

ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» Кафедра ЭВМ

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Автор работы:
студент группы КЭ-405
Д.С. Пашнин

Научный руководитель:
к. пед. н, доцент каф. ЭВМ
Ю.Г. Плаксина

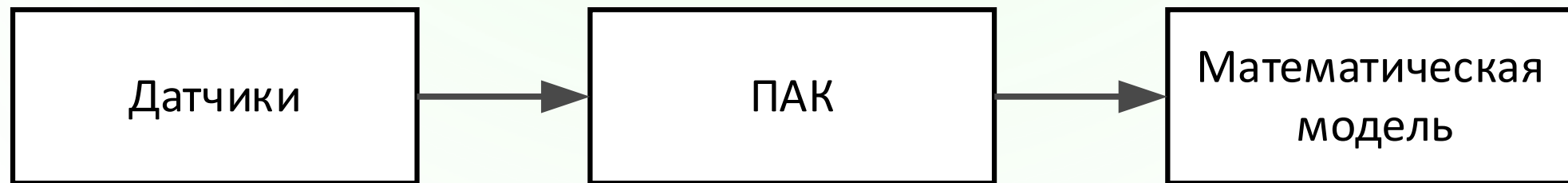
Челябинск 2022

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОВОДИМОЙ РАБОТЫ

Цифровой двойник с максимальной точностью представляет в цифровом формате конфигурацию, состояние продукта, процесса, актива и т.д. на протяжении его полного жизненного цикла.

Использование цифрового двойника **снижает риск возникновения аварий и, следовательно, простоев оборудования.**

Функциональная схема цифрового двойника



ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Цель:

Спроектировать и реализовать программно-аппаратный комплекс сбора и передачи данных для математической модели цифрового двойника реализованного в программной среде Ansys Twin Builder.

Задачи:

- 1) проанализировать предметную область на наличие аналогичных устройств, рассмотреть основные технологические решения;
- 2) определить требования к разрабатываемому проекту;
- 3) спроектировать программную и аппаратную архитектуры системы;
- 4) подобрать компонентную базу;
- 5) реализовать программно-аппаратный комплекс;
- 6) произвести тестирование разработанной системы.

АНАЛИЗ РЫНКА ПЛК



ADAM-4017

1



WP-5238-CE7

2



BX-DM1E-10AR3-D

3

4

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБЗОРА ЛИТЕРАТУРЫ

№	Номенклатура устройства	Типы поддерживаемых протоколов	Типы поддерживаемых интерфейсов	Цена изделия
1	ADAM-4017-D2E	ASCII Command, Modbus/RTU	RS-485.	21448,35 руб.*
2	BX-DM1E-10AR3-D	Do-more! Protocol, Ethernet Remote I/O, Modbus TCP/IP, Ethernet/IP, HOST ECOM (Direct Logic), SMTP (Email), Sntp (Time Server), TCP/IP, UDP/IP (Raw packet)	RS-232/485.	27195,00 руб.*
3	WP-5238-CE7	Modbus TCP Master, Modbus RTU/ASCII Master, Modbus RTU Slave, Modbus TCP Slave, Modbus RTU I/O, Modbus TCP I/O, Schedule Control, Retain Variables, File Access & Data Log и др.	2x RS-232/485, USB 2.0: 1 host, VGA, Ethernet.	52340,71 руб.*

