:	N
SLEEP TIMER:	60 S

BACK

NEXT

SAVE

EXIT

Настройки подменю IRON SETTINGS аналогичны. Если TOOL SENSOR установлен в N (в ручке нет сенсора), то будет использован внешний сенсор (активная подставка).

```

>      HW SETTINGS:
INT NTC:                MF52
0 CURRENT:              2290
K CURRENT:              100
K VOLTAGE:              100
K INT NTC:              100
K IRON NTC:             100
K HOTAIR NTC:           100
TIME OFF:               1200 S
OVERTCURRENT:           8 A

BACK      NEXT      SAVE      EXIT

```

Страница настроек HW SETTINGS содержит следующие пункты:

INT NTC – выбор встроенного в плату станции NTC

0 CURRENT – показания АЦП для нулевого тока ACS712-20A

K CURRENT – коэффициент коррекции для измерения тока жала

K VOLTAGE – коэффициент коррекции для измерения напряжения блока питания

K INT NTC – коэффициент коррекции для измерения температуры встроенным NTC

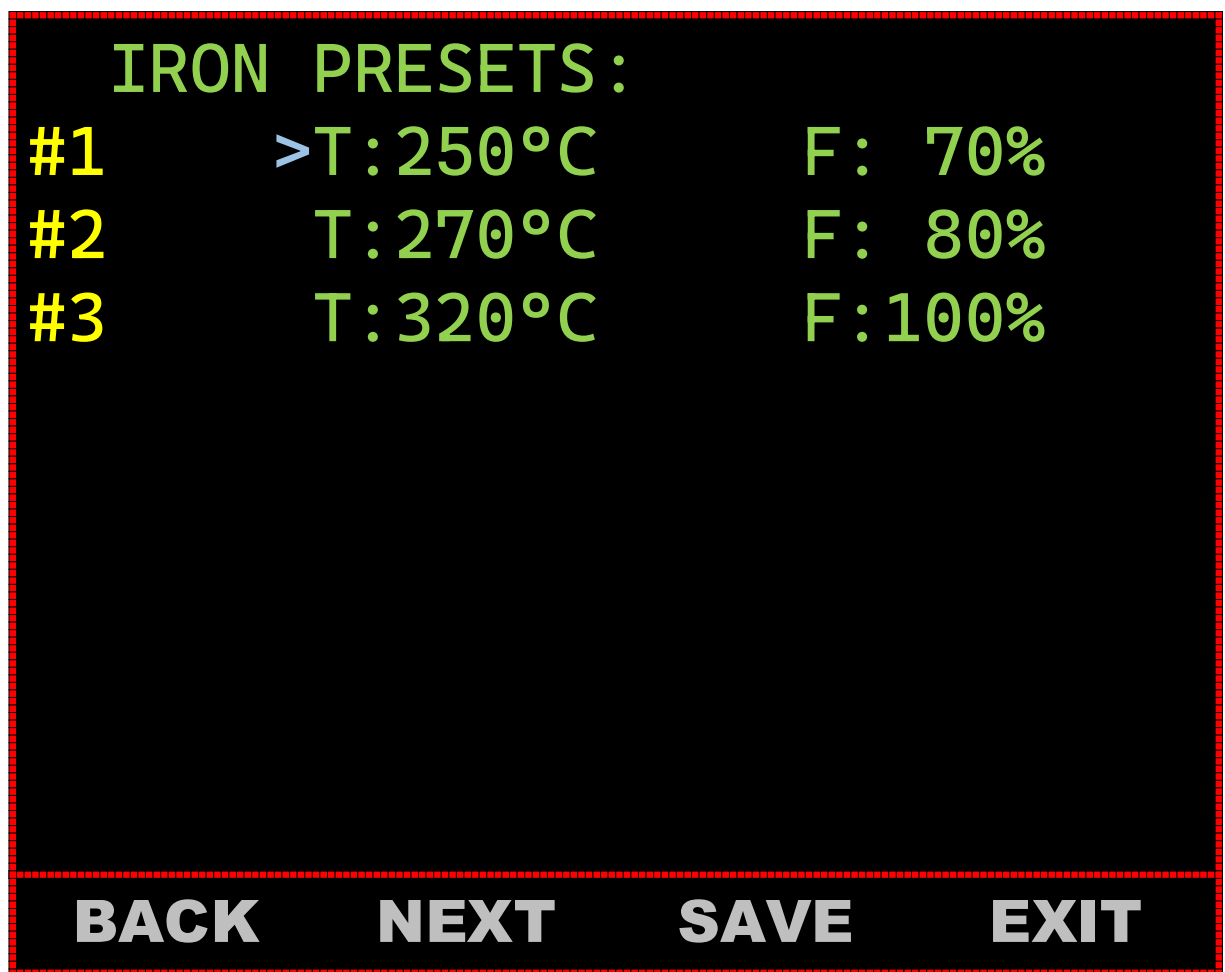
K IRON NTC – коэффициент коррекции для измерения температуры NTC, встроенным в рукоятку паяльника

K HOTAIR NTC – коэффициент коррекции для измерения температуры NTC, встроенным в рукоятку фена

TIME OFF – время перехода инструмента из режима HOLD в режим OFF

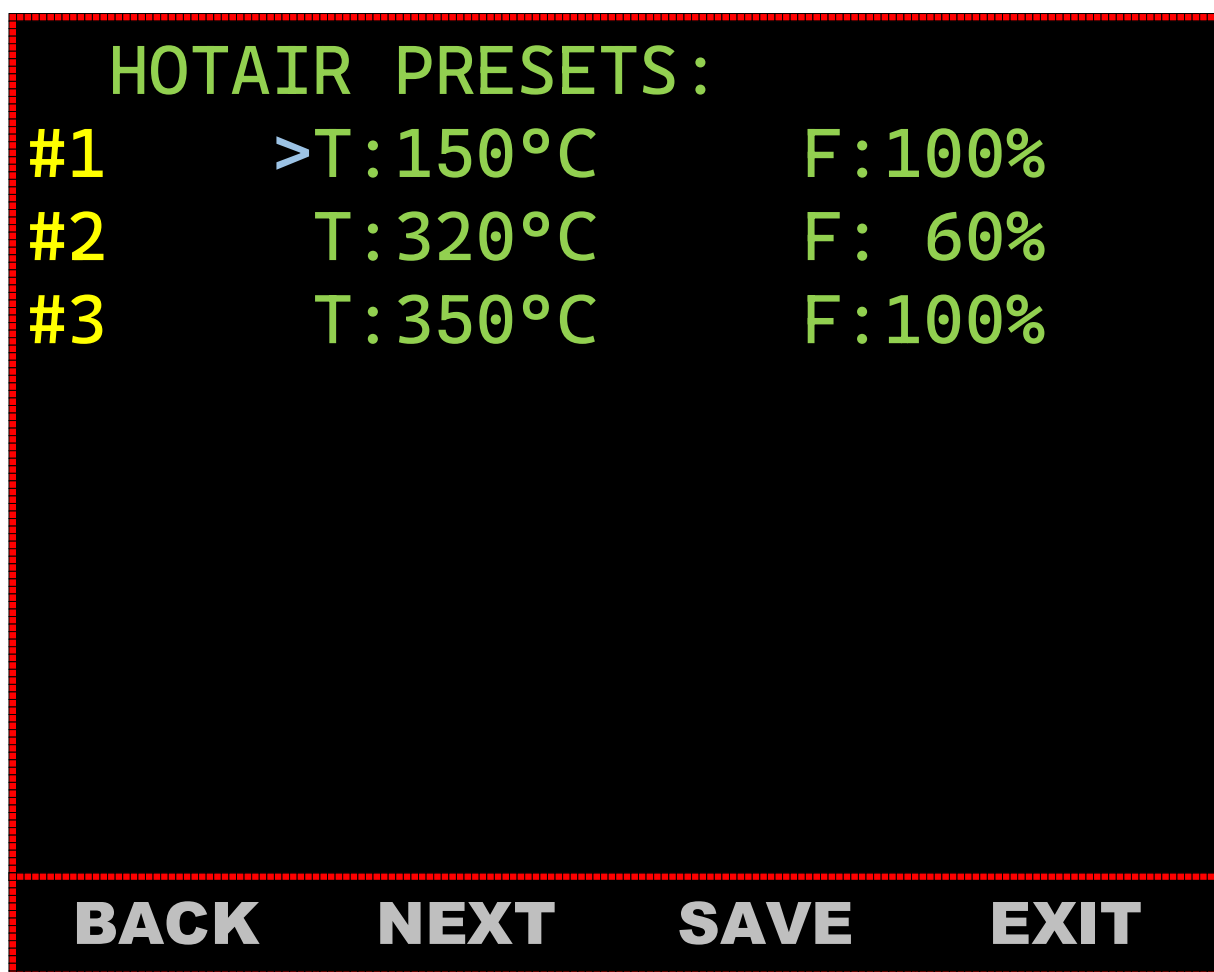
OVERTCURRENT – максимальное значение тока жала паяльника. При превышении нагрев прекращается.

Меню настройки пресетов паяльника.



В меню настройки пресетов паяльника можно сохранить 3 различных пресета. Кнопками BACK и NEXT осуществляется навигация по меню, вращение правого энкодера меняет значение выбранного параметра.

Меню настройки пресетов термофена.



В меню настройки пресетов паяльника можно сохранить 3 различных пресета. Кнопками BACK и NEXT осуществляется навигация по меню, вращение правого энкодера меняет значение выбранного параметра.

Меню настройки инструментов.

> TOOL: IRON#1

P:	200
I:	100
D:	200
ADC (Δ 0°C):	90
ADC (Δ 120°C):	600
ADC (Δ 240°C):	1330
ADC (Δ 360°C):	2040
026°C Δ 120°C	612

BACK NEXT SAVE EXIT

В меню настройки инструментов навигация осуществляется стандартным способом. При выборе заголовка меню вращение правого энкодера меняется инструмент (термофен и 5 вариантов жал паяльника). Кнопки **BACK** и **NEXT** перемещают курсор выбора пункта меню вверх и вниз соответственно. Доступные пункты меню:

P – коэффициент P для PID регулятора выбранного инструмента

I - коэффициент I для PID регулятора выбранного инструмента

D - коэффициент D для PID регулятора выбранного инструмента

ADC (Δ 0°C) - ADC (Δ 360°C) – показания АЦП при заданной дельте температуры термопары и холодного спая.

Ниже расположены значения: температура холодного спая (зеленым), дельта температуры термопары и холодного спая (красным) и текущие показания АЦП (желтым). Под ними расположена шкала коррекции. Подробнее о функциональном назначении данной страницы настроек рассказано в главе “Калибровка инструментов”.

Калибровка инструментов.

Для калибровки инструментов перейдите в меню настройки инструментов и выберите в заголовке требуемый инструмент.

Для базовой настройки PID регулятора сначала установите коэффициенты P, I, D в ноль.

P – пропорциональная составляющая воздействия вашего регулятора. Ее значение пропорционально отклонению регулируемой величины (температуры в нашем случае) от заданного значения. Сама по себе пропорциональная составляющая не способна привести к стабилизации системы. По мере увеличения составляющей будет происходить перерегулирование в виде появления вначале незатухающих колебаний, а затем и вовсе колебаний с нарастающей амплитудой. Идеально подобранный коэффициент P позволит стабилизироваться системе в состоянии небольшого недогрева с незначительными колебаниями. Так, при выставленной температуре в 250°C, постепенным увеличением коэффициента P будет необходимо добиться выхода системы на температуру 245-249°C с незначительными колебаниями (не более 5°C). Это наиболее важный этап настройки регулятора, и он потребует нескольких итераций. Просто увеличивайте коэффициент P, возвращайтесь в главное меню и следите за изменениями в стабильности системы.

I - интегрирующая составляющая, она пропорциональна интегралу по времени от отклонения регулируемой величины. Ее основное значение – компенсация статической ошибки в виде небольшого недогрева, полученного при настройке коэффициента P. Необходимо столь же плавно увеличивать ее до тех пор, пока система не начнет стабилизироваться вокруг установленной температуры с незначительными (1-2°C) колебаниями. Слишком малое значение коэффициента I не позволит системе достигнуть заданной температуры. Однако чрезмерное значение коэффициента приведет к увеличению инертности системы, что подходит для термофена, но не для жала паяльника.

D - дифференцирующая составляющая, она пропорциональна темпу изменения отклонения регулируемой величины и предназначена для противодействия отклонениям от целевого значения. Именно эта составляющая будет “сопротивляться” резкому изменению температуры. Однако, это будет выражаться не только в значительном увеличении подаваемой мощности во время просадки температуры при касании крупного медного полигона жалом паяльника, но и при резком возвращении температуры в момент прекращения значительного отбора тепла. Для точного подбора этого коэффициента потребуются практическое применение паяльника с возможно большим отбором тепла. Увеличивайте коэффициент от нуля до значения, при котором система не уходит в перерегулирование и не начинаются выбросы температуры. Для термофена этот коэффициент имеет наименьшее практическое значение.

Несмотря на то, что регулировка коэффициентов PID долгий и порой неоднозначный по выводам процесс, именно тонкий подбор коэффициентов позволит раскрыть полный потенциал инструмента.

Тарирование термопары инструмента необходимо производить после калибровки PID и получения на выходе регулятора стабильной температуры.

На полностью холодном инструменте установите ADC ($\Delta \theta^{\circ}\text{C}$) равное текущим показаниям АЦП.

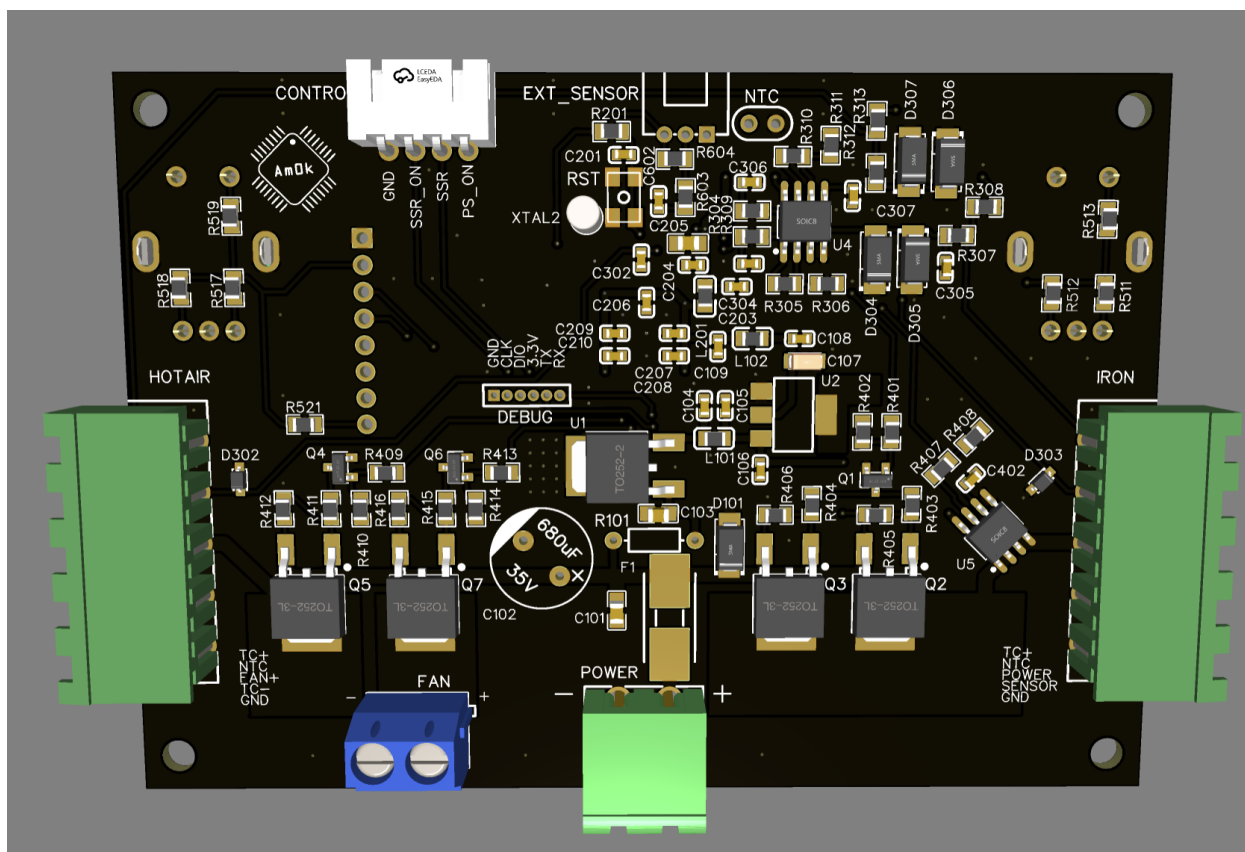
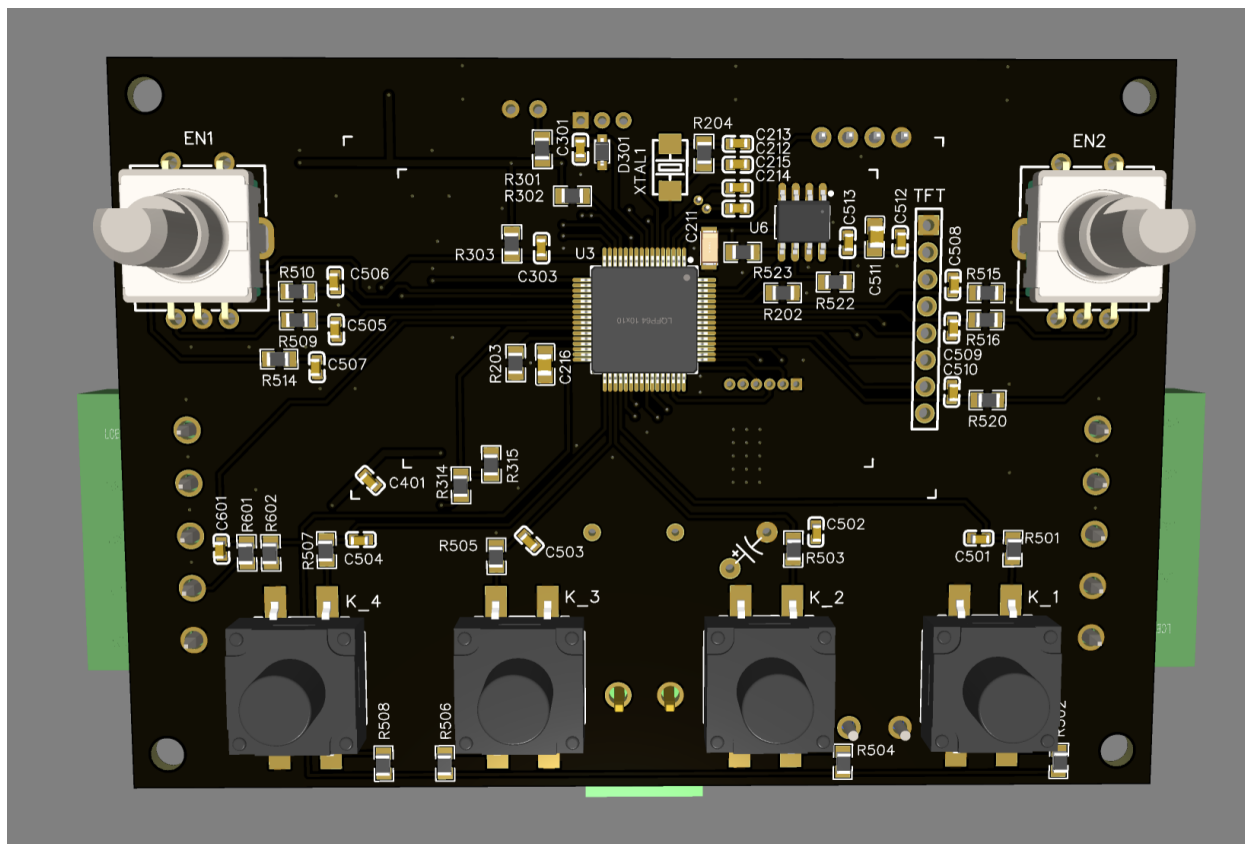
При переходе на пункт ADC ($\Delta 120^{\circ}\text{C}$) начнется нагрев инструмента до температуры ($T_{ntc} + 120$)°C. Добейтесь стабилизации температуры и начните контроль реальных значений

