

Капиллярный микроскоп

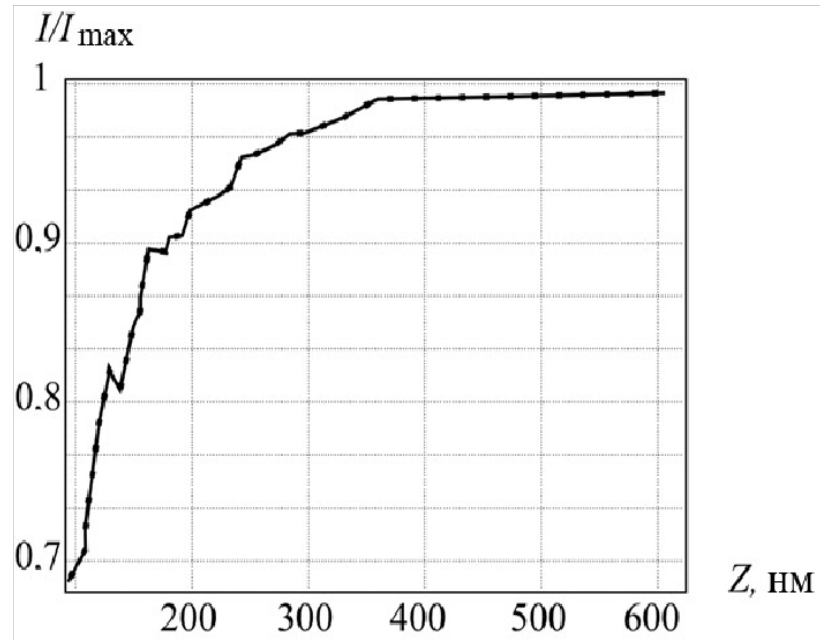
Выполнили

Дмитрий Корнилов и Владислав Власов

Цели работы:

1. Поиск и тестирование стабильных версий ПО для АСМ, на основе которого велась разработка
2. Разработка дизайнов для:
 - Управления модулем шагового двигателя DRV 8824
 - Управления пьезоэлектроникой при помощи ЦАП AD5791
 - Реализации обратной связи при помощи АЦП AD7984
3. Разработка первой версии ПО для сканирующего капиллярного микроскопа

Принцип работы



Зависимость ионного тока через зонд от расстояния до поверхности образца

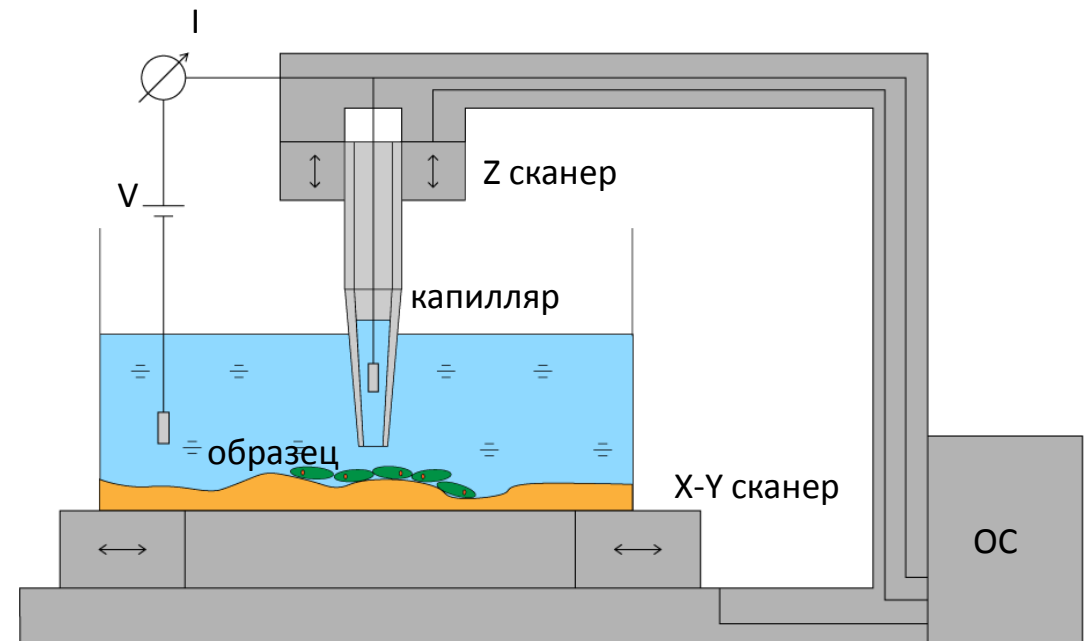
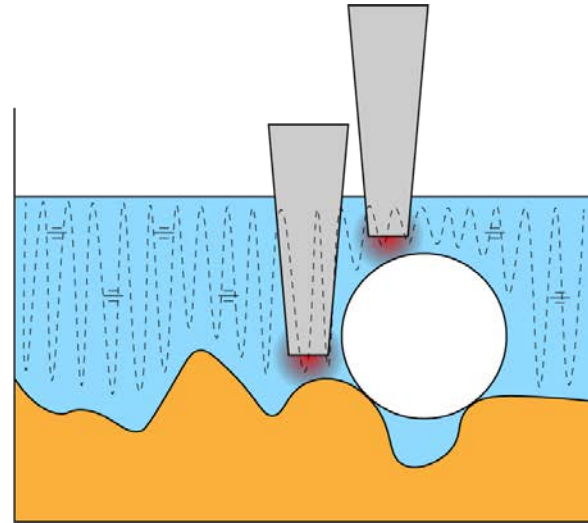
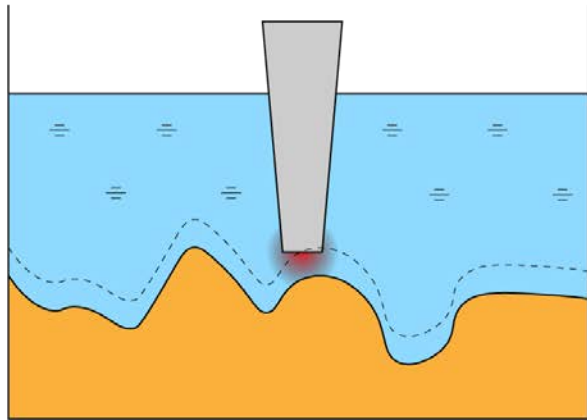
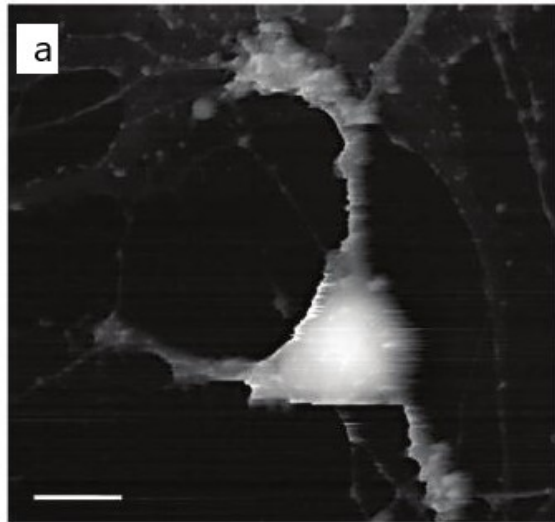


Схема устройства микроскопа

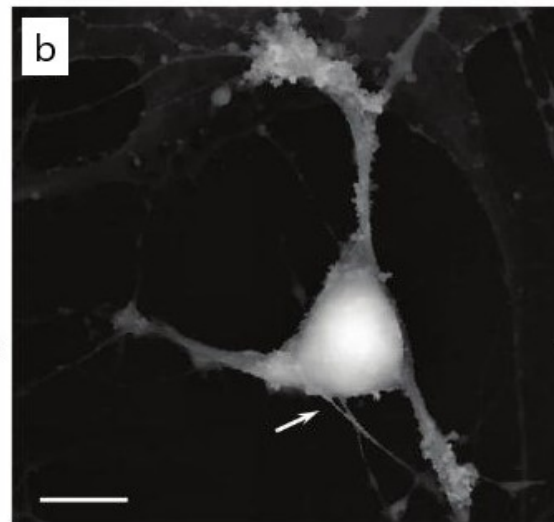
Режимы работы



- a) Бесконтактный непрерывный режим
- b) Прыжковый режим (hopping mode)



8.7 μm
0 μm

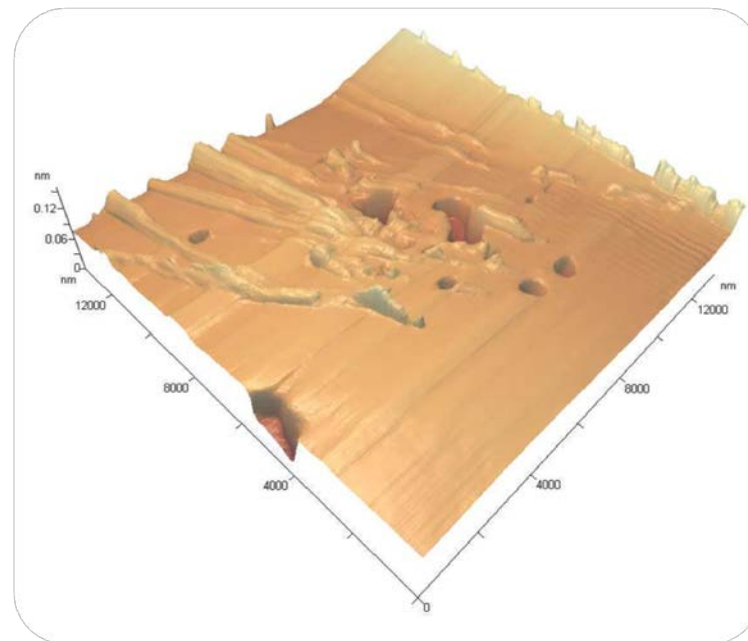
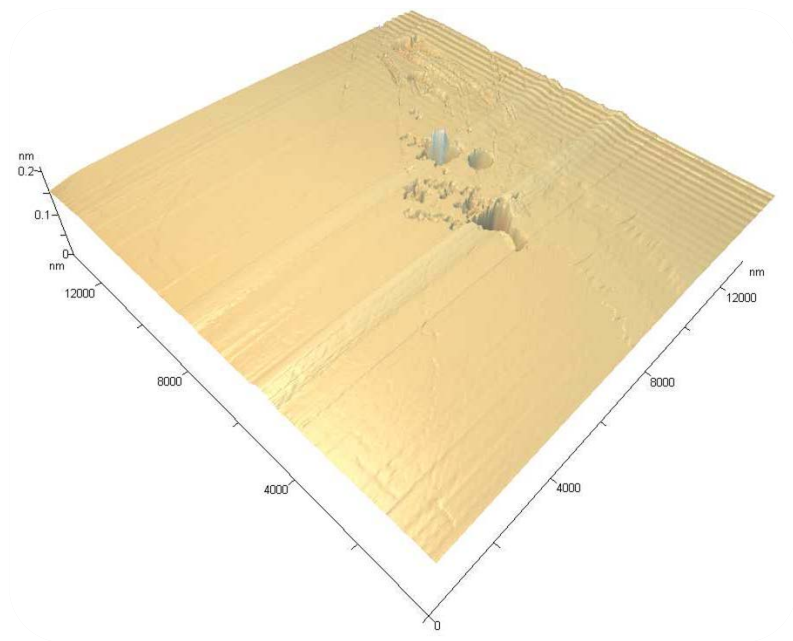


9.6 μm
0 μm

Электроника и пьезомэлементаы

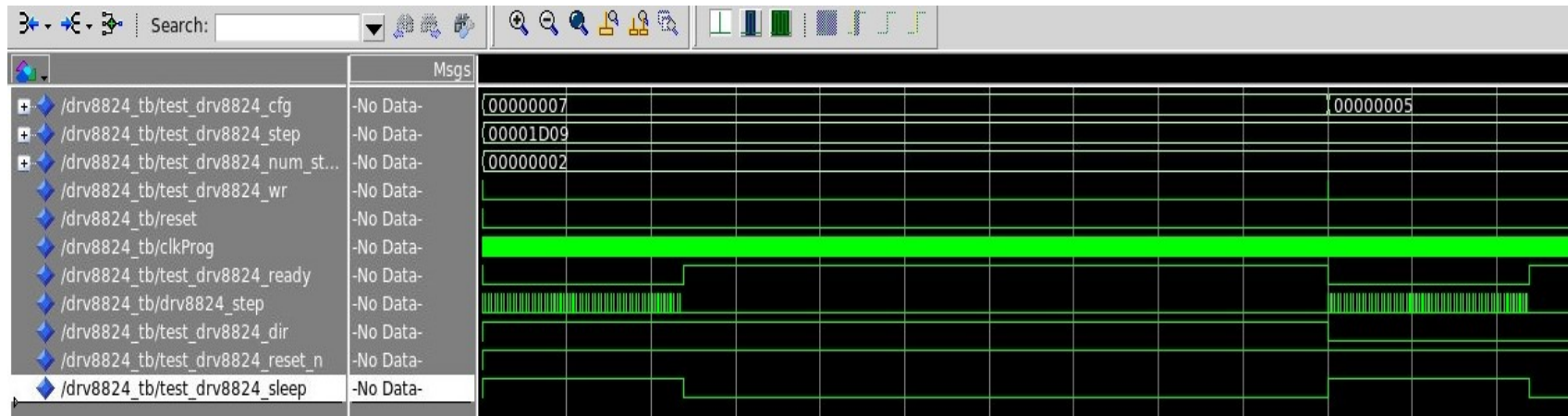


Результаты работы наиболее стабильной версии ПО для АСМ



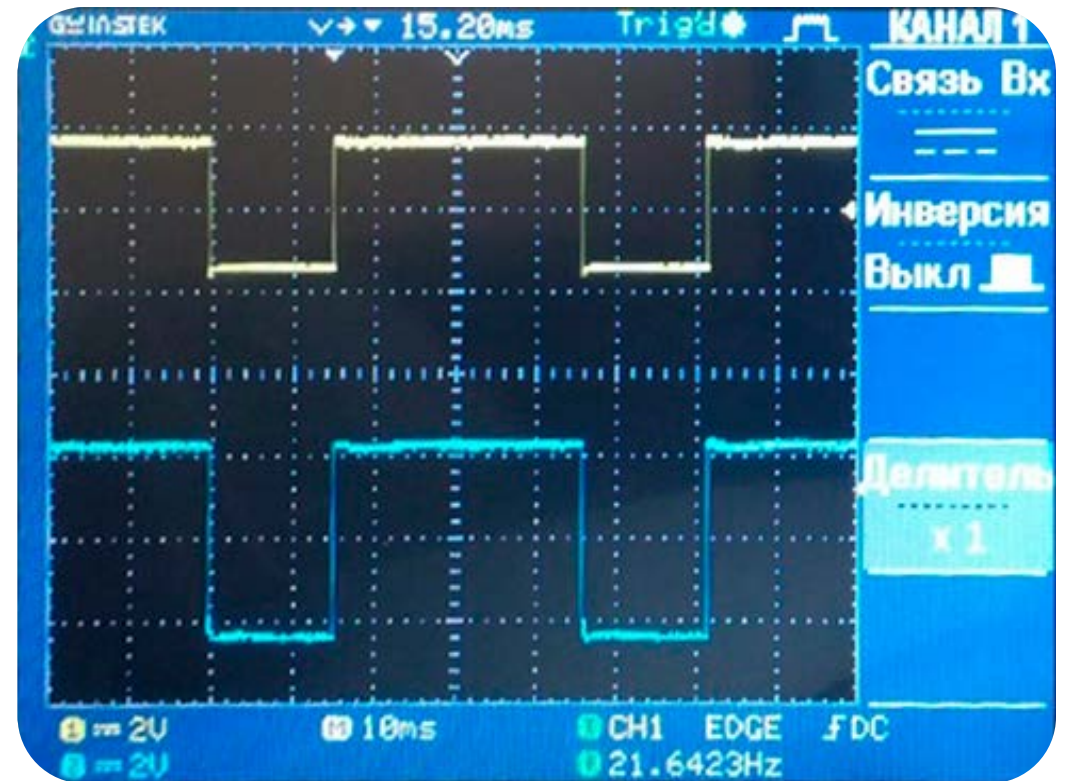
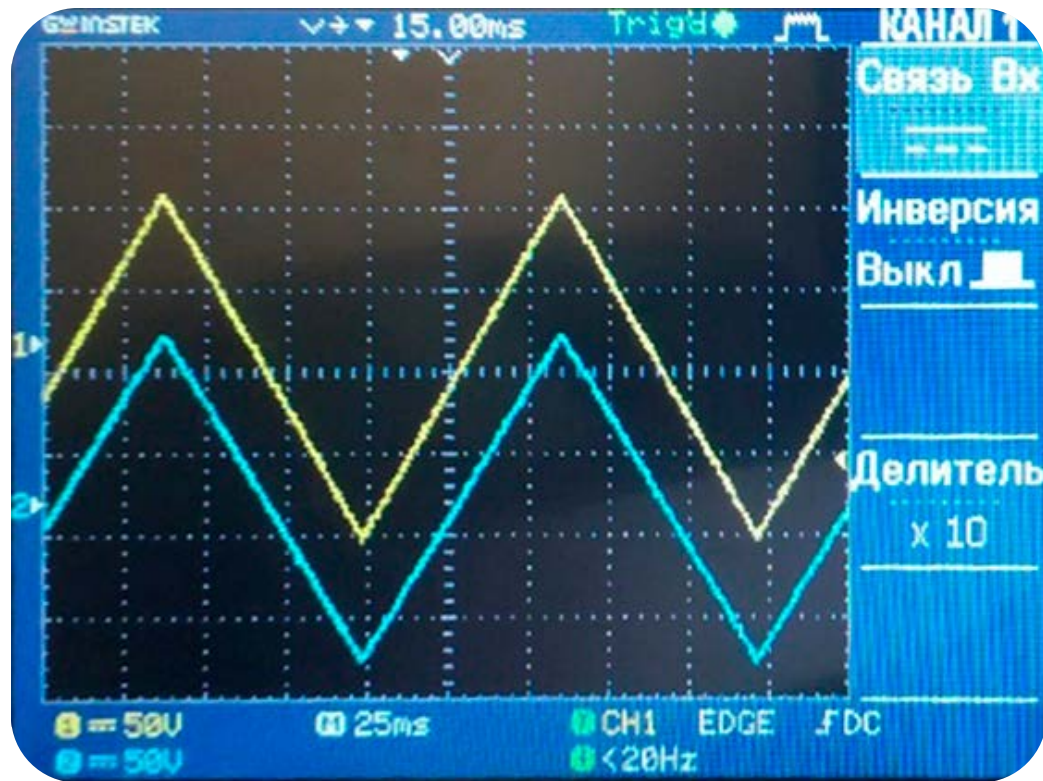
Разница между снимками несколько часов

Модуль DRV 8824



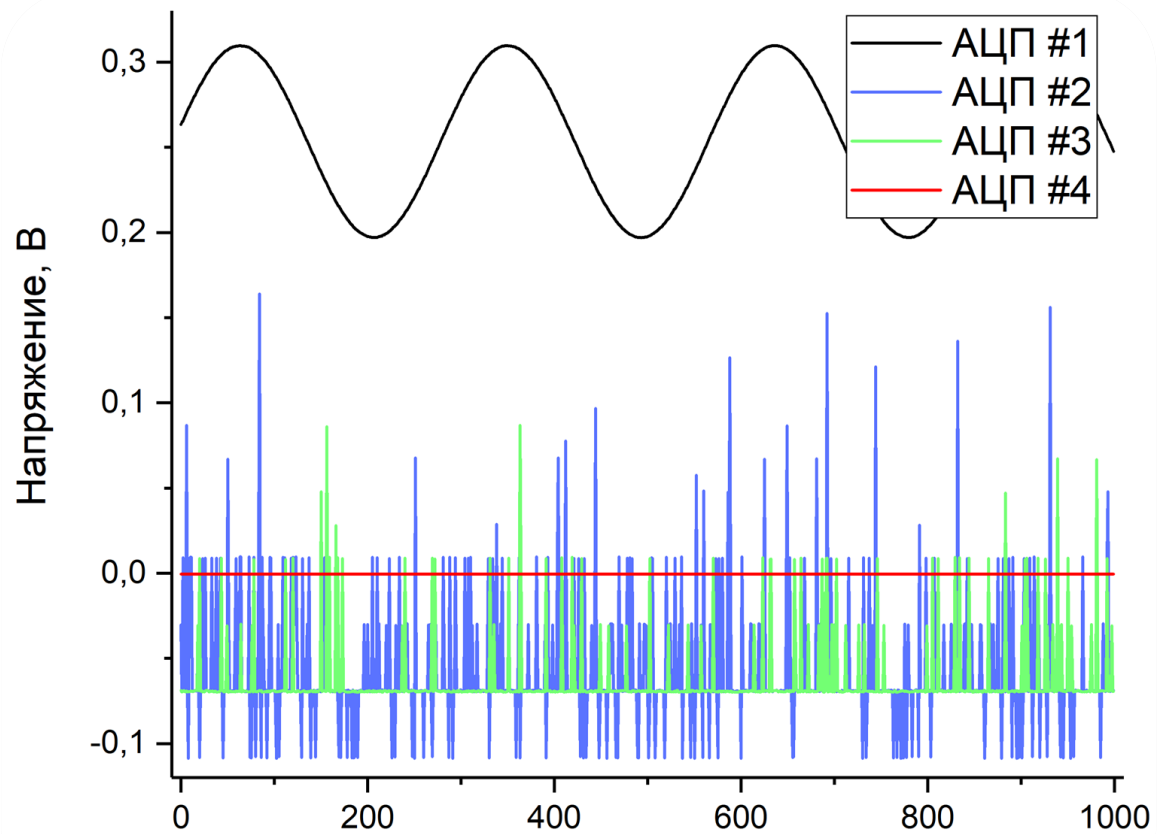
- Минимальное время отклика $\Delta t = 1,9$ мкс
- Дискретизация шага – 32 микрошага (16/64)

Модули AD5791



Результаты тестирования ЦАП

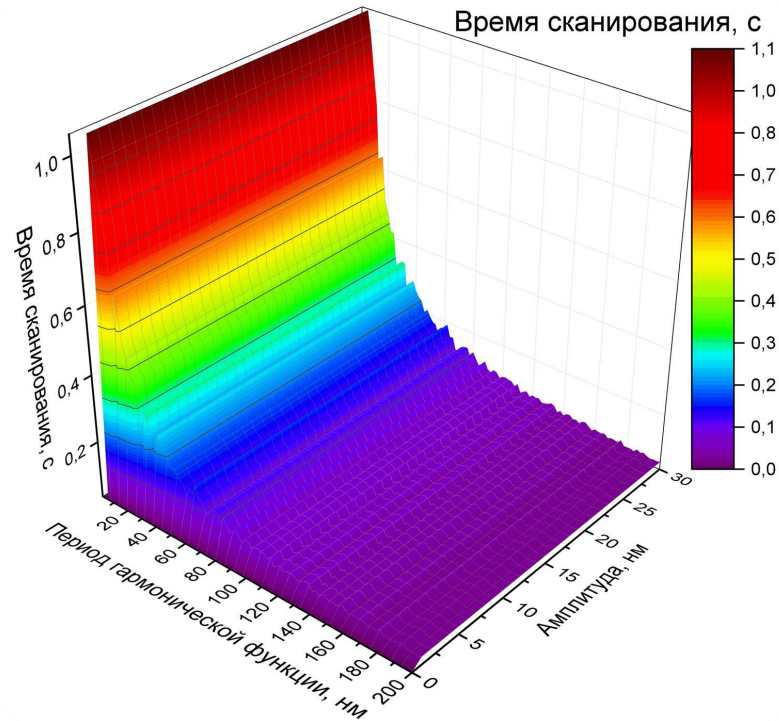
Модули AD7984



Время от начала тестирования, мкс

Результаты тестирования АЦП

Расчёт времени сканирования



$\Delta z = 1$ нм, бесконтактный режим

$$f_{\text{скан}} = (f_{\text{ОС и ИЭ}}^{-1} k_0 + f_{\text{ОС сравнение}}^{-1} + f_{\text{отв}}^{-1} + f_{\text{смещ}}^{-1})^{-1} / N^2 \quad (1)$$

$$f_{\text{скан}} = (f_{\text{ОС сравнение}}^{-1} + f_{\text{смещ}}^{-1})^{-1} / N^2 \quad (2)$$

Общие параметры:

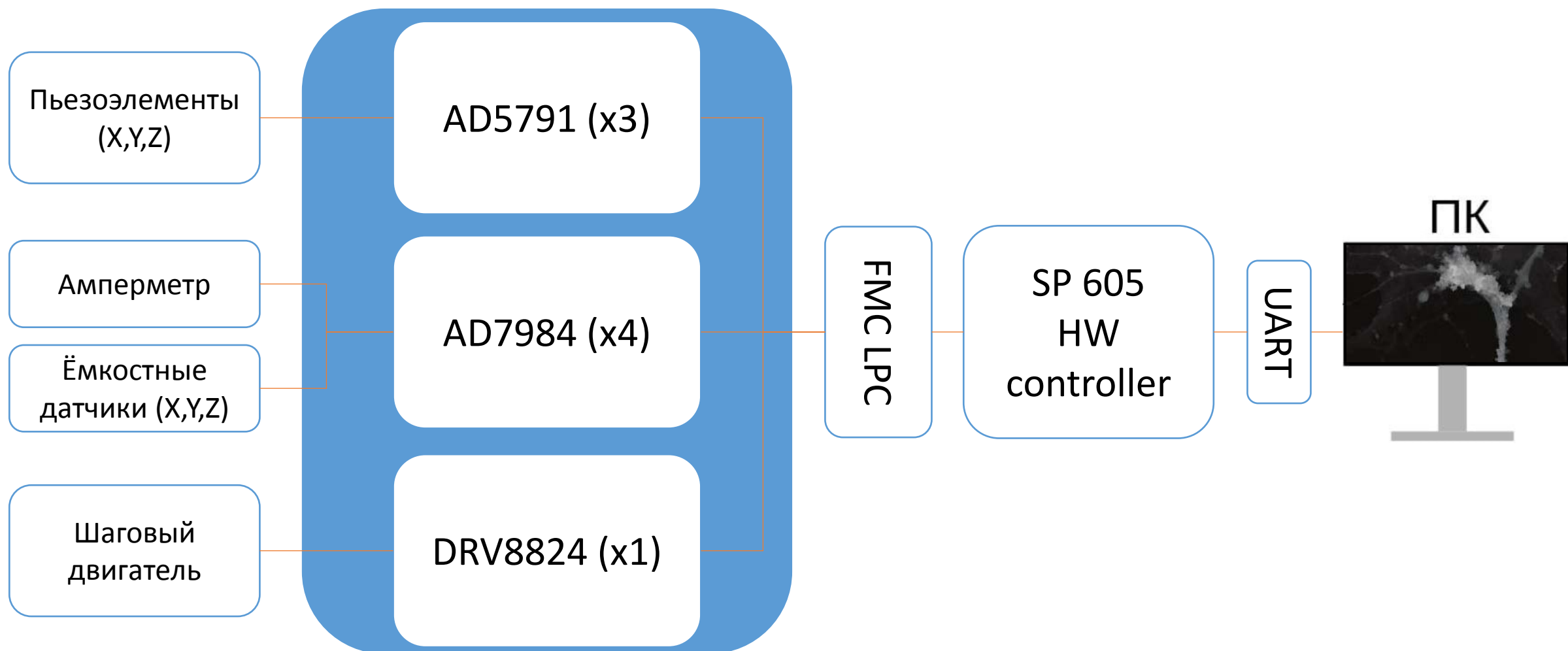
- тактовая частота ПЛИС: 200 МГц
- рабочая частота АЦП: 1 МГц
- рабочая частота пьезоманипулятора: 3,2 КГц
- рабочая частота входного усилителя: 500 КГц
- размер области сканирования: $200 * 200 * 30$ нм³
- шаг по z: 1 нм

Результаты:

- в бесконтактном режиме: от 0,03 с до 1,05 с
- в хоппинг-режиме: 3 с

Схема установки

Монтажная плата



Результаты работы:

- Проведено тестирование системы управления шаговым двигателем в режиме симуляции
- Получены и визуализированы на осциллографе различные виды сигналов с ЦАП
- Получены и визуализированы на графиках в виде зависимостей напряжения от времени данные с АЦП
- Рассчитаны времена сканирования в различных режимах
- Разработана программа для получения обратной связи

Планы

- Сборка установки с подключенной механикой
- Тестирование первой версии ПО на известных образцах
- Переход от UART к Ethernet для ускорения процесса сканирования