

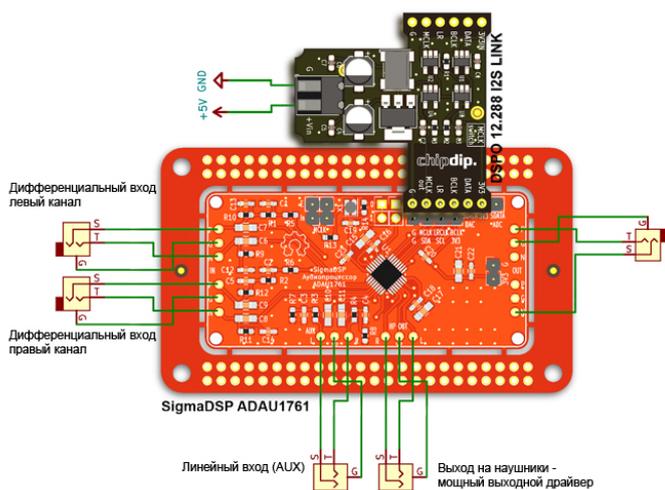
Это пошаговая инструкция проектирования полнофункционального усилителя НЧ с темброблоком, с аналоговым и цифровым аудиовходами. Максимальная выходная мощность усилителя 2 x 50Вт. Напряжение питания 24В.

Все остальные характеристики устанавливаются в процессе проектирования на различных этапах.

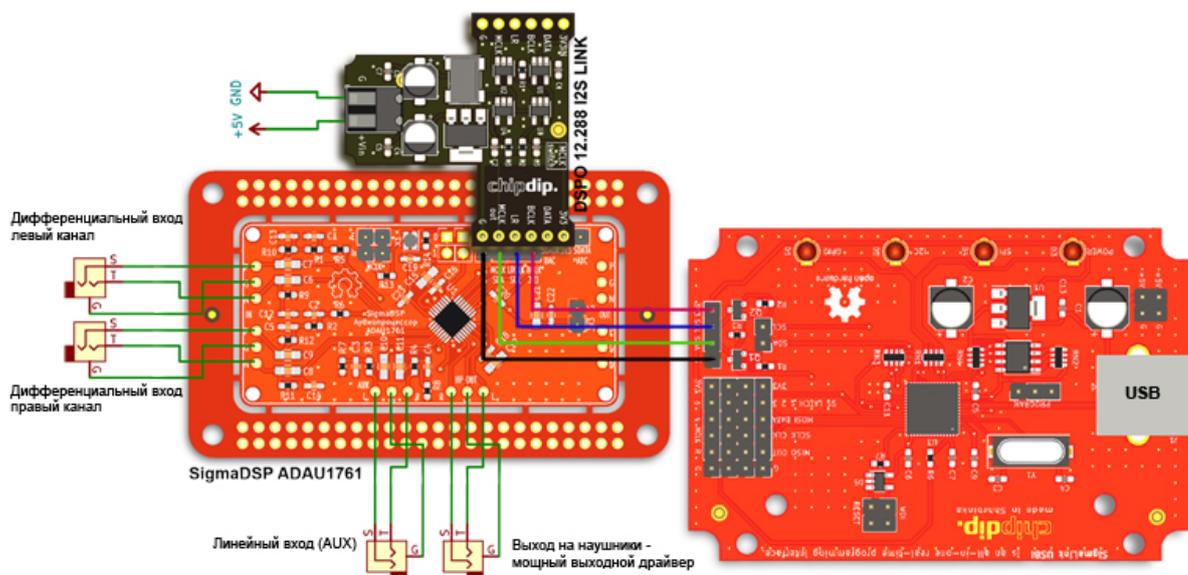
На каждом этапе подключаются различные функции, производятся настройки и установки. В любой момент вы можете изменить направление проектирования и создать свой уникальный проект.

## Этап 1

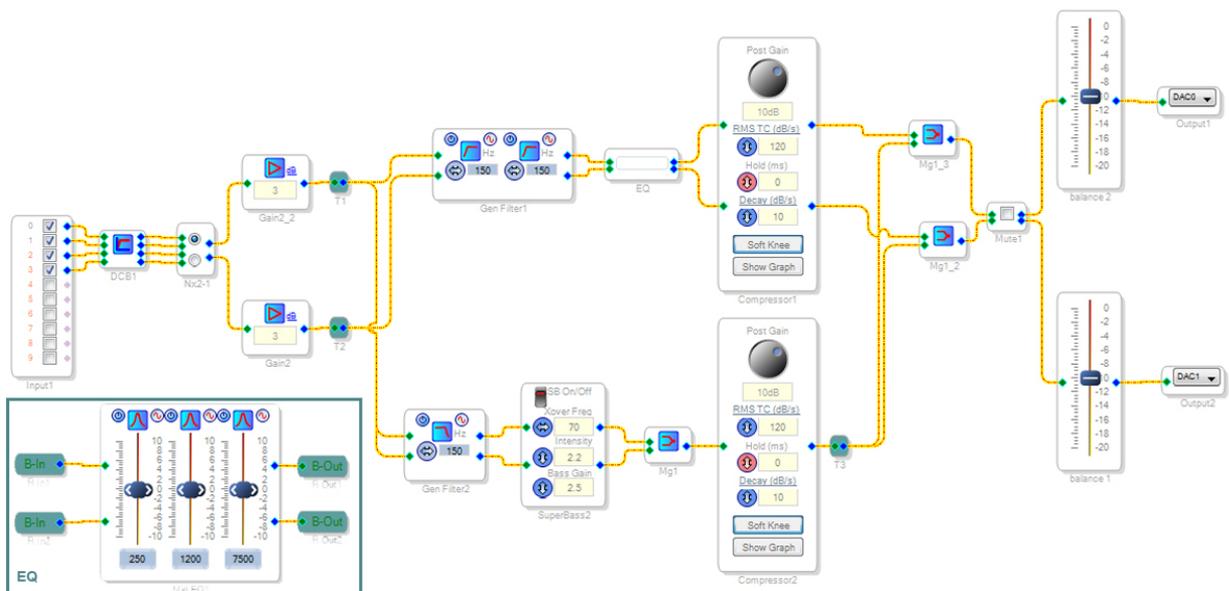
Собираем основу. К модулю цифровой обработки звука - [SigmaDSP ADAU1761](#) подключаем генератор 12.288 МГц и он же источник питания 3,3В - [DSPO 12.288 I2S LINK](#). К разъему *Выход на наушники* подключаем головные телефоны. А к разъему *Линейный вход(AUX)* подключаем выход смартфона, MP3 плеера или звуковой карты ПК.



С помощью программатора [SigmaLink](#) подключаем конструкцию к компьютеру и запускаем программу SigmaStudio от Analog Devices. Питание +5В на данном этапе можно взять с разъема на SigmaLink.



В Sigma Studio открываем проект *ADAU1761\_Balance\_tembrN6AMPD.dsproj*. Проект скачивается из раздела Техническая документация.



### Рассмотрим проект.

В проекте два входа (Input1): аналоговый стерео 0,1 и цифровой 2,3. Стереосигнал через DC-блок (DCB1) подается на коммутатор (NX2-1). Коммутатор подключает аналоговый или цифровой сигнал к схеме обработки аудиосигнала. За коммутатором стоят два усилителя на каждый канал - Gain2 и Gain2\_2. Для каждого из них установлен уровень усиления в дБ. Далее на каждом канале установлены разветвители T1, T2. Один стереосигнал (верхний по схеме) подается на двойной ФВЧ (Gen Filter1) с частотой среза 150 Гц. А второй (нижний по схеме) на ФНЧ с той же частотой среза 150 Гц.

**Верхняя часть схемы**, широкополосный канал (150 Гц-20 кГц). После ФВЧ сигнал поступает на трехполосный эквалайзер (EQ). В проекте его схему можно посмотреть на вкладке EQ. На рисунке она в левом нижнем углу. Это трехполосный эквалайзер с частотами регулировки 250, 1200 и 7500 Гц. Если вы нажмете мышкой на пиктограмму с графиком, то появятся настройки, частоты и добротности регулируемого фильтра. Пройдитесь по каждой из них и, если хотите, поправьте наши значения. А если наступить правой кнопкой на шкалу фильтра, откроется окно с уровнями регулировки усиления в полосе фильтра. Мы установили от -10 дБ до +10 дБ с шагом 1 дБ. Тоже можете изменить. Слева от пиктограммы с графиком кнопка выключения фильтра. Справа поворот фазы.

После эквалайзера сигнал подается на стерео-компрессор Compressor1, который устраняет клиппирование сигнала. В компрессоре выравнивается уровень сигнала по графику, который можно посмотреть, нажав на кнопку Show Graph. Изменив график, вы измените алгоритм обработки. На самом блоке компрессора есть настройки скорости нарастания, времени удержания и скорости затухания. А в верхней части ручка установки усиления на выходе компрессора после обработки.

**Нижняя часть схемы.** Обработка низкочастотной составляющей сигнала (10 Гц-150 Гц). После ФНЧ сигнал поступает на алгоритм SuperBass2. Обработку можно включить или выключить тумблером в верхней части модуля. Ниже настройки (в окошках): частота (стоит 70 Гц), интенсивность и усиление басов. Покрутите, настройте под вашу акустику на ваш слух. За алгоритмом SuperBass установлен смеситель Mg1, который собирает стереосигнал в моно. Для низкочастотного канала это нормально. Далее сабвуферный низкочастотный сигнал подается на такой же компрессор Compressor1 как и в широкополосном тракте. С такими же настройками. За ним разветвитель T3 разделяет моно-сигнал на два идентичных сигнала, которые подмешиваются в смесителях Mg1\_2 и Mg1\_3 к основному широкополосному стереосигналу.

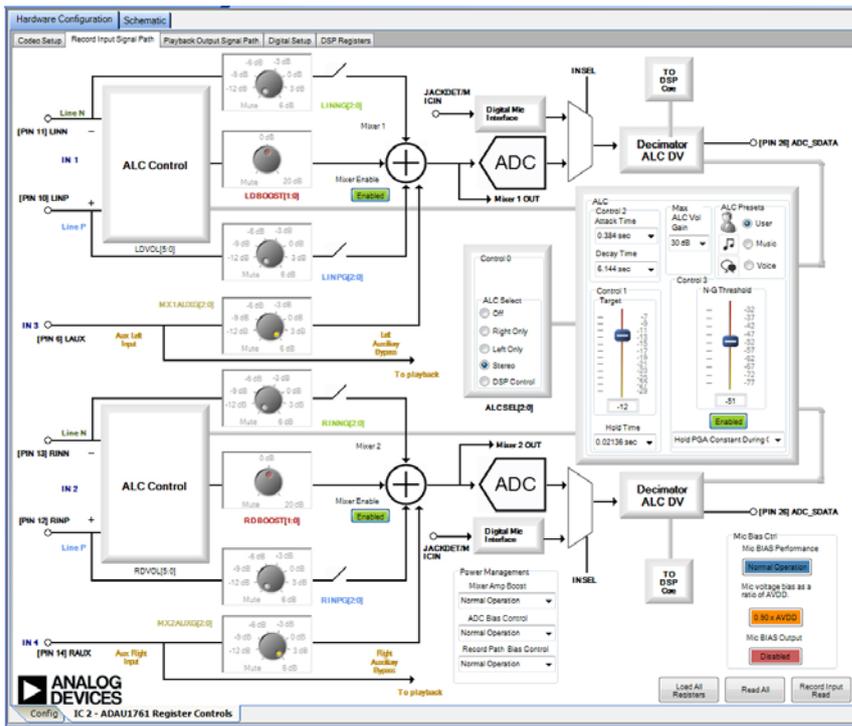
Далее установлен двухканальный алгоритм Mute. Его можно включить/выключить.

За алгоритмом Mute стереосигнал подается на два регулятора громкости. На них в ChipStudio реализован регулятор баланса. Одновременно один ползунок ползет вверх, другой вниз.

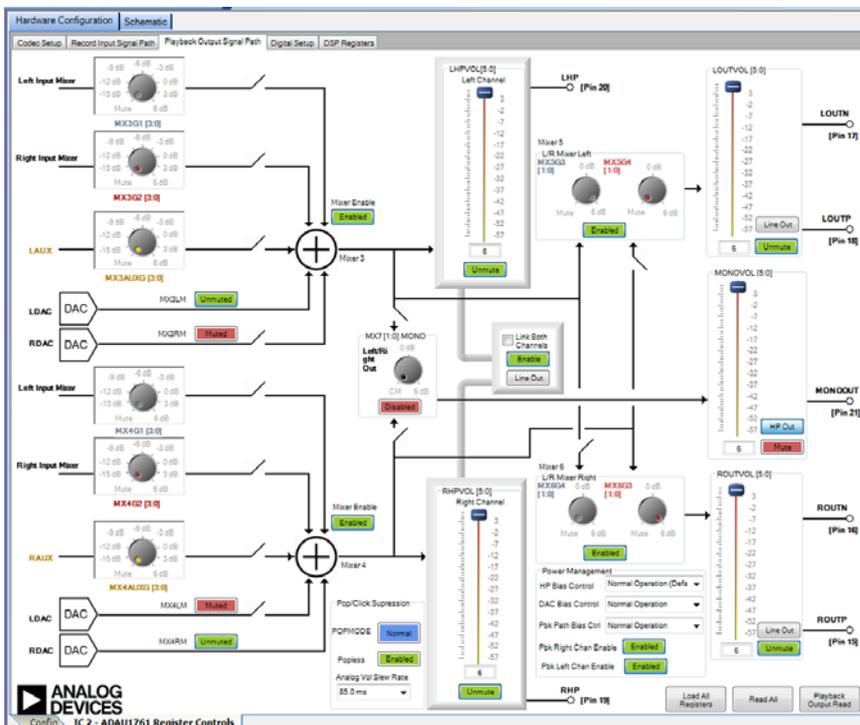
Других алгоритмов в SigmaStudio нет. Дополнительные регулировки и настройки проекта N6AMPD реализованы в аппаратной части аудиопроцессора ADAU1761.

