**Описание интерфейсных сигналов DE0-nano**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Название** | **Направл.** | **Разъем** | **Обозн. DE0** | **Пин ПЛИС** | **Назначение** |
| **Высокоскоростной АЦП AD9480ASUZ** | | | | | | |
| 1 | ADC\_CLKO\_p | input | X1.3 | GPIO\_0\_IN1 | B8 | Сигнал внешней синхронизации шины данных. Физический интерфейс - LVDS |
| 2 | ADC\_CLKO\_n | input | X1.1 | GPIO\_0\_IN0 | A8 |
| 3 | ADC\_D0\_p | input | X1.40 | GPIO\_033 | B12 | Параллельная 8-битная шина данных АЦП. Физический интерфейс – LVDS. |
| 4 | ADC\_D0\_n | input | X1.37 | GPIO\_030 | A12 |
| 5 | ADC\_D1\_p | input | X1.32 | GPIO\_025 | D9 |
| 6 | ADC\_D1\_n | input | X1.31 | GPIO\_024 | C9 |
| 7 | ADC\_D2\_p | input | X1.26 | GPIO\_021 | F8 |
| 8 | ADC\_D2\_n | input | X1.25 | GPIO\_020 | E8 |
| 9 | ADC\_D3\_p | input | X1.6 | GPIO\_03 | A3 |
| 10 | ADC\_D3\_n | input | X1.5 | GPIO\_02 | A2 |
| 11 | ADC\_D4\_p | input | X1.8 | GPIO\_05 | B4 |
| 12 | ADC\_D4\_n | input | X1.9 | GPIO\_06 | A4 |
| 13 | ADC\_D5\_p | input | X1.10 | GPIO\_07 | B5 |
| 14 | ADC\_D5\_n | input | X1.13 | GPIO\_08 | A5 |
| 15 | ADC\_D6\_p | input | X1.15 | GPIO\_010 | B6 |
| 16 | ADC\_D6\_n | input | X1.16 | GPIO\_011 | A6 |
| 17 | ADC\_D7\_p | input | X1.17 | GPIO\_012 | B7 |
| 18 | ADC\_D7\_n | input | X1.19 | GPIO\_014 | A7 |
| 19 | ADC\_CLK\_p | output | X3.9 | GPIO\_24 | C15 | Сигнал тактирования АЦП. Физ. Интерфейс - LVDS |
| 20 | ADC\_CLK\_n | output | X3.8 | GPIO\_23 | C16 |
| **Преобразователь временных интервалов TDC7200PWR** | | | | | | |
| 21 | SPI\_CLK\_TDC | output | X2.4 | GPIO\_11 | T15 | Шина SPI управления преобразователем |
| 22 | SPI\_CS\_TDC | output | X2.5 | GPIO\_12 | T14 |
| 23 | SPI\_MOSI\_TDC | output | X2.8 | GPIO\_15 | T12 |
| 24 | SPI\_MISO\_TDC | input | X2.2 | GPIO\_10 | F13 |
| 25 | TDC\_START | output | X2.9 | GPIO\_16 | R12 | Старт-импульс |
| 26 | TDC\_STROBE | output | X2.6 | GPIO\_13 | T13 | Строб разрешения |
| 27 | AD\_COMP | input | X2.7 | GPIO\_14 | R13 | Стоп-импульс |
| Последний вариант (29,10) | | | | | | |
| 21 | SPI\_CLK\_TDC | output | X2.5 | GPIO\_12 | T14 | Шина SPI управления преобразователем |
| 22 | SPI\_CS\_TDC | output | X2.6 | GPIO\_13 | T13 |  |
| 23 | SPI\_MOSI\_TDC | output | X2.4 | GPIO\_11 | T15 |  |
| 24 | SPI\_MISO\_TDC | input | X2.2 | GPIO\_10 | F13 |  |
| 25 | TDC\_START | output | X2.8 | GPIO\_15 | T12 | Старт-импульс |
| 26 | TDC\_STROBE | output | X2.9 | GPIO\_16 | R12 | Строб разрешения |
| 27 | AD\_COMP | input | X2.7 | GPIO\_14 | R13 | Стоп-импульс |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Усилитель с переменным коэффициентом усиления AD8369ARUZ** | | | | | | |
| 28 | SPI\_CLK\_AD8369 | output | X2.37 | GPIO\_130 | J16 | Шина SPI управления усилителем |
| 29 | SPI\_CS\_AD8369 (спутаны) | output | X2.35 | GPIO\_128 | M10 |
| 30 | SPI\_MOSI\_AD8369 | output | X2.39 | GPIO\_132 | J13 |
|  | STOP\_TDC | output | X2.32 |  |  |  |
| **Источник опорного напряжения для ЛФД MAX1932** | | | | | | |
| 31 | SPI\_CLK\_MAX1932 | output | X2.36 | GPIO\_129 | L13 | Шина SPI управления источником |
| 32 | SPI\_CS\_MAX1932 | output | X2.38 | GPIO\_131 | K15 |
| 33 | SPI\_MOSI\_MAX1932 | output | X2.14 | GPIO\_19 | R11 |
| 34 | APD\_OVERCUR | input | X2.28 | GPIO\_123 | N16 | Инверсный выход превышения тока ЛФД |
| **Трансимпедансный усилитель OPA857** | | | | | | |
| 35 | AMP\_GAIN | output | X2.27 | GPIO\_122 | R14 | Лог. сигнал управления обратной связью ТИУ |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Лазер** | | | | | | |
| 36 | LASER\_EN | output | X2.32 | GPIO\_125 | P14 | Разрешение генерации импульса |
| 37 | LASER\_CHARGE | output | X2.10 | GPIO\_17 | T11 | ? |
| **Шина RS-485** | | | | | | |
| 38 | RS485\_RX | output | X2.15 | GPIO\_110 | P11 | Управление шиной RS485 |
| 39 | RS485\_TX | output | X2.17 | GPIO\_112 | N12 |
| 40 | RS485\_DE | input | X2.16 | GPIO\_111 | R10 |
| **Шаговый двигатель аттенюатора лазерного источника** | | | | | | |
| 41 | ATTEN\_DIR | output | X3.5 | GPIO\_20 | A14 | Управление драйвером шагового двигателя |
| 42 | ATTEN\_EN | output | X3.7 | GPIO\_22 | C14 |
| 43 | ATTEN\_STEP | output | X3.12 | GPIO\_27 | D14 |
| **Шаговый двигатель диафрагмы приемного канала** | | | | | | |
| 44 | IRIS\_DIR | output | X3.13 | GPIO\_28 | F15 | Управление драйвером шагового двигателя |
| 45 | IRIS\_EN | output | X3.15 | GPIO\_210 | F14 |
| 46 | IRIS\_STEP | output | X3.14 | GPIO\_29 | F16 |

**Базовые функции для проверки аппаратуры.**

1. Приемный канал.
   1. Источник опорного напряжения для ЛФД MAX1932

Для проверки необходимо написать интерфейс записи данных в регистры источника. Чтение данных невозможно. Добавить проверку сигнала перегрузки по току (запрос).

* 1. Трансимпедансный усилитель OPA857

Добавить управление коэффициентом усиления (лог. сигнал)

* 1. Усилитель с переменным коэффициентом усиления AD8369ARUZ

Написать интерфейс записи данных в регистры усилителя. Чтение данных невозможно.

* 1. Преобразователь временных интервалов TDC7200PWR

Добавить интерфейс записи/чтения регистров из преобразователя.

Добавить на ПЛИС генератор 6 импульсов изменяемой длительностью и интервалом между ними. Все параметры нужно записывать с ПК и начинать процесс по команде.

* 1. Высокоскоростной АЦП AD9480ASUZ

Нужно написать генератор псевдослучайной последовательности (эмуляция шума) и прямоугольных импульсов. Лучше объединить в один модуль из п. 1.4.

* 1. Шаговый двигатель диафрагмы приемного канала

Написать ручное управление двигателем. Добавить кнопку сброса координат. Считывать координаты. Добавить перемещением на определенную координату с определенной скоростью.

1. Передающий канал.
   1. Лазер

Написать интерфейс управления лазером. Генерация импульса фиксированной длины с фиксированной задержкой. Генерация импульса с фиксированной задержкой и окончанием по сигналу с компаратора.

* 1. Шаговый двигатель аттенюатора лазерного источника

То же что и с 1.6.

1. Внешние интерфейсы.
   1. Шина RS485 (межплатная сеть)

Протокол от Романа. Вроде Modbus, чтение/запись регистров.

* 1. UART (интерфейс с ПК)

Протокол типа Корсар.

**Базовый алгоритм работы дальномера**

1. Включение платы. Инициализация аппаратуры. Установка опорного напряжения ЛФД. Установка коэффициента усиления ТИУ. Установка коэффициента усиления дифф. усилителя. Конфигурация TDC. Установка диафрагмы приемного канала в фиксированное положение.
2. Генерация стартового импульса и строба разрешения TDC. По команде с ПК включается лазер (в первом приближении импульс фиксированной длины) и работает до прихода положительного фронта импульса с компаратора. Затем разрешение лазера выключается и по отрицательному фронту разрешения лазера подается сигнал СТАРТ на TDC. Одновременно снимается строб разрешения с TDC (который возвращается через N usec)
3. После прихода 5го стоп-сигнала или после тайм-аута считываются данные из TDC и вычитываются данные из 5 блоков памяти со снятыми осциллограммами сигнала.

**Алгоритм работы в режиме отладки**

1. Включение платы. Инициализация аппаратуры. Установка опорного напряжения ЛФД. Установка коэффициента усиления ТИУ. Установка коэффициента усиления дифф. усилителя. Конфигурирование TDC. Установка диафрагмы приемного канала и аттенюатора лазера в фиксированное положение.
2. Подача на модуль генерации импульса лазера команды старта с фиксированной длинной импульса с задержкой. Этот же импульс используем для старта отладочного модуля, генерирующего импульсы разной высоты с разной длительностью на определенном расстоянии. Вывод генератора подключаем (через мультиплексор) ко входу загрузчика памяти. Считываем осциллограммы в ПК, рисуем их и проверяем параметры.
3. Если через резистор можно подать стоп-сигнал на TDC, то тогда параллельно используем сигнал от лазера как стартовый для TDC и через компаратор (аппаратный) подаем стоп-импульсы на TDC. К предыдущему пункту добавляется опрос TDC.

Формат пакета для обмена с ПК

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № Байта | Название | Назначение |  |
| 0 | SIGB | Стартовая сигнатура |  |
| 1 | DLEN | Длина данных | N |
| 2 | ADRR | Адрес узла |  |
| 3 | CODE | Код команды |  |
| 4…4+N | DATA |  |  |
| 5 | CRC | Контрольная сумма |  |

**Описание СНК.**

1. **MAX1932**

Для управления напряжением смещения ЛФД используется 8-битный ЦАП в составе микросхемы. ЦАП управляется одним 8-битным регистром по SPI.

Нужно:

* 8-битный SPI controller, master, сначала старший бит, потом младшие, SPI\_CLK по умолчанию в 0, по заднему фронту смена данных, по переднему защелкивание слэйвом. Чтения нет в принципе
* 1-битный входной порт для чтения Overcurrent;

1. **OPA857**

Коэффициент трансимпеданса определяется логическим сигналом. 0 – 5 кОм, 1 – 20 кОм

Нужно:

* 1-битный выходной порт для управления коэф.

1. **AD8369ARUZ**

Коэффициент усиления определяется 4-битным значением, передаваемым по SPI.

Нужно:

* 4 битный SPI-controller,master; Если нет готового то написать
* Чтения нет в принципе

1. **TDC7200PWR**

Для управление преобразователем необходим SPI-controller в 16 битном либо 32-битном режиме (определяется конкретным регистром). 8-бит – командное слово, затем 8 или 24 бита данных. Проще всего использовать 8-битный контроллер и CS в виде отдельного 1-битного порта ввода/вывода

Отдельно нужен сигнал запуска TDC – импульс регулируемой длины.

1. AD9480ASUZ

Для проверки АЦП нужно написать генератор псевдослучайной последовательности и импульсов (прямоугольных) с определяемой шириной и высотой. Параллельно генерить логический сигнал соответствующий импульсам.

1. Лазер

Модуль, формирующий импульс фиксированной длины, либо длящийся до прихода сигнала с компаратора

Параллельно логический сигнал для ?заряда?

1. Драйвер шаговика диафрагмы
2. Драйвер шаговика аттенюатора
3. UART для RS485 + 1 пин DE
4. UART для PC

**Описание модуля laser\_driver\_avmm**

Модуль предназначен для формирования импульса разрешения работы лазера согласно выбранному режиму.

Три режима работы:

1. Положительный фронт импульса (с указанной задержкой срабатывания [15:0] pulse\_posedge\_delay) после установки процессором бита START/nREADY. Длительность импульса определяется битовым полем [15:0] pulse\_length.

В случае если до окончания импульса бит START/nREADY снимается процессором, то импульс прекращается.

1. Положительный фронт импульса (с указанной задержкой срабатывания [15:0] pulse\_posedge\_delay) после установки процессором бита START/nREADY. Импульс длится до прихода положительного фронта сигнала COMPARATOR (с указанной задержкой срабатывания [15:0] pulse\_negedge\_delay).
2. Положительный фронт импульса (с указанной задержкой срабатывания [15:0] pulse\_posedge\_delay) после установки процессором бита START/nREADY. Импульс длится до прихода положительного фронта сигнала COMPARATOR (с указанной задержкой срабатывания [15:0] pulse\_negedge\_delay). В случае если сигнал с компаратора приходит дольше чем заканчивается pulse\_length+pulse\_negedge\_delay то импульс прекращается.

Регистры:

**CONTROL/STATUS – 0x0**

0 bit – START/nREADY

2:1 bits – MODE

**LENGTH – 0x2**

[26:0] = length

**DELAY0 – 0x3**

[26:0] – posedge\_delay

**DELAY1 – 0x4**

[26:0] – negedge\_delay

**CLKDIV – 0x5**

[15:0] – divider