УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

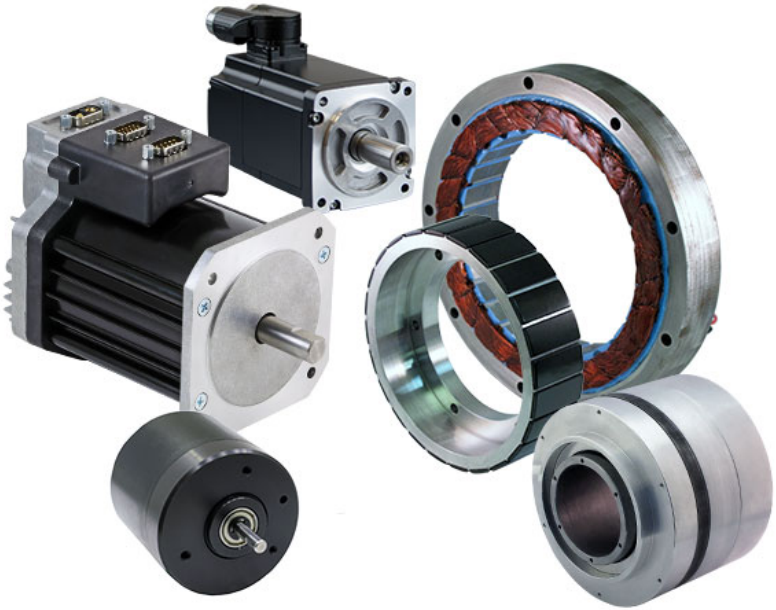
Разработка макета электропривода с бесконтактным моментным электродвигателем

Иванов Владислав Андреевич (vladivanov.dev@gmail.com)

Научный руководитель: доцент, к.т.н Бойков Владимир Иванович

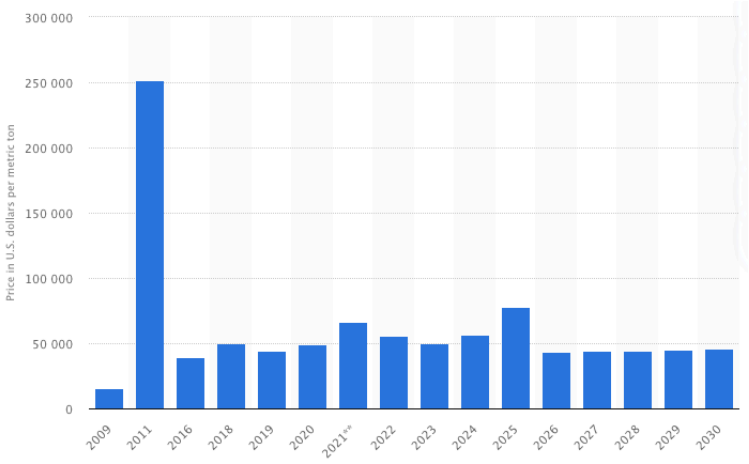
2021 г.

Актуальность

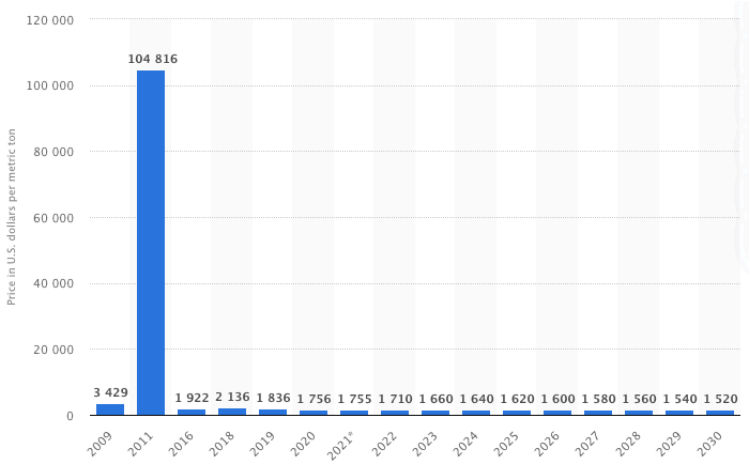


Цены на оксиды металлов с 2009 по 2020 год (с прогнозом до 2030 года)

Неодим (Nd)

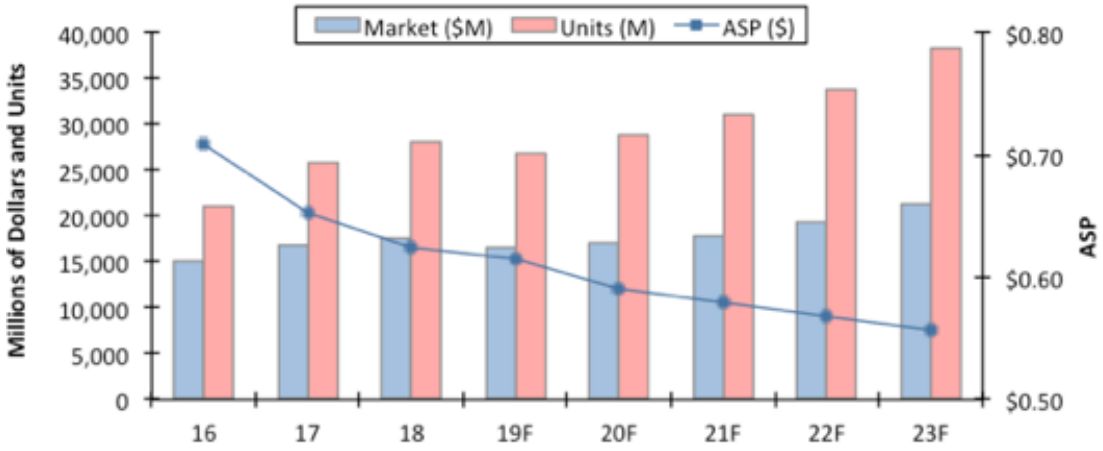


Самарий (Sm)



Данные предоставлены веб-ресурсом https://www.statista.com/

Цены на микроконтроллеры



ASP – Average Selling Price

Данные предоставлены IC insights

Существующие решения

1

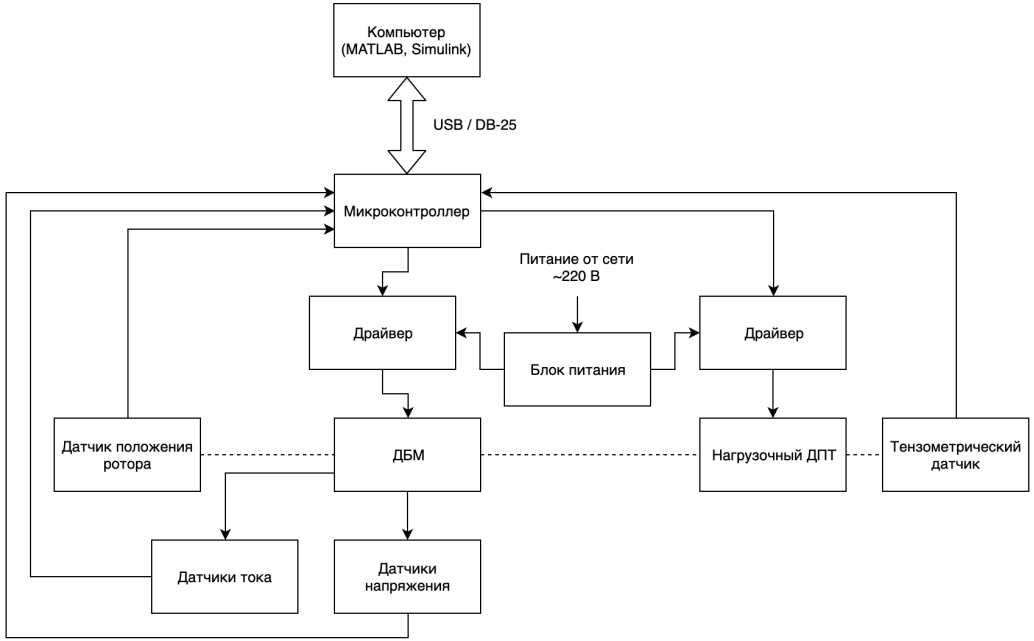
2

3

	Вывод данных	Двигатель входит в комплект?	Реализация собственных алгоритмов управления	Исследования под нагрузкой	Двигатель скрыт?	Стоимость, руб
(1) Типовой комплект учебного оборудования “Вентильный двигатель”	нет	да	нет	да	да	368 810
(2) Типовой комплект учебного оборудования “Микропроцессорная система управления вентильным двигателем", исполнение моноблочное с ноутбуком"	?	да	?	нет	да	111 804
(3) Стенд SkyRC Extreme BMC-01 для проверки бесколлекторных двигателей	нет	нет	нет	нет	-	10 562

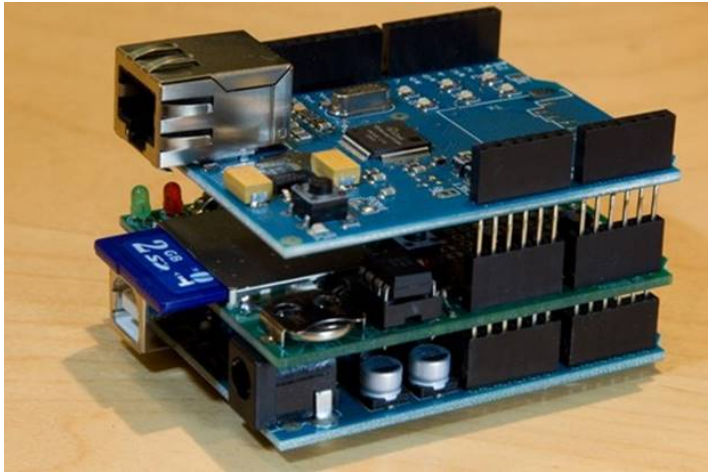
Собственное решение

При разработке стенда были учтены все выявленные недостатки существующих решений.



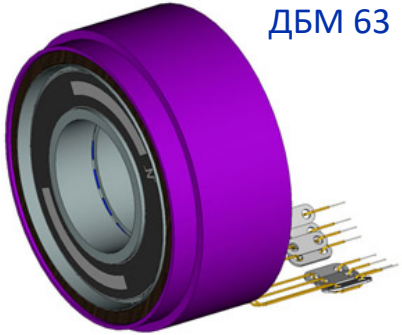
Требования

- Удобный и быстрый интерфейс для обмена данными
- Возможность исследования скоростных и силовых характеристик двигателя
- Возможность исследования электрических параметров обмоток двигателя
- Plug-n-play архитектура

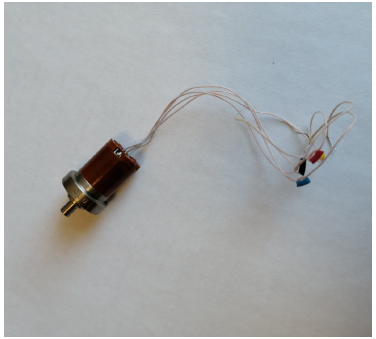


Технические решения

ДПТ Д5-ТР



ДБМ 63



Тензодатчик С50

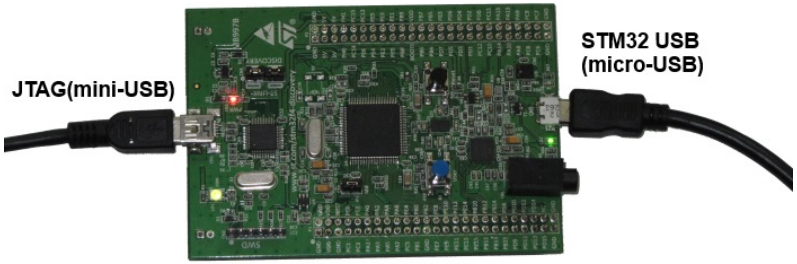
STM32F407G-DISC1

AS5048A

Основные сценарии работы

Работа через USB

STM32-MAT/TARGET



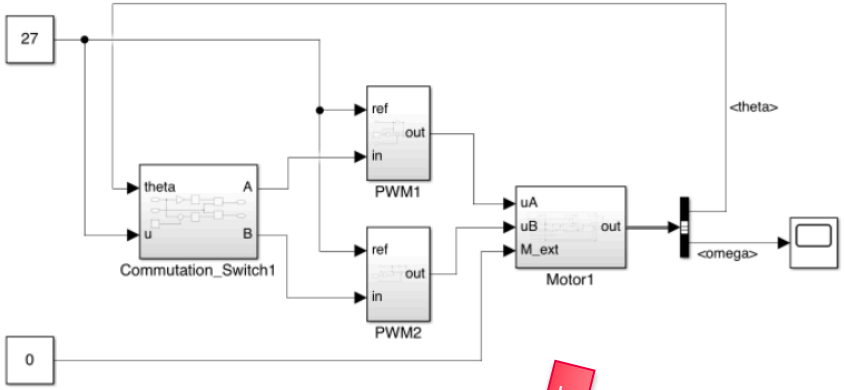
Работа через DB-25

Simulink Desktop Real-Time

Система управления

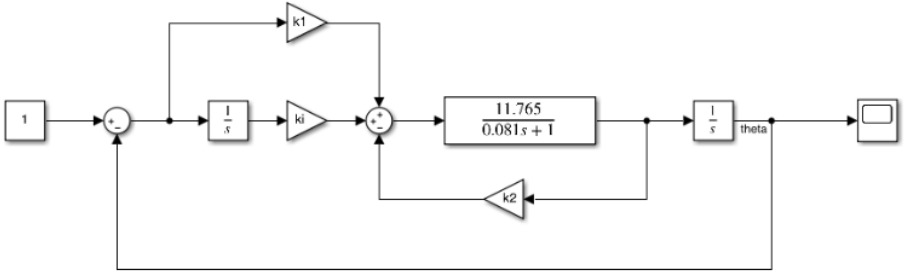
$$\begin{cases} T_{\text{ф}}\frac{di_A}{dt} + i_A = \frac{1}{R}(u_A + C_e\omega sin(\theta)); \\ T_{\text{ф}}\frac{di_B}{dt} + i_B = \frac{1}{R}(u_B - C_e\omega cos(\theta)); \\ M = C_m(i_B cos(\theta) - i_A sin(\theta)); \\ J\epsilon = M - M_{\text{вн}}. \end{cases}$$

+ коммутатор, ШИМ



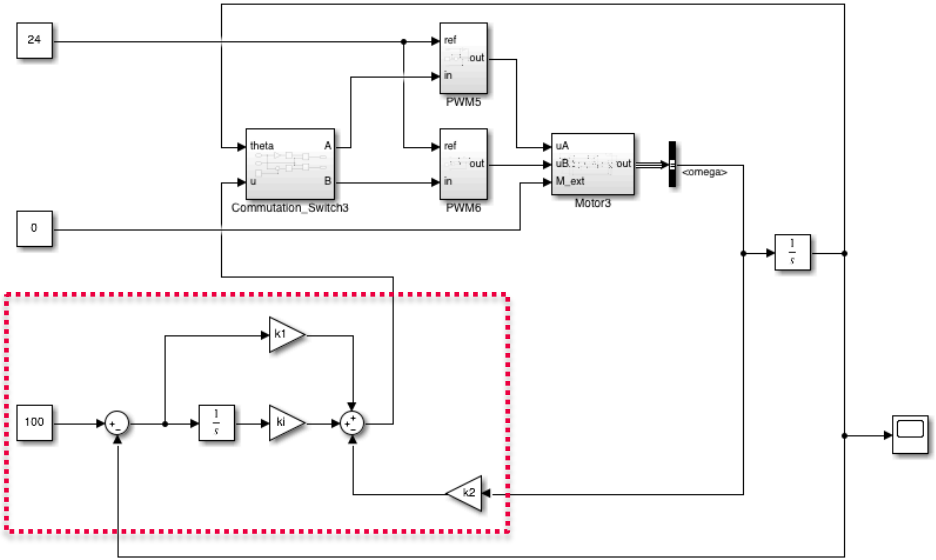
в режиме ДПТ

ПИ-регулятор по углу



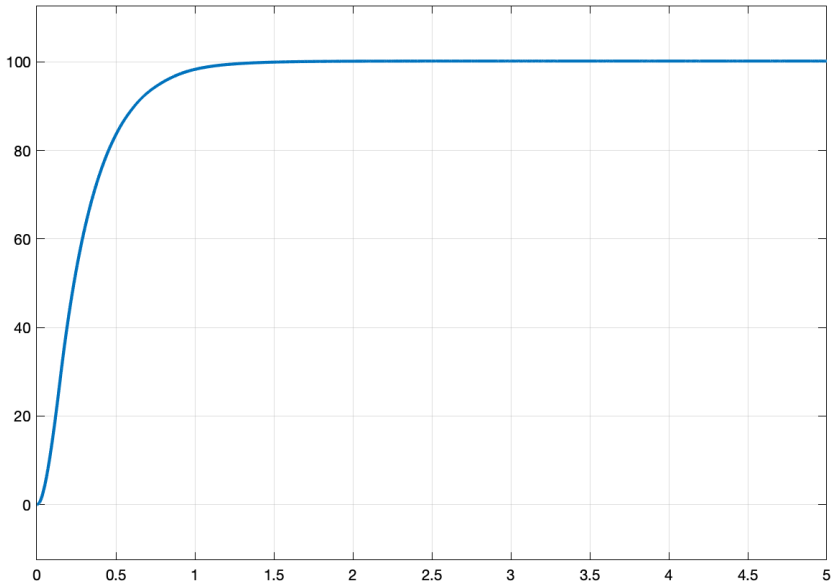
$$W(s) = \frac{11.765}{0.081s + 1},$$

Регулятор

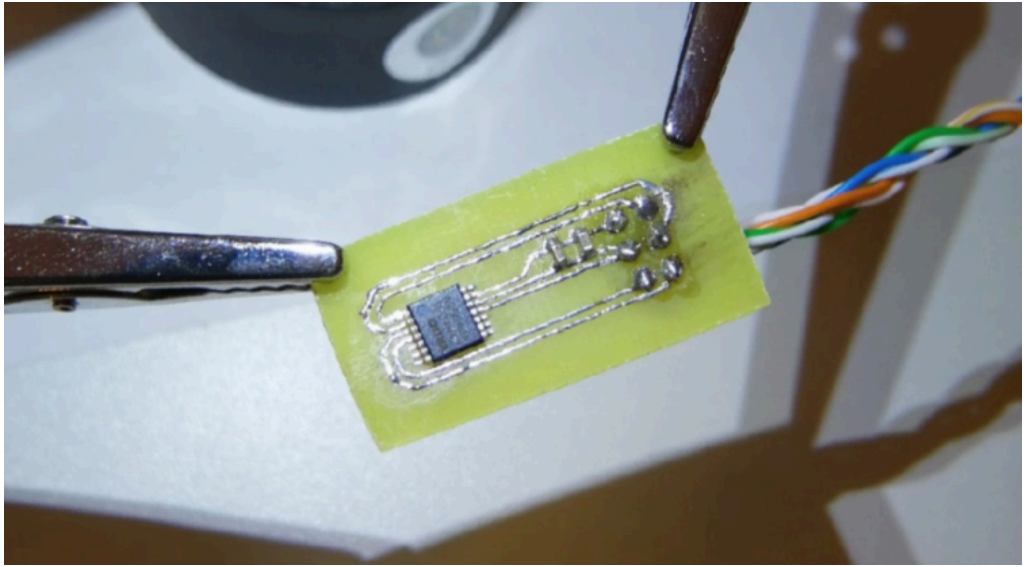



```
DBM63_Init(htim3, htim4);
DBM63_Stop();

double target_angle = 100; // radians

while (1)
{
  // --- PI ---
  double angle = AS5048A_Read_Angle(hspi2);
  double omega = d_dt(angle);
  double error = target_angle - angle;
  double U = k1 * error + ki * S(error) - k2 * omega;
  // ----------

  U = min(fabs(U), SYSTEM_VOLTAGE) * sgn(U);

  double phase_a = sin(-angle / 8) * U;
  double phase_b = sin(angle / 8 + M_PI / 2) * U;

  DBM63_Winding pa_winding = phase_a > 0
      ? DBM63_Winding_1
      : DBM63_Winding_2;

  DBM63_Winding pb_winding = phase_b > 0
      ? DBM63_Winding_3
      : DBM63_Winding_4;

  DBM63_Set_Voltage(pa_winding, fabs(phase_a));
  DBM63_Set_Voltage(pb_winding, fabs(phase_b));
}
```

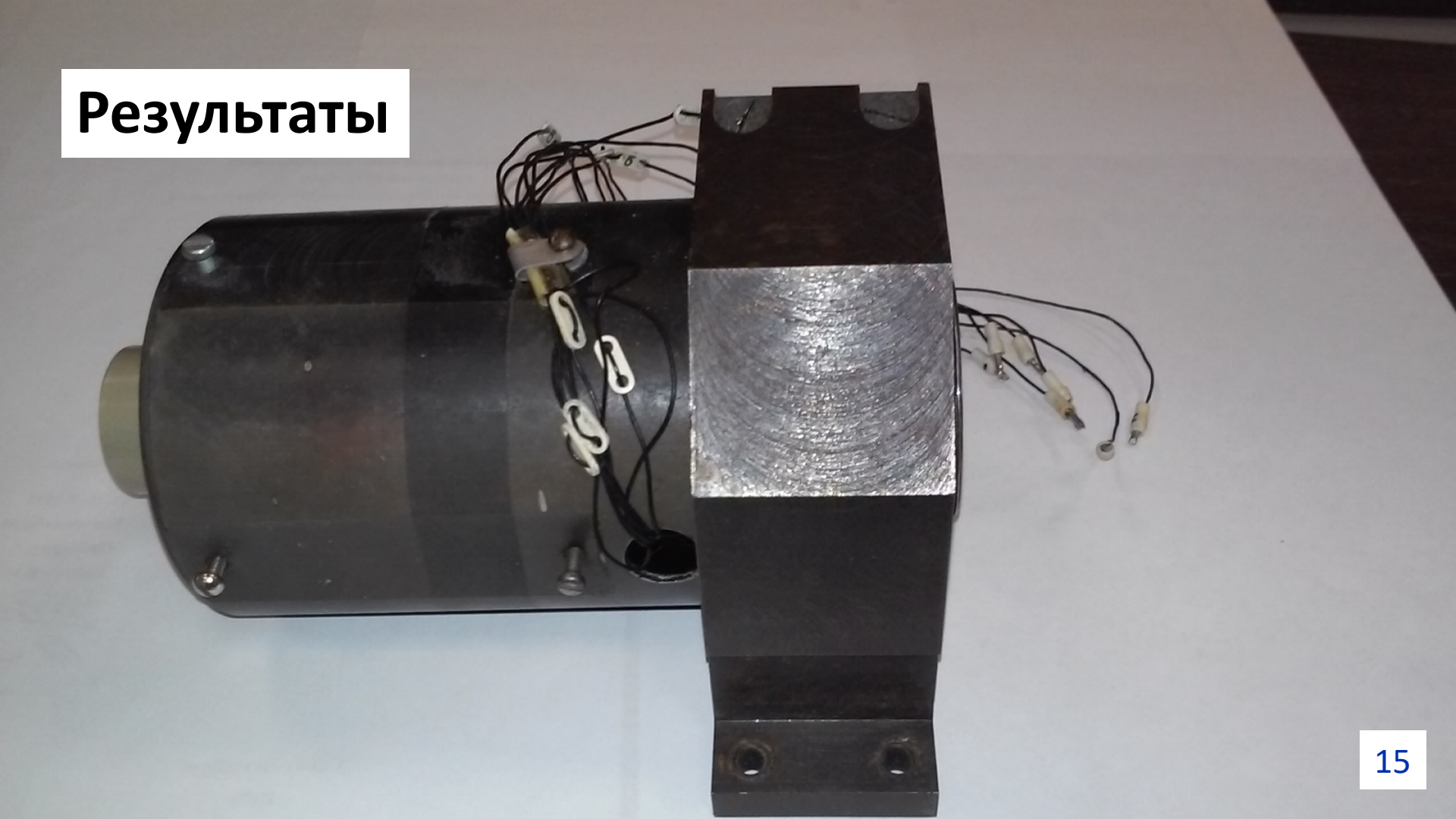
Моделирование



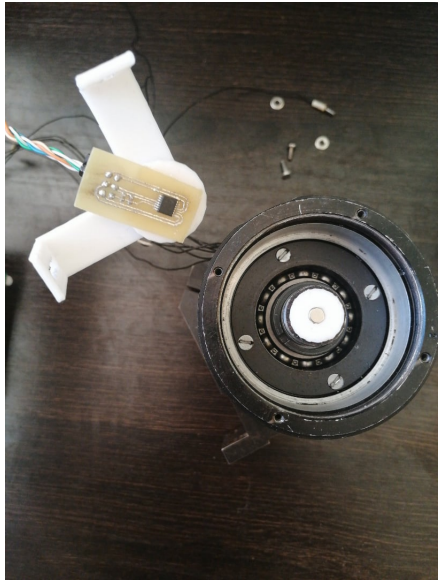
Результаты

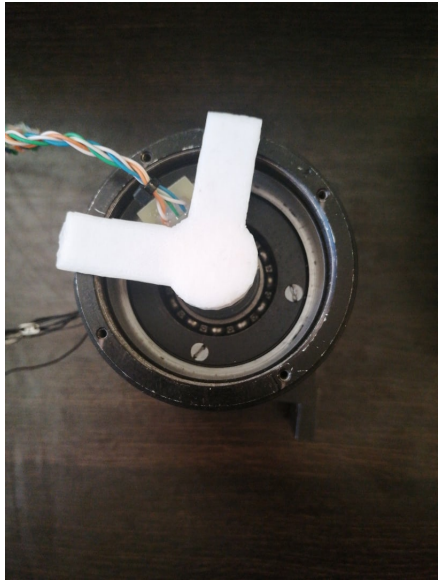


Результаты

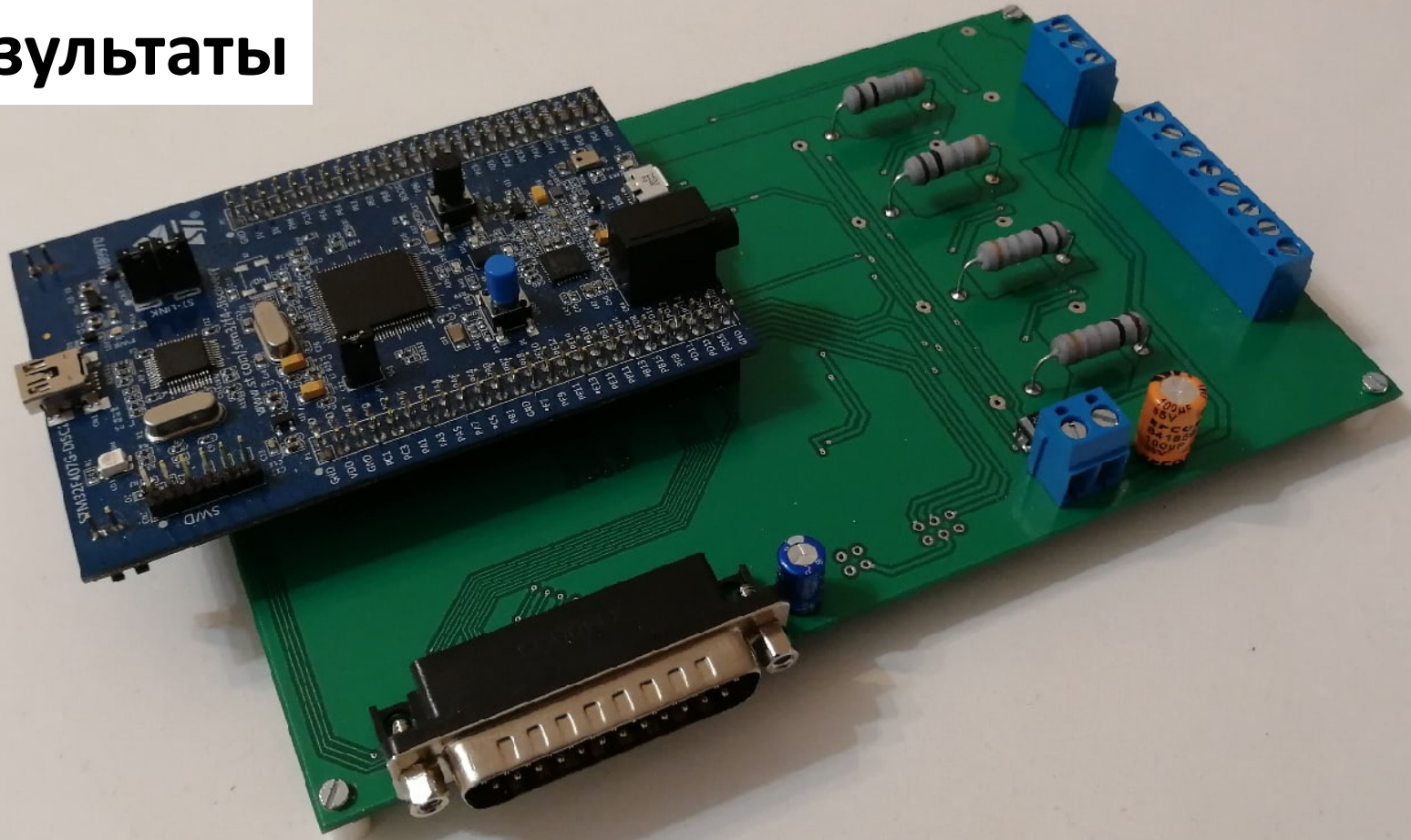


Результаты



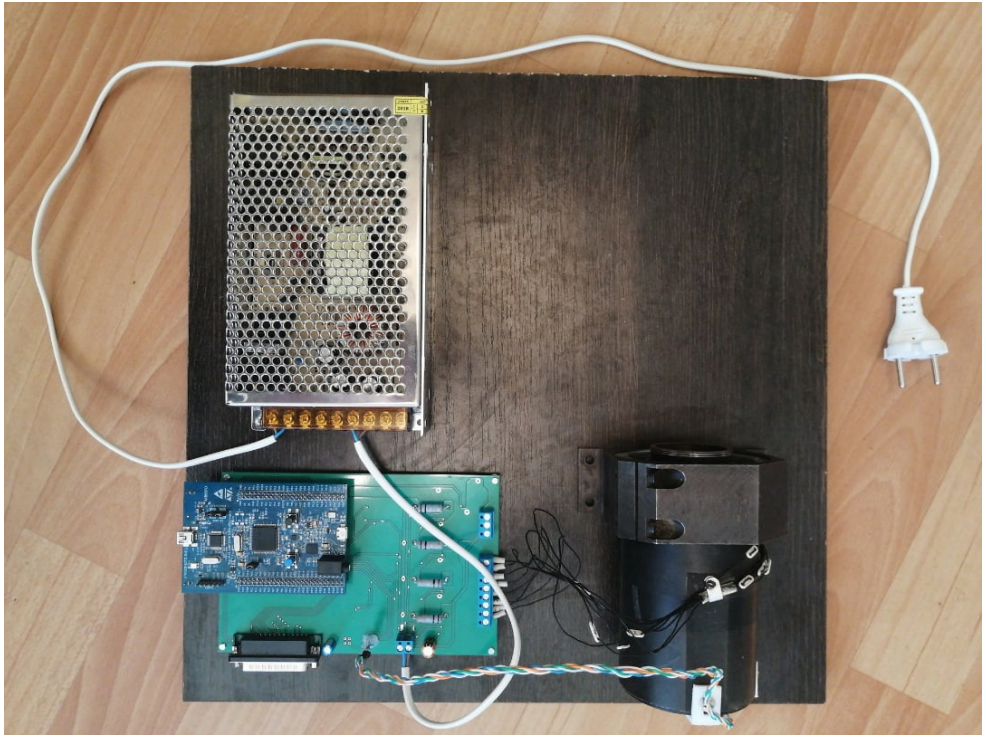


Результаты



Результаты

Испытание модуля электроники в комплекте с ДБМ.



Заключение

Разработан, собран и испытан модуль электроники стенда. Разработанный стенд соответствует всем предъявленным требованиями.

Разрешающая способность датчиков стенда	
Разрешение для измерения угла поворота ротора, рад	0.000383
Разрешение для измерения тока в обмотках, А	0.000983
Разрешение для измерения напряжения в обмотках, В	0.00586

Разработанный стенд позволяет реализовать и исследовать системы управления с различными режимами управления двигателем - от простых шаговых до современного векторного управления.

Спасибо за внимание!

www.ifmo.ru

ITsMOre than a UNIVERSITY