### Аппаратная часть ADAU1761.

В разделе ADAU1761 Register Controls проекта SigmaStudio открываем вкладку Record Input Signals Path. В этой вкладке вся аппаратная часть обработки входных сигналов.



В нашем проекте работают следующие блоки:  
 Дифференциальные входы LINN, LINP – левый, RINN, RINP – правый.  
 LDBOOST, RDBOOST – усилители диф. входов. Усиление 0 дБ.  
 Линейный вход LAUX, RAUX – левый и правый.  
 MX1AUXG[2:0], MX2AUXG[2:0] – усилители аналогового входа. Усиление 6 дБ.  
 ALC – автоматический регулятор уровня с настройками: скорость нарастания 0,384 сек, времени удержания – 0,02136 сек. и скорости затухания – 6,144 сек. Целевой уровень – 12дБ. Порог шума – 51дБ.  
 Никаких регулировок в этой части не производится.  
 Открываем вкладку *Playback Output Signals Path*. В этой вкладке вся аппаратная часть обработки выходных сигналов.

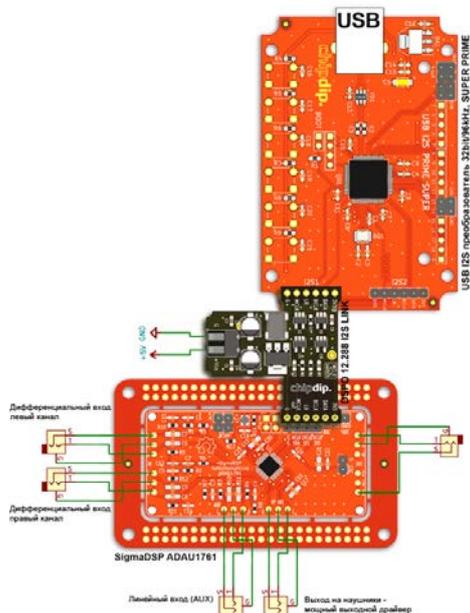


В нашем проекте работают:  
 LHPVOL, RHPVOL – регуляторы громкости драйвера головных телефонов. Левый, правый.  
 LOUVOL, ROUTVOL – регуляторы громкости дифференциального выхода. Левый, правый.  
 Эти блоки задействованы в проекте ChipStudio.

Скомпилируйте проект и загрузите в ADAU1761. Прослушайте, попробуйте изменить любые настройки. Подключите источник сигнала к линейному входу, к дифференциальному входу. Делайте любые изменения в алгоритмах. Вы всегда сможете вернуть проект в исходное состояние, вновь загрузив скачанный файл проекта.

### Этап 2

Подключите к собранной конструкции USB-I2S транспорт [Super Prime](#) как показано на рисунке.



В вашей системе появился цифровой вход. Переключать источник звука с аналогового на цифровой нужно коммутатором (NX2-1) в схеме проекта.

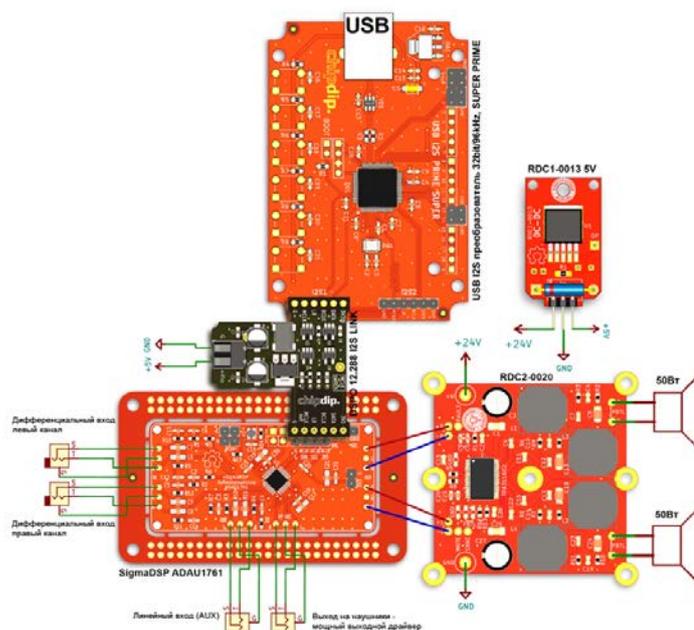
Теперь прослушайте аудио с цифрового входа. Ещё раз пройдитесь по настройкам проекта. Поменяйте в свойствах Устройств воспроизведения частоту дискретизации и разрядность. Экспериментируйте!

### Этап 3

На этом этапе подключаем усилитель НЧ. Рекомендуем [RDC2-0020](#) . Усилитель НЧ класса D, 2x50Вт. Собранный на чипе TPA3116D2. Это оптимальное решение для работы с дифференциальными выходами ADAU1761. Для перевода усилителя в режим работы с дифференциальными входами необходимо снять две перемычки «GND» на плате RDC2-0020.

Напряжение питания усилителя = 24В (максимум). Чтобы получить 5В для питания цифрового преобразователя используйте DC-DC преобразователь на 5В [RDC1-0013 5V](#) .

Сделайте подключения как показано на рисунке.

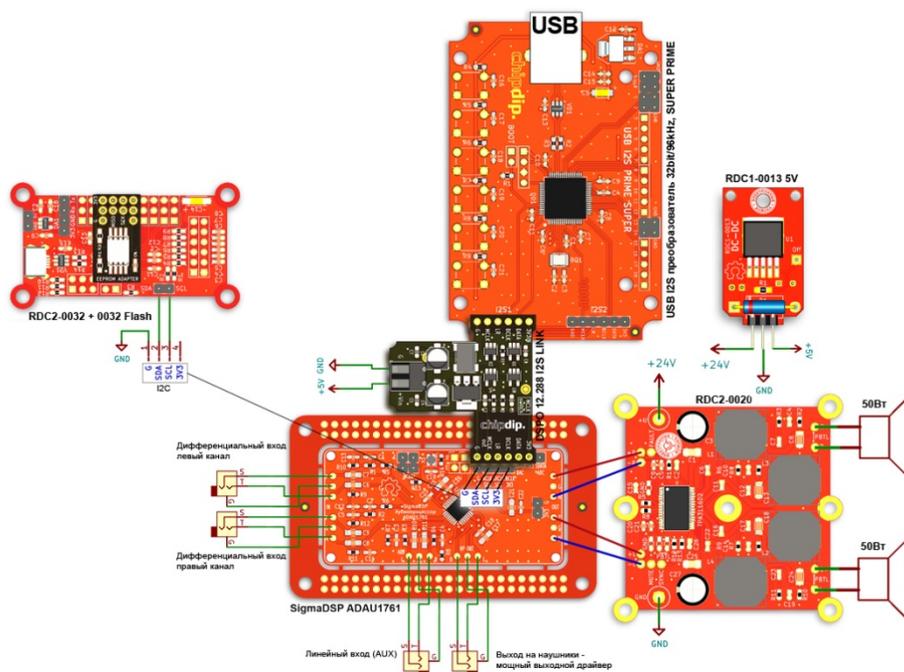


Конструкция готова на 50%. Загрузите проект из SigmaStudio подключите источник аудио. Он может быть цифровой или аналоговый, с линейного AUX или дифференциального входов. Ещё раз прослушайте систему на акустических колонках. Поиграйте с настройками проекта.

Когда вы будете полностью удовлетворены звучанием вашей системы сохраните проект, скомпилируйте и создайте образ системных файлов в xml нажав в SigmaStudio кнопку «Export System Files» (пиктограмма - дискета и карандаш). Больше ничего не меняем и переходим к проектированию органов управления проектов.

#### Этап 4. Управление RDC2-0032 & 0032 Flash

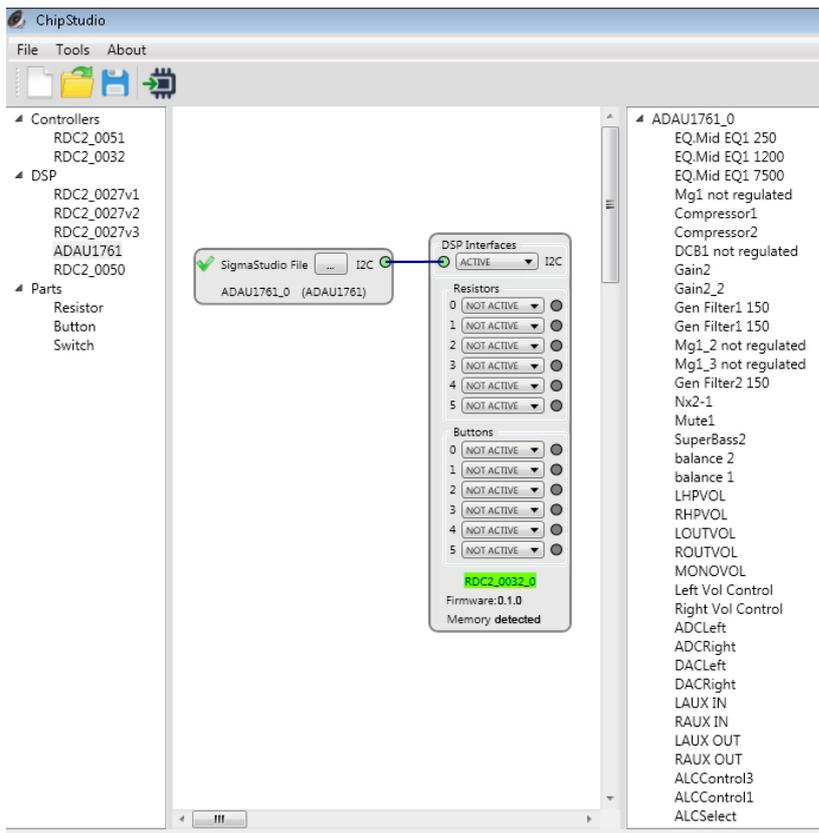
Подключите «Управляющий элемент для проектов цифровой обработки звука» RDC2-0032 с установленной памятью 0032Flash через последовательный порт I2C к собранной и отлаженной конструкции усилителя. USB программатор SigmaLink нужно отключить так как он тоже использует порт I2C.



Откройте среду проектирования ChipStudio. Подключите модуль RDC2-0032 к порту USB компьютера.

В ChipStudio перетащите мышкой из левого поля блоки Controllers RDC2\_0032 и DSP ADAU1761. Через пару секунд имя контроллера подсветится зелёным цветом, появится номер прошивки и надпись Memory detected. На контроллере активируйте связь I2C и соедините её с I2C на DSP ADAU1761. Нажмите на DSP ADAU1761 кнопку с тремя точками и загрузите файл xml который был создан SigmaStudio.

После этого в правом поле появится список всех алгоритмов из проекта SigmaStudio. Пока с этим списком ничего не делайте.



Сохраните файл проекта ChipStudio.

Нажмите на кнопку Загрузить (стрелка в микросхеме). Появится шкала загрузки проекта в RDC2-0032. После загрузки контроллер перезапустится, включится DSP ADAU1761. Теперь вы можете прослушать проект автономно без SigmaLink, но регулировки пока производить нельзя.

Необходимо назначить нужным вам алгоритмам возможность производить регулировки внешними потенциометрами, кнопками или переключателями подключаемыми к контроллеру RDC2-0032.

Как это сделать покажем на примере алгоритма Mute:

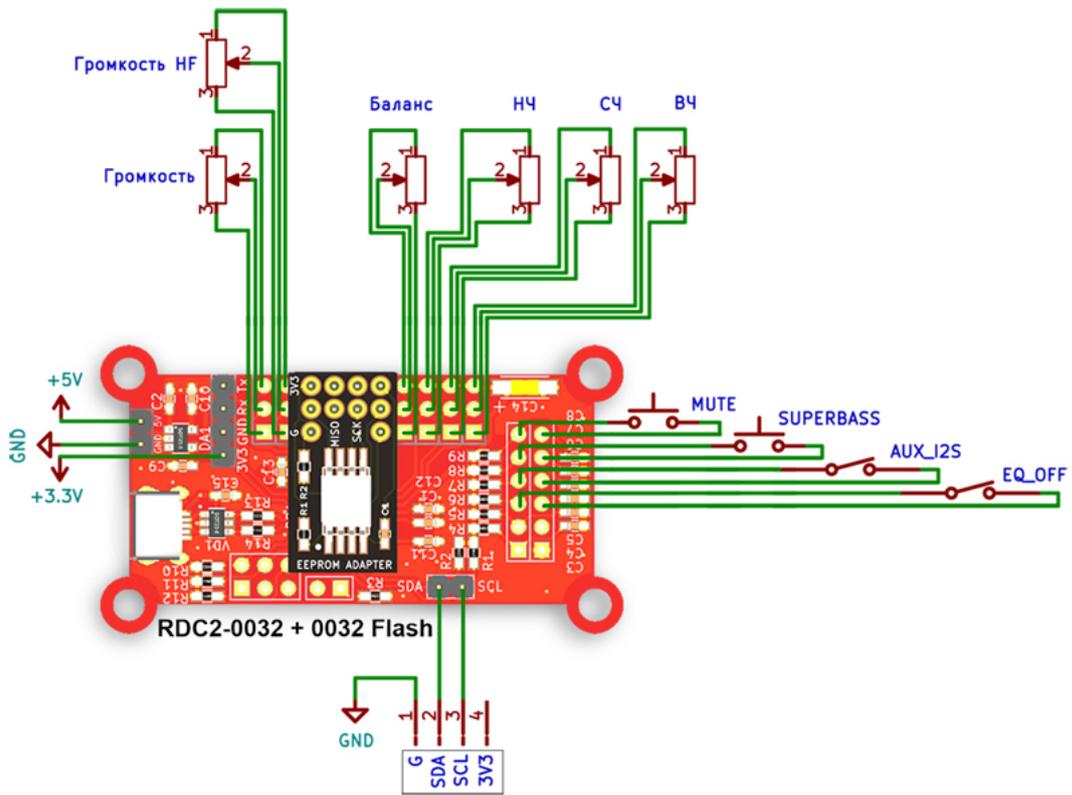
На контроллере активируйте одну из кнопок «Buttons». Так как Mute будет включаться кнопкой, из левого поля перетащите одну кнопку. Соедините активный вывод контроллера с кнопкой. Далее найдите в правом поле алгоритм Mute1 и перенесите его в центральное поле программы и соедините с кнопкой. На блоке Mute1 нажмите кнопку с тремя точками и загрузите из данные из файла MUTE.txt Затем загрузите проект в контроллер и подключив кнопку можете пользоваться алгоритмом Mute.

Так же можно подключить регулировки к любому другому алгоритму.

Мы подготовили все данные для этого проекта, скачайте их из раздела Техническая документация.

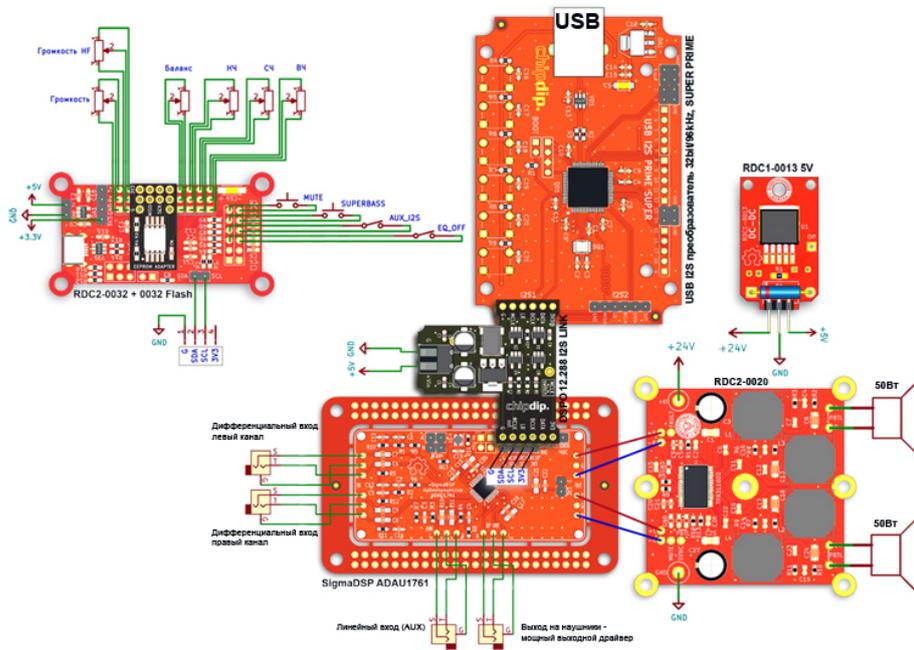
## Этап 5

Подключите потенциометры и кнопки к контроллеру RDC2-0032 как показано на рисунке. Переменные резисторы должны быть с линейной шкалой сопротивлением от 5 до 50кОм.

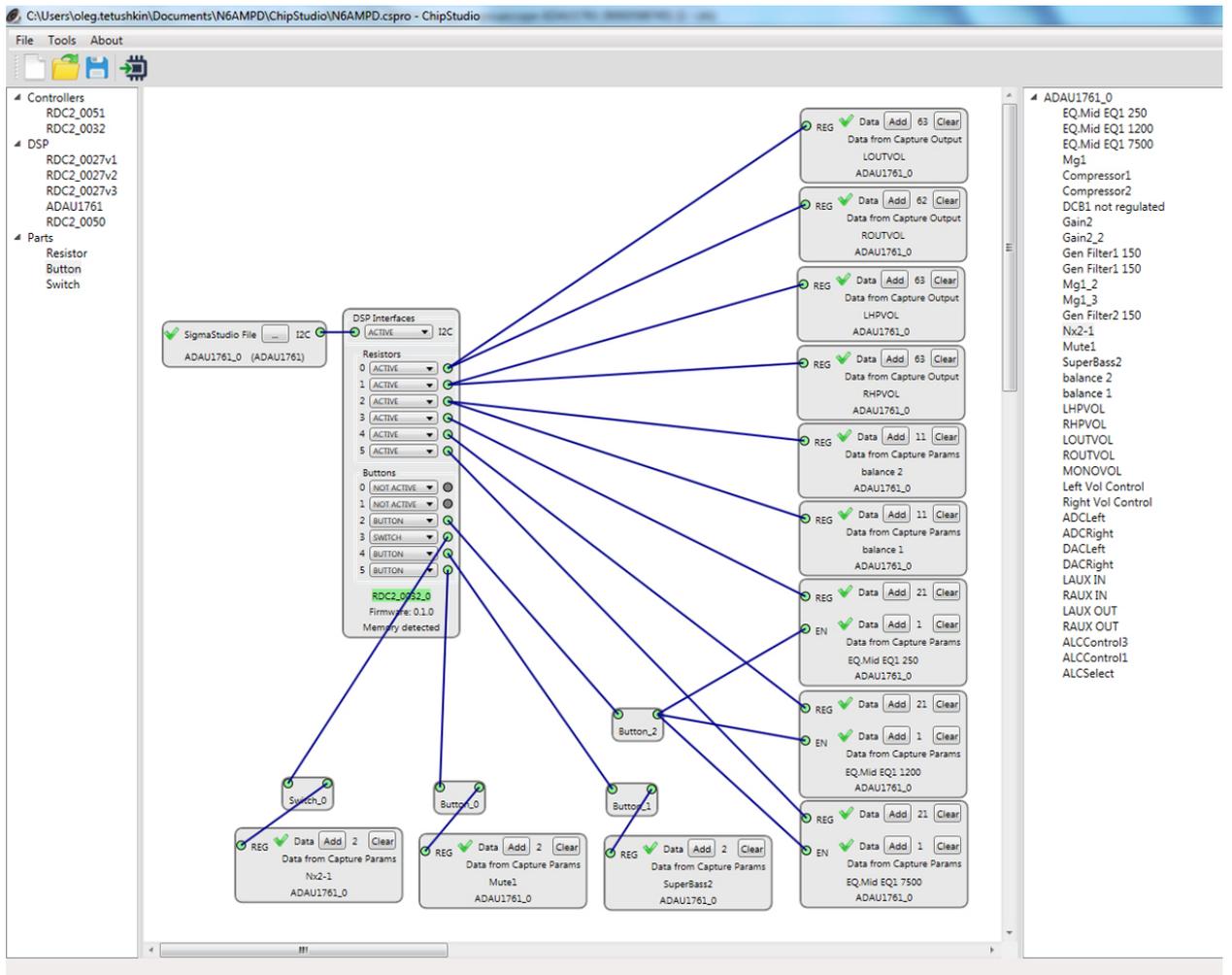


### Этап 6 Финал

Полностью соберите усилитель по схеме.



Откройте в ChipStudio файл проекта *N6AMPD.cspro*



Загрузите проект в контроллер RDC2-0032.

Пользуйтесь усилителем НЧ.