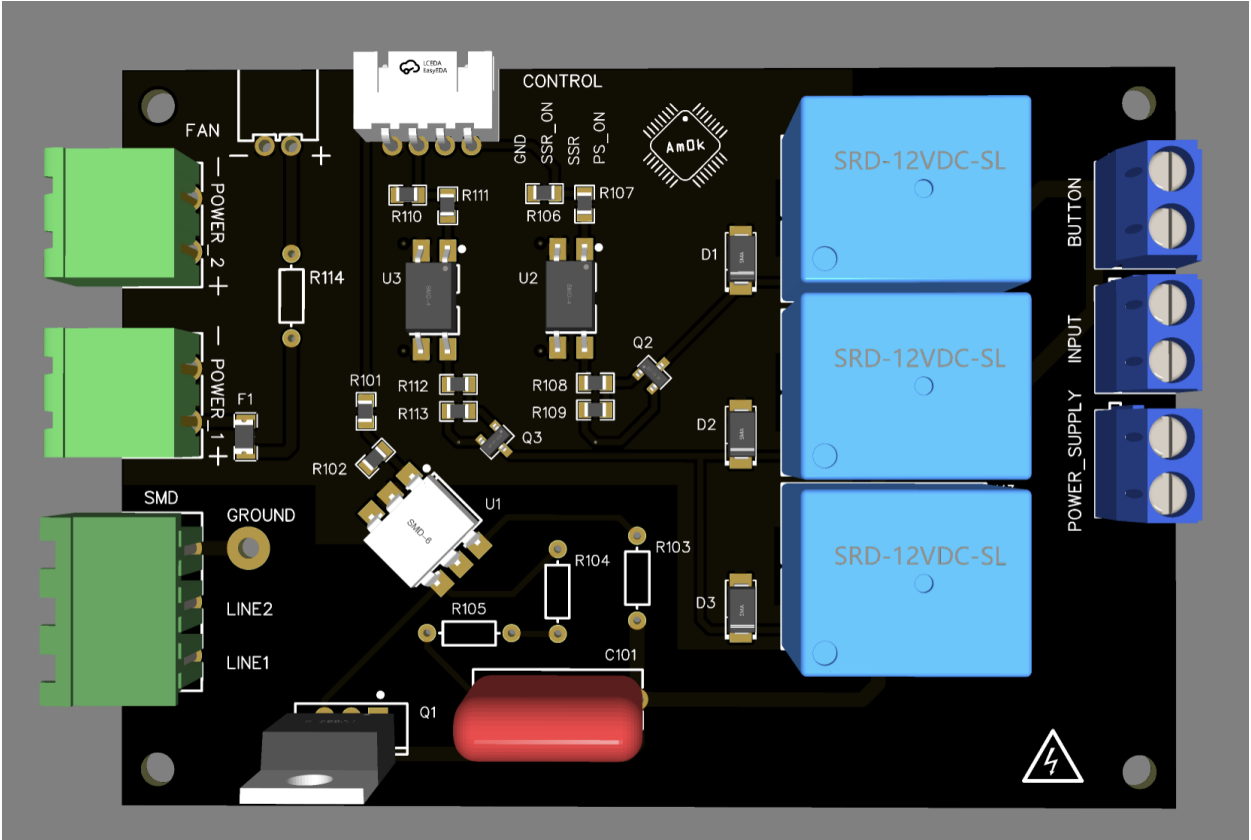
температуры внешним измерительным прибором. Используйте легкоплавкие припои (сплав Вуда, сплав Розе) для калибровки по крайней мере этой точки тарирования. Вращая левый энкодер, вы можете увеличивать и уменьшать установленную температуру, нижняя цветная шкала соответствует вносимой вами поправке. Необходимо добиться стабильных показаний реальной температуры, соответствующих $(T_{ntc} + 120)^{\circ}\text{C}$, после чего вращением правого энкодера ввести установившееся значение АЦП. Если достигнуты границы возможной поправки, можно сохранить достигнутый результат, выйти из меню, и затем вернуться в него вновь. Это вновь установит поправку в 0 (середина шкалы), однако установленная температура будет уже больше соответствовать реальной за счет обновленного значения АЦП.

Повторите предыдущий пункт для пунктов ADC ($\Delta 240^{\circ}\text{C}$) и ADC ($\Delta 360^{\circ}\text{C}$).

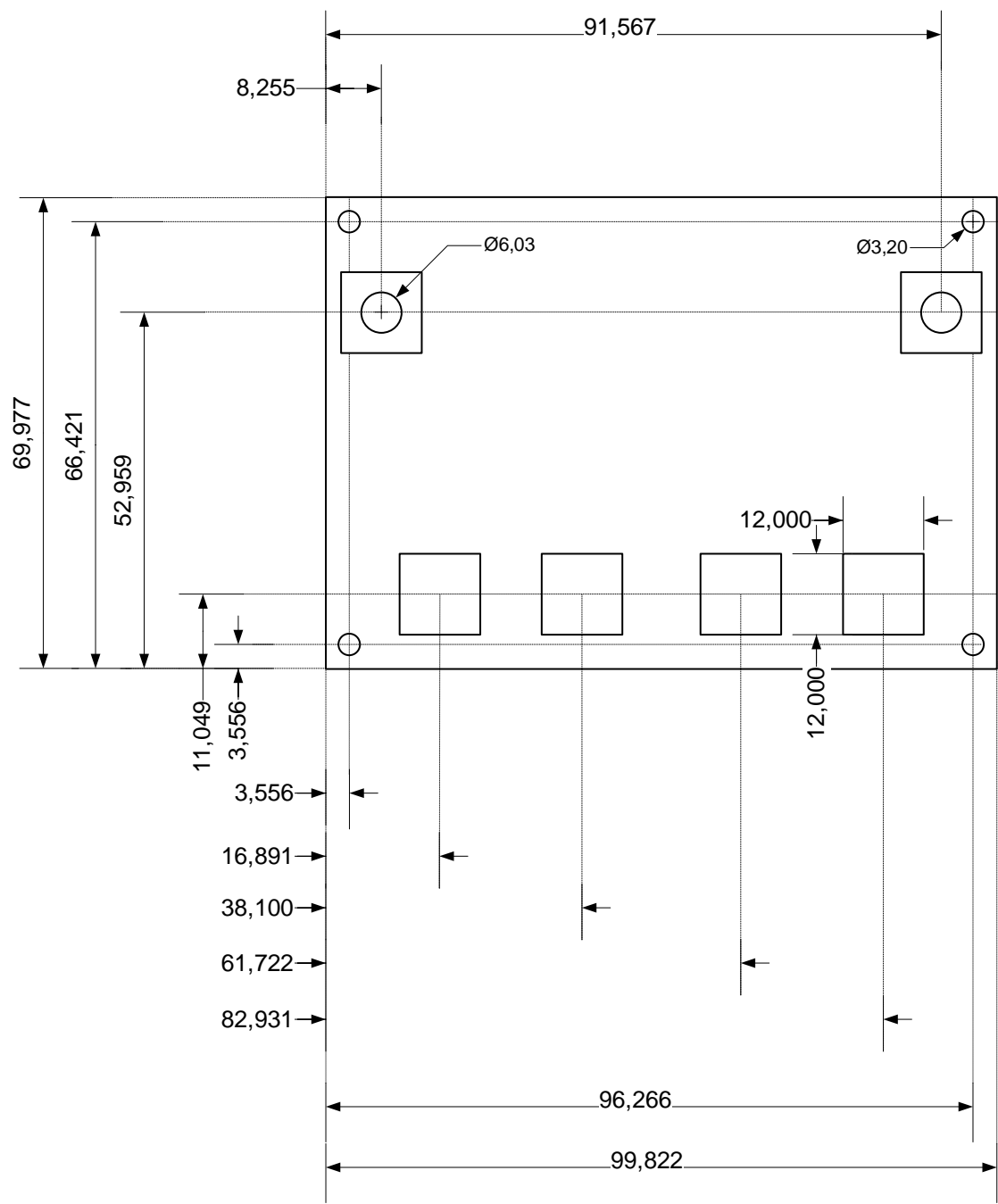
При сохранении результатов, в таблицу калибровки в EEPROM так же будет записано автоматически посчитанное значение максимально измеряемой температуры при 4000 отсчетов АЦП. Этот результат будет получен аппроксимацией участка ADC ($\Delta 240^{\circ}\text{C}$) - ADC ($\Delta 360^{\circ}\text{C}$).

Внешний вид печатных плат.

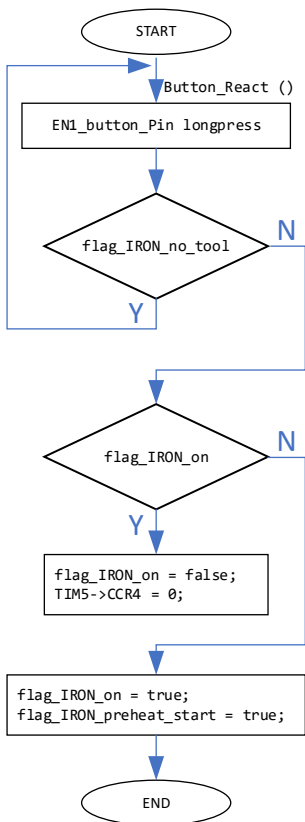




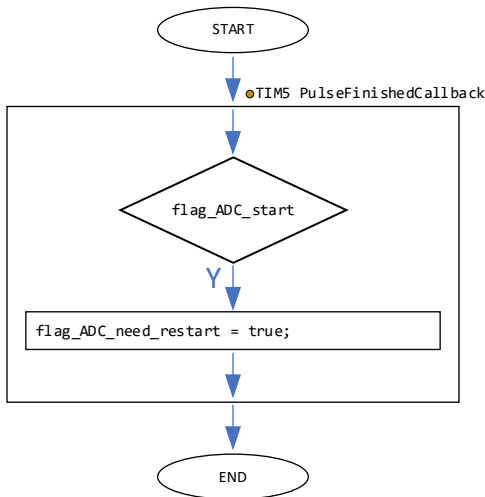
Размеры.



Алгоритм обработки нажатия кнопок.



Алгоритм обработки завершения импульса ШИМ нагрева.



Алгоритм работы АЦП и ШИМ.

