

Проект
«Эмулятор микрокалькулятора «Электроника МК-61s mini»
https://github.com/UN7FGO/MK61S_MINI

Общее описание проекта

Проект разрабатывался как развитие проекта «Электроника МК-61s» (<https://gitlab.com/vitasam/mk61s/>).

Основной задачей ставилось создание бюджетного и легко повторяемого устройства.

Также рассматривалась возможность разработки универсальной платформы, для разработки на ее базе, эмуляторов программируемых микрокалькуляторов других моделей.

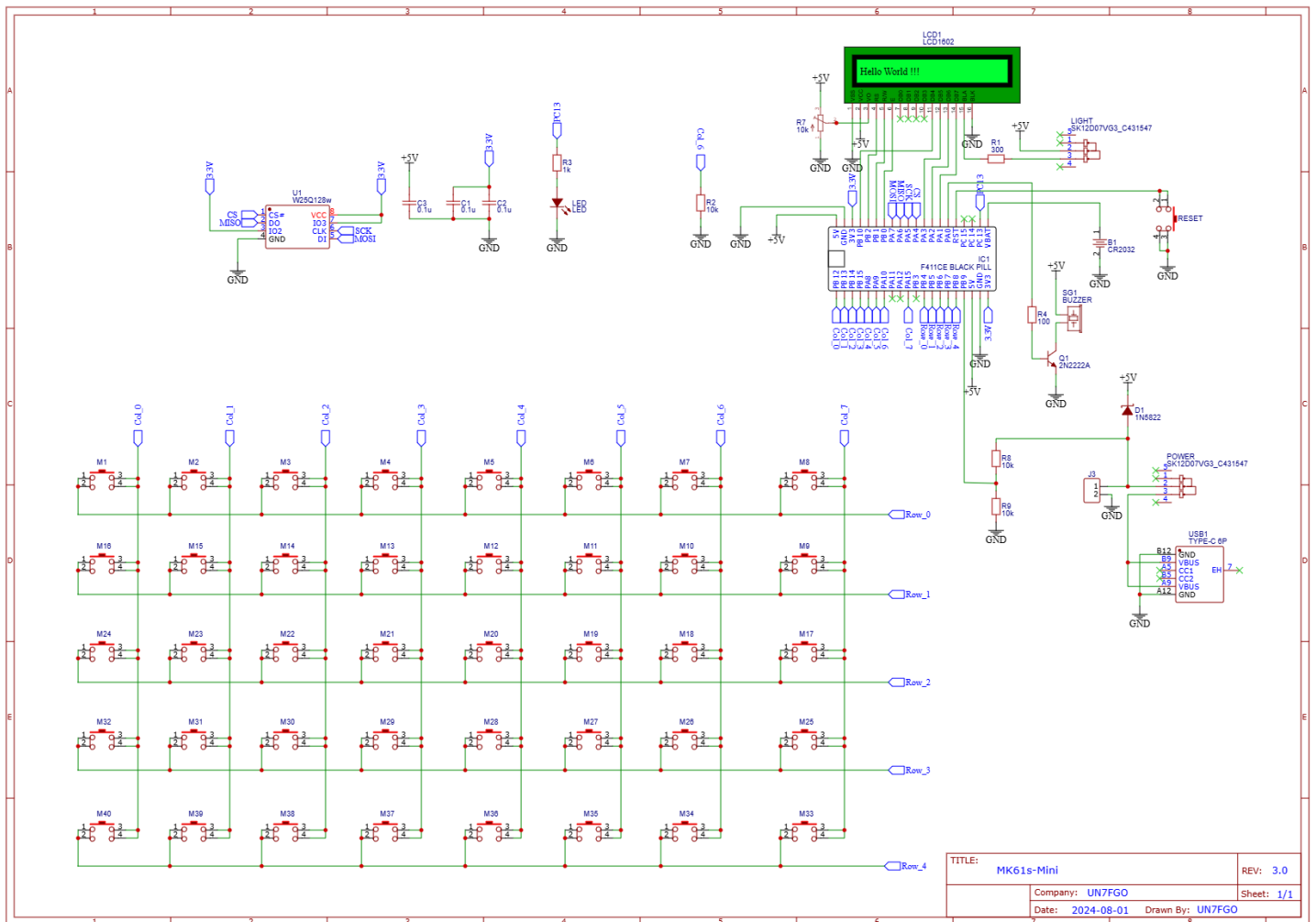
В качестве основы устройства была выбрана отладочная плата «Back Pill» с микроконтроллерами STM32F401CC (256K Flash / 64K RAM) или STM32F411CE (512K Flash / 128K RAM). Микроконтроллеры были выбраны с целью иметь избыточные для проекта характеристики и минимальную цену. В настоящее время, проект успешно работает на платах с обоими микроконтроллерами.

Общий бюджет проекта, при закупке у китайских продавцов, составляет около \$15:

- две печатные платы, размером 99x99 мм, с учетом доставки ~ \$3;
- отладочная плата «Black Pill» ~ \$3;
- комплект нейлонового крепежа ~ \$3;
- дисплей LCD1602 ~ \$2;
- тактовые кнопки 6x6x14 мм, 50 штук ~ \$1.5;
- прочие радиодетали ~ \$2.

По печатным платам, хотелось бы сделать уточнение. К сожалению китайские компании не делают печатные платы по одной, минимальная партия 5 штук. В нашем устройстве две печатных платы – основная и накладной шилд. При заказе обоих плат в 5 экземплярах, стоимость с доставкой к автору этого текста, в Казахстан, составляет \$13.5, т.е. \$2.7 за комплект. При заказе 10 плат, стоимость составит \$20.5, т.е. \$2.05 за комплект. «Лишними» платами вы можете поделиться с единомышленниками в своем городе или через группу проекта в Телеграм (<https://t.me/mk61s>).

Принципиальная электрическая схема



Клавиатура выполнена в матричном стиле, 8 столбцов и 5 строк.

На плату продублирована микросхема flash памяти, которая так же может устанавливаться и на плате микроконтроллера.

Был добавлен отдельный разъем Type-C, для подачи питания, с целью увеличить ресурс разъема на плате микроконтроллера, поскольку он необходим для обновления прошивки, отладки разрабатываемого ПО. В связи с чем, также, был добавлен диод по питанию, чтобы исключить замыкание при одновременной подаче питания с разных источников.

Делитель напряжения R8/R9 был введен в схему с целью определения источника питания (возможно подключение аккумулятора) и возможно применение энергосберегающих режимов.

Поскольку, после сборки устройства, плата микроконтроллера будет недоступна, продублирована кнопка Reset, для вывода устройства из DFU-mode или перезагрузки устройства в случае его зависания.

Добавлены физические выключатели внешнего источника питания и подсветки дисплея. Для ослабления яркости подсветки и снижения, потребляемого устройством тока, введен резистор R1.

Для возможной индикации служебных состояний, введен светодиод и источник звука, в виде пассивного буззера.

Также на плату добавлена батарея формата CR2032, для работы часов и энергонезависимой памяти.

Внешний вид устройства



В собранном виде, устройство имеет габариты 99 мм х 99 мм х 19 мм. Нижнюю плоскость устройства составляет основная печатная плата, с установленными на ней деталями. Верхнюю плоскость формирует плата-шилд, играющая роль передней панели со всеми надписями.

На текущей фотографии устройства, присутствуют служебные отверстия, которые отсутствуют в итоговой конструкции.

Нижние 4 строки клавиатуры повторяют таковую у микрокалькулятора «Электроника МК-52». Верхний ряд клавиатуры введен для служебных целей.

MENU							
ESC	←	OK	→	[USER]	P	ГРД	Г

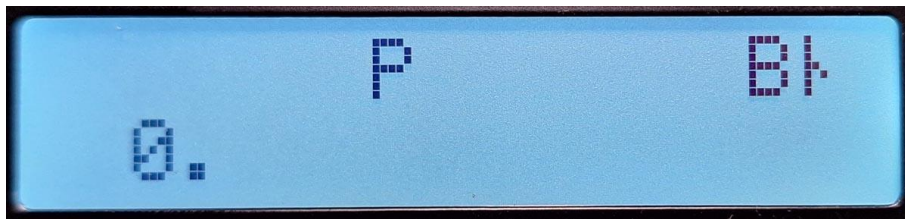
Первые 4 клавиши позволяют вызвать и работать со встроенным меню устройства.

Клавиша [USER] в текущей редакции, при нажатии, позволяет просмотреть содержимое регистров Y и Z, а при длительном удержании, регистров Z и T.

Последние три кнопки позволяют выбрать текущую градусную меру, с которой работает микрокалькулятор. Решение с тремя кнопками было выбрано в виду того, что для этих микрокалькуляторов были написаны динамические игры, управление в которых производилось переключателем «P-ГРД-Г» и введение управления одной кнопкой, переключающей меру «по кругу», испортило бы весь игровой процесс. Это личное мнение авторов текущего проекта.

Дисплей

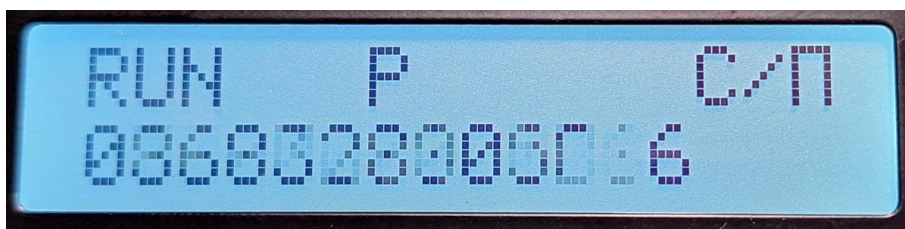
Во всех режимах работы, нижняя строка дисплея отображает информацию, как на оригинальном микрокалькуляторе МК-61. Верхняя строка является служебной и отображает различную вспомогательную информацию.



В режиме счета, в верхней строке, посередине, отображается текущая градусная мера (Р, ГРД, Г). С правой стороны верхней строки отображается мнемоника последней нажатой клавиши.



В режиме программирования или отладки программы, в начале первой строки отображается мнемоника текущей команды. С правой стороны отображается мнемоника последней нажатой клавиши.



Во время выполнения программы, в начале первой строки, отображается служебное слово «RUN». В середине верхней строки отображается текущая мера угла.

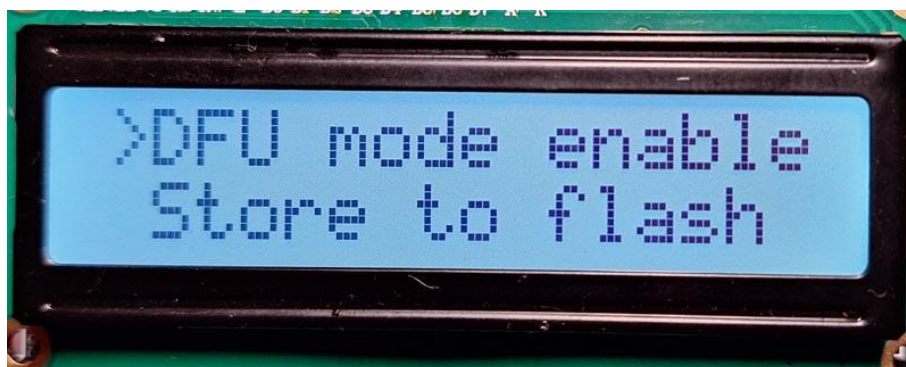
При нажатии и удержании кнопки [USER], на дисплее отображается содержимое регистров Y и Z.



А при дальнейшем удержании, отображается значение регистров Z и T.

Основное меню эмулятора

При нажатии кнопки [MENU / ESC], которая расположена в левом верхнем углу клавиатуры, мы попадаем в основное меню эмулятора. Выход из меню, осуществляется этой же кнопкой.



На момент запуска проекта, меню содержит следующие пункты:

- **DFU mode enable** – перевод микроконтроллера в DFU-mode, для обновления встроенного программного обеспечения, выход из этого режима производится нажатием кнопки Reset;

- **Store to flash** – сохранение текущей программы в EEPROM;

- **Load from flash** – загрузка программы из EEPROM;

- **MK61 library** – библиотека готовых программ для МК-61;

В начальный состав программ вошли:

- Factorial – вычисление факториала числа, находящегося в регистре X;

- Fox hunting – игра «Охота на лис» (<https://lordbss.narod.ru/pmk49.html>);

- Naval battle – игра «Морской бой» (<https://lordbss.narod.ru/pmk235.html>);

- Bumblebee fly – «Полет шмеля», «[Техника Молодежи](#)» №3 1988 г., стр. 60;

- Double Interpol – двойная линейная интерполяция данных;

- Infinity store – игра «Бесконечная история», «[Техника Молодежи](#)» №1 1988 г., стр. 60;;

- Simple number – вычисление ближайшего к X, большего простого числа;

- Compute e-num – вычисление числа «e».

- **BASIC editor** – редактор программы на языке BASIC (в работе);

- **BASIC library** – библиотека готовых программ на языке BASIC (в работе);

- **Reset device** – перезагрузка устройства, с очисткой регистров и памяти программы;

- **Information** – отображение служебной информации, в том числе время выполнения последней программы в миллисекундах.