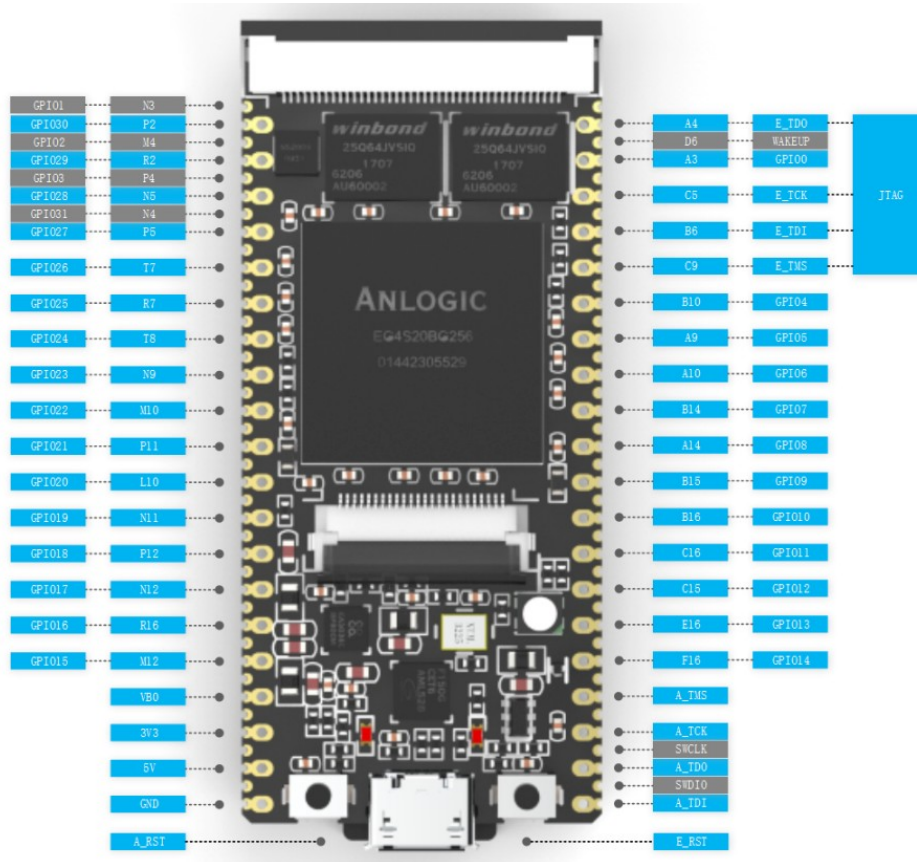


Вариант проекта для Sipeed TANG Primer

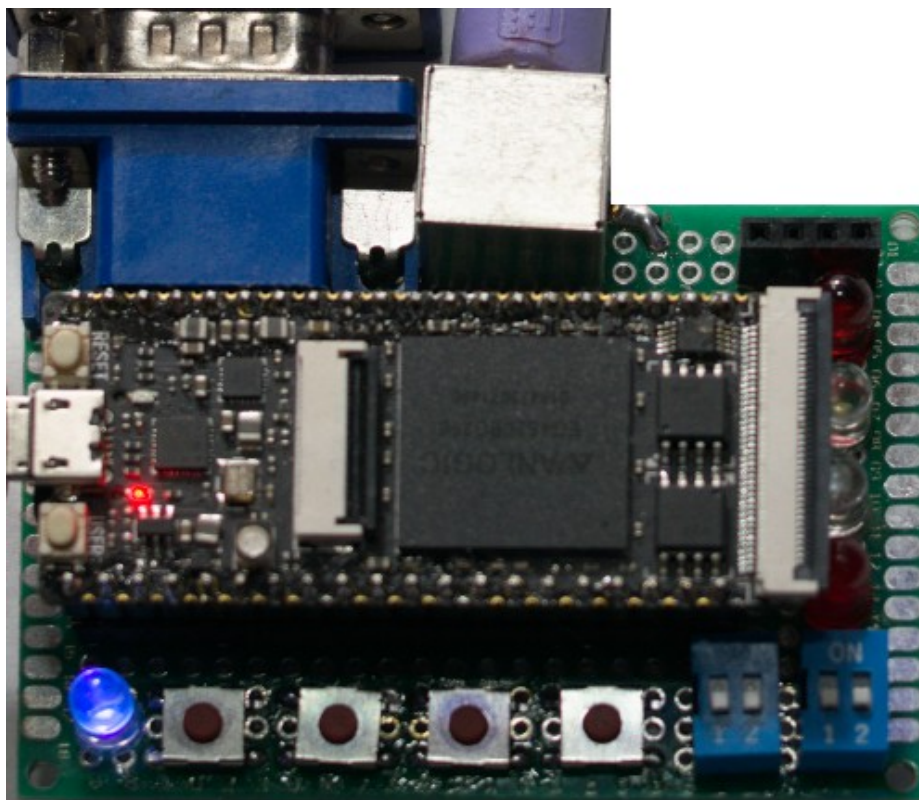
Эта плата — одна из самых необычных из всех попадавшихся мне FPGA-плат. Выглядит она так:



Эта плата основана на FPGA EG4S20BG256 китайской фирмы Anlogic (не путать с Amlogic — это совершенно разные фирмы). FPGA полностью китайской разработки, а не копия какой-либо FPGA одной из известных фирм. FPGA обладает неплохими характеристиками — 23К логических ячеек, 64К внутренней статической памяти, 270 внешних портов. Плюс встроенный блок динамической памяти SDRAM объемом 2М*32bit, что позволяет обойтись без установки на плату внешней микросхемы SDRAM. Также имеются некоторые встроенные IP-блоки — АЦП на 8 каналов, монитор напряжения питания, и т. д., что может пригодиться для реализации функций контроллера, управляющего каким-либо оборудованием.

Сама плата Tang Primer совсем небольшая, размером 60*20 мм. Это самая маленькая FPGA-плата из известных мне. Она выполнена в форм-факторе DIP-40W, как многие известные модули Arduino. На плате расположен разъем MicroSD-карты, 3 светодиода (питание, активность jtag, и трехцветный пользовательский), 2 кнопки (reset и config), 2 разъема под плоские шлейфы для LCD-панели и видеокамеры. Также имеется разъем Micro-USB, через который осуществляется питание платы и ее программирование по JTAG-протоколу. Внешний программатор не требуется — он уже есть на плате.

Поскольку из полезного для данного проекта на плате имеется только SD-слот, необходимо изготовить плату ввода-вывода, содержащую разъемы VGA и PS/2, а также 4 кнопки, 4 переключателя и 5 светодиодов. Компоновка платы может быть любой, я сделал ее вот такой:



Распределение портов платы:

Общий сброс	button[0]	B10
Программа-пульт	button[1]	B15
Сброс терминала	button[2]	E16
Переключатель таймера	button[3]	J11
Выбор дискового банка	sw[1:0]	A3,A4
Выбор консольного порта	sw[2]	C5
Режим замедления процессора	sw[3]	B6
Активность диска RK	led[0]	R2
Активность диска DW	led[1]	P2
Активность диска MY	led[2]	N5
Активность диска DX	led[3]	C9
Признак включения таймера	led[4]	L12
PS/2 Clock	ps2_clk	T7
PS/2 Data	ps2_data	R7
VGA R - красный	vgar	M12
VGA G - зеленый	vgag	R16
VGA B - синий	vgab	N12
VGA H — строчная синхронизация	vgah	P12
VGA V — кадровая синхронизация	vgav	N11

ИРПС2 Tx - передатчик	irps_txd	J13
ИРПС2 Rx - приемник	irps_rxd	H13

Кнопки и переключатели подключаются между портом FPGA и землей. Светодиоды — между портом FPGA и питанием 3.3V, через токоограничивающий резистор 300-560ом.

Поскольку линии PS/2 — это выходы с открытым коллектором, то обе линии клавиатуры можно подключать прямо к ножкам FPGA, что обычно и бывает сделано на всех китайских платах. Питание +5V для клавиатуры выведено на одну из ножек платы.

На данной плате имеется полноценный видео-ЦАП VGA, однако подключиться к нему не так-то просто — все сигналы выведены на разъем для плоского шлейфа. Поэтому сигналы разъема VGA подключается к обычным портам без всяких ЦАП, поскольку управление яркостью цветов в данном проекте не используется. Синхросигналы vga_h и vga_v следует подключить через резисторы 22-50 ом, а видеосигналы цветов — через резисторы 300-470ом. Подбирая эти резисторы, можно настраивать цветовой баланс и яркость картинки на мониторе.

Встроенная в FPGA память SDRAM имеет ширину 32 бит. Поскольку для данного проекта нужно только 16 бит, то используется только половина шины данных, при этом объем памяти ограничен 2Мб. Для данного проекта этого более чем достаточно (используется только 64 Кб), однако, при необходимости, контроллер SDRAM несложно переделать для использования всех 32 бит шины данных.

Для сборки прошивки и заливки ее в плату используется китайская среда разработки Anlogic TD. Официальный сайт — www.anlogic.com, однако сайт этот чисто китайский и не имеет английской страницы. Разобраться как оттуда скачать TD практически невозможно. К счастью, в интернете полно ресурсов, на которых лежат архивы этой среды разработки, в том числе и официальный сайт разработчиков этой платы - <https://tang.sipeed.com/en/hardware-overview/lichee-tang/>

Несмотря на китайское происхождение, плата оказалась весьма неплохой. Она продается на Aliexpress, стоит около 22\$ (меньше 2000р), и я вполне могу ее рекомендовать для запуска этого проекта с нуля. Обратите внимание, что часто вместе с этой платой, как опция, продается USB-отладчик RV Debugger. Для запуска данного проекта он НЕ НУЖЕН. Отладчик этот используется для отладки программ, запускаемых под управлением софтверного процессора RISC-V.