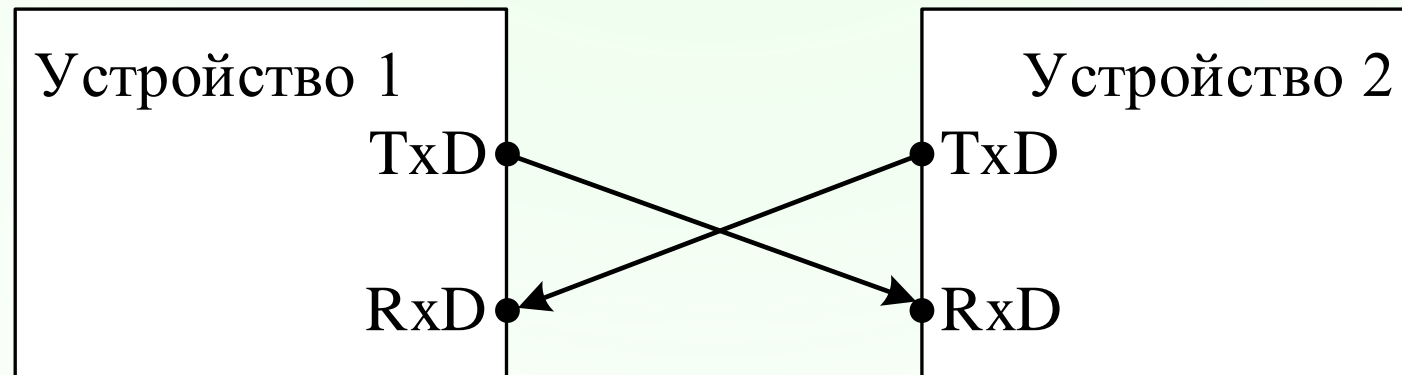
*цена актуальна на момент обращения к официальным дистрибьютерам (23.05.22 г.).

Таким образом, всем вариантам устройств присуща избыточность в типе поддерживаемых протоколов или интерфейсов, что напрямую влияет на ценовую политику конечного продукта.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

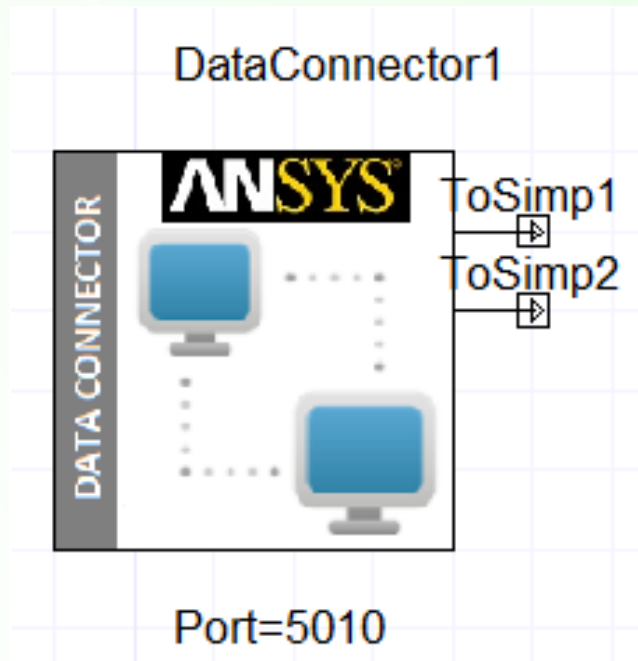
Протокол передачи данных UART

Связь осуществляется по двум проводам (RX/TX), где биты, составляющие информационные байты, принимаются/отправляются последовательно.



ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Web-сервер Data Connector



Поддерживаются следующие два режима работы:

- режим реального времени;
- режим синхронизации.

Процесс установления связи с web-сервером

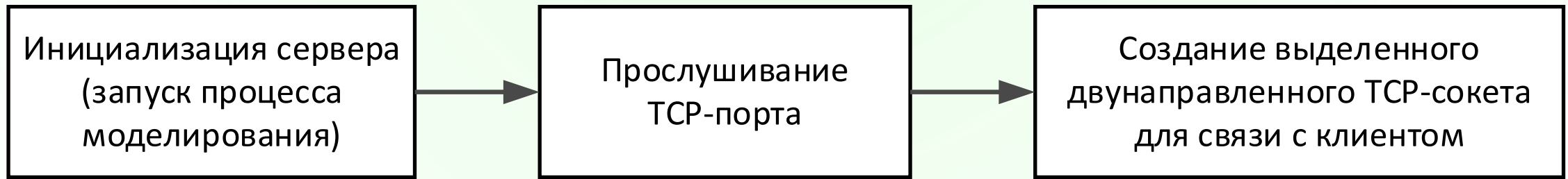
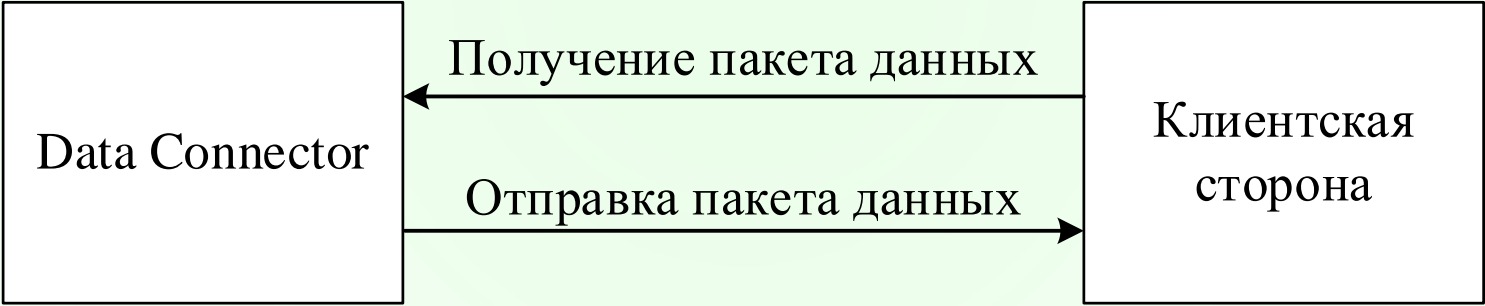
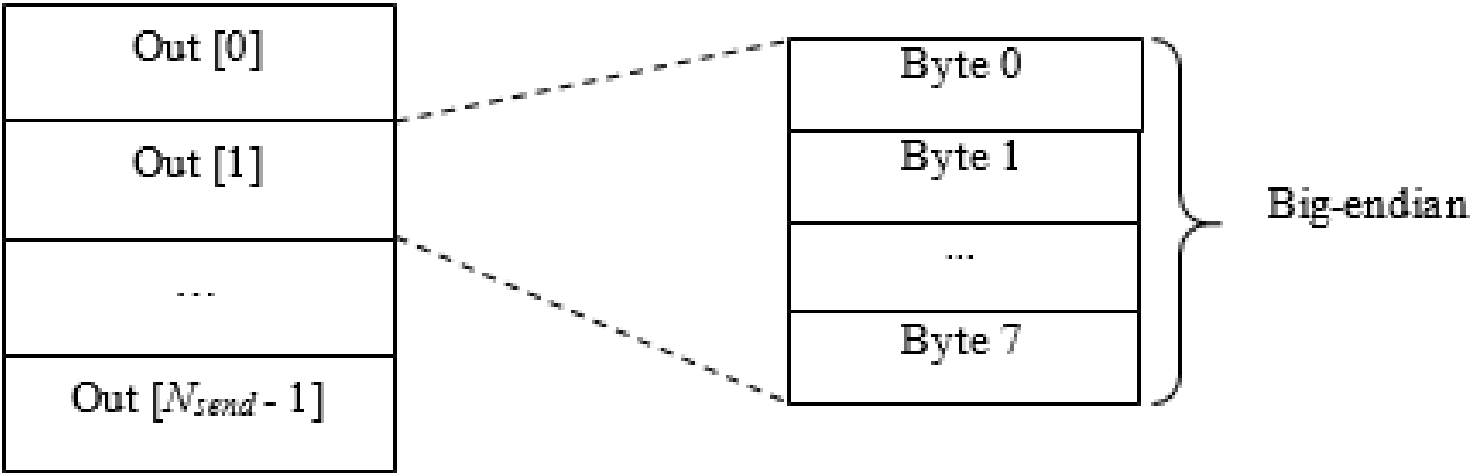


Схема передачи данных



Особенности формирования пакета данных



ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ

Состав компонентной базы:

- 1) два аналоговых датчика тока с пределами измерения от -30 до $+30$ А;
- 2) микроконтроллер с возможностью подключения аналоговых датчиков и возможностью передачи данных во внешнее устройство по протоколу UART;
- 3) USB-UART конвертор для обеспечения преобразования данных и их передачи в клиентскую машину.

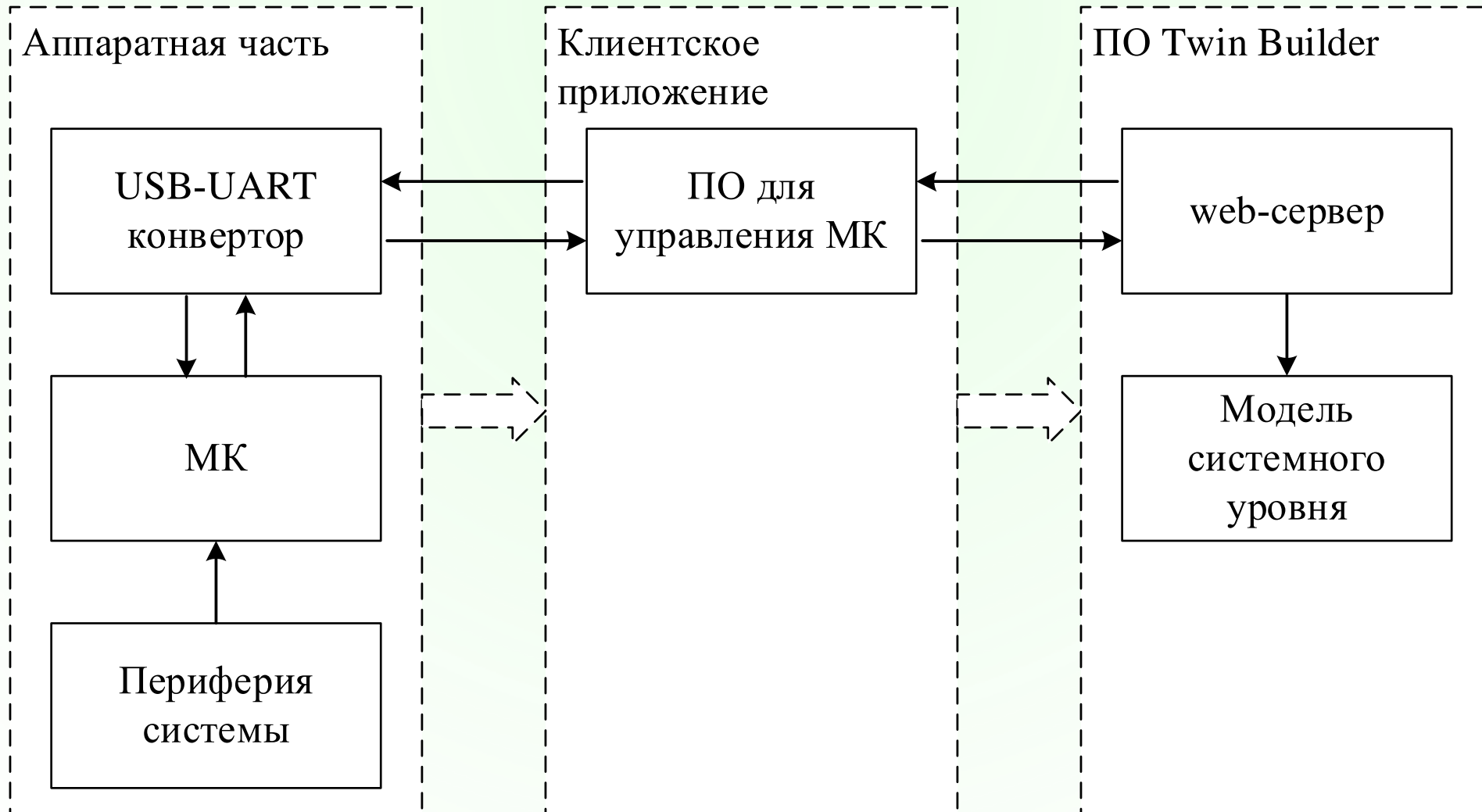
ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- 1) разрешающая способность блока АЦП микроконтроллера должна составлять 12-bit для удовлетворительного шага дискретизации сигнала;
- 2) клиентская часть ПО должна предоставить возможность преобразования входящих данных в формируемый пакет, отвечающий стандарту двойной точности 64-bit (big-endian);
- 3) обеспечить передачу данных между клиентским приложением и сервером в формате big-endian по протоколу TCP.

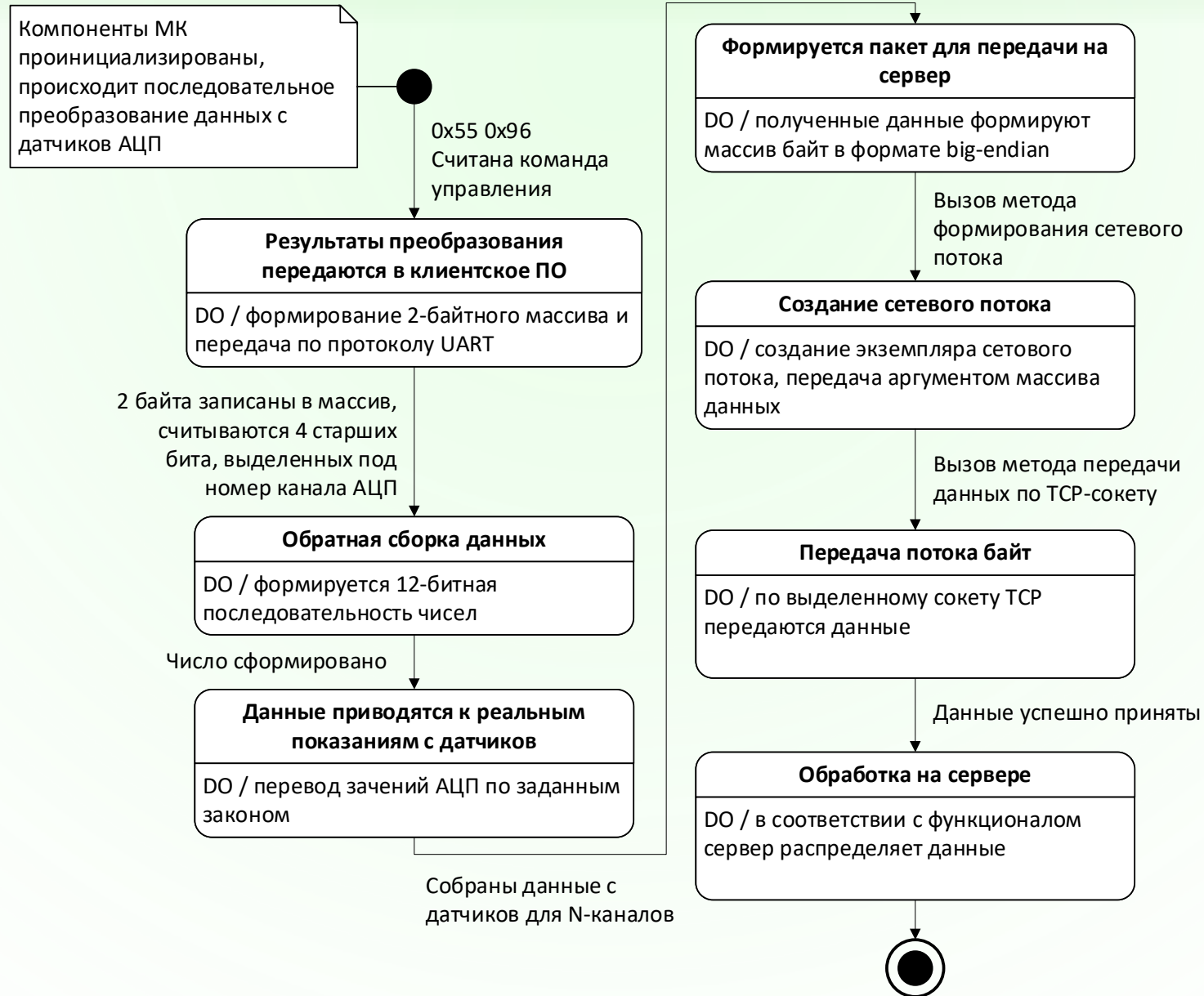
ОСНОВНЫЕ НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- 1) время установления связи между сервером и клиентом не должно превышать 20 секунд;
- 2) скорость обмена данными между МК и клиентской машиной по протоколу UART должна составлять 115200 бит/с;
- 3) процесс передачи данных в программную среду должен длиться 40 секунд после начала анализа.

АРХИТЕКТУРА РАЗРАБАТЫВАЕМОГО РЕШЕНИЯ

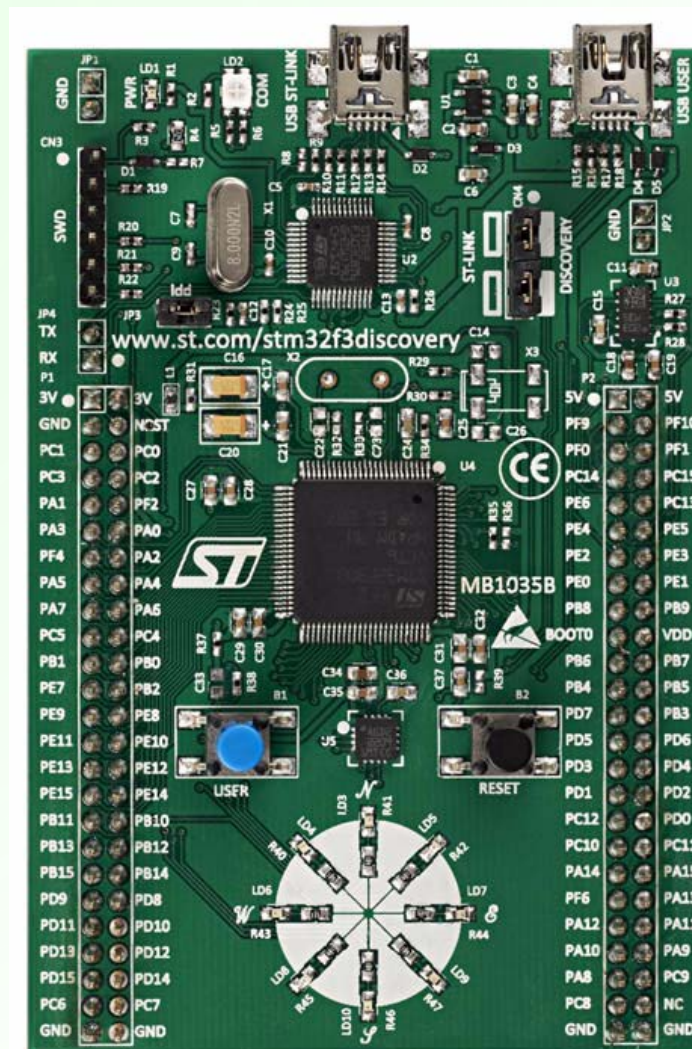


АЛГОРИТМ РАБОТЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ



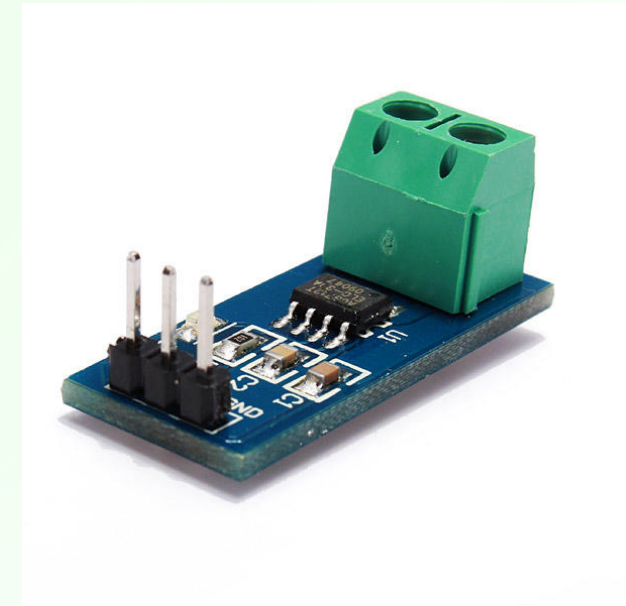
ОТЛАДОЧНАЯ ПЛАТА STM32F3DISCOVERY

- ✓ возможность обработки до 39 каналов АЦП;
- ✓ наличие блока DMA для переноса данных из памяти периферии в оперативную без задействования ресурсов ядра МК;
- ✓ наличие интерфейса UART для передачи данных в клиентскую машину.



ДАТЧИК ТОКА ACS712

- ✓ допустимые пределы измерения тока от -30 до 30 А;
- ✓ для измерения тока требуется питание от напряжения $+5$ В;
- ✓ чувствительность датчика составляет 66 мВ/А, что в конечном итоге, после преобразования измерений АЦП МК, позволяет получить разницу между пределами в 3280 ед.

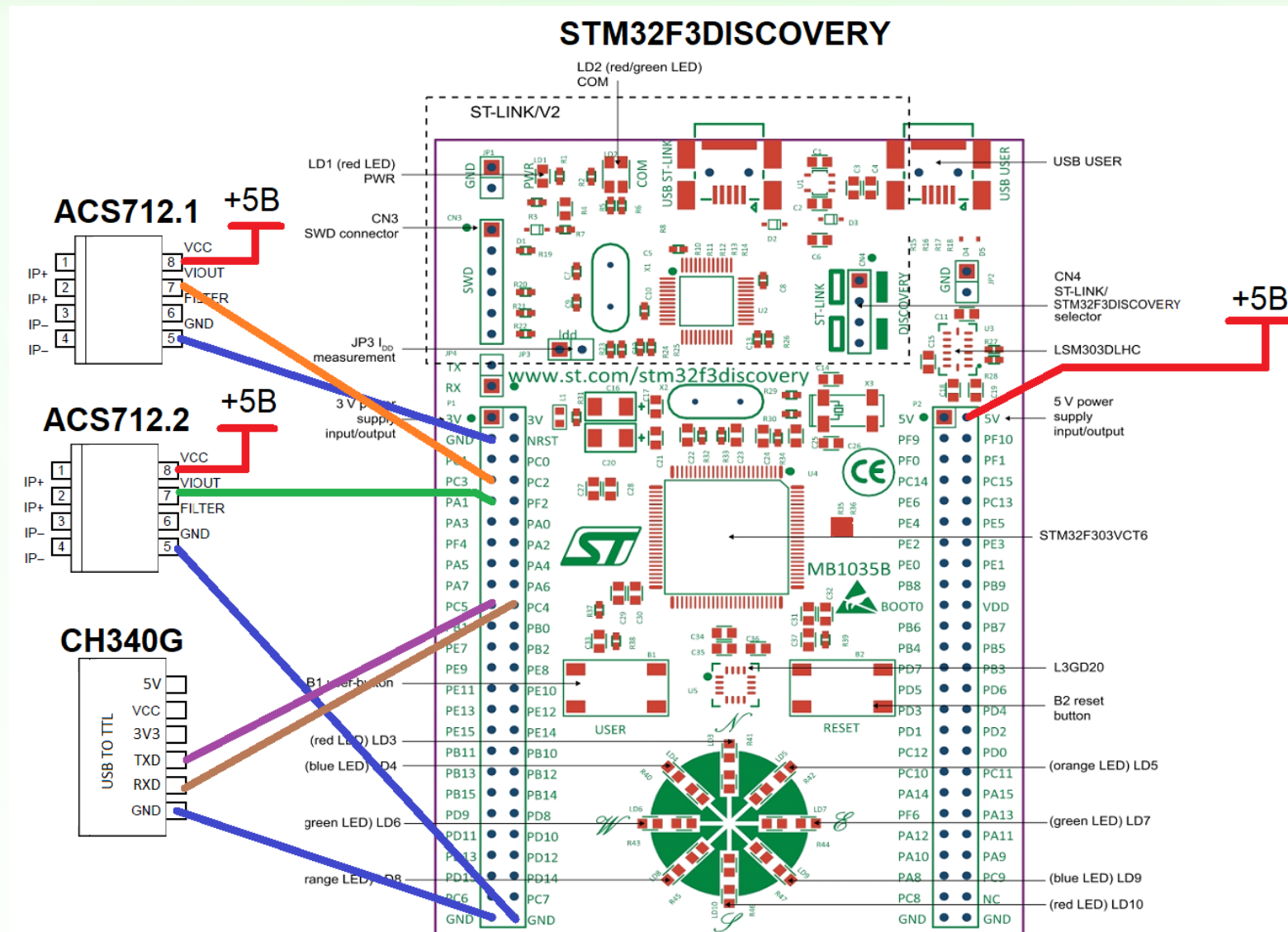


ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УРОВНЕЙ SN340G

В режиме последовательного порта SN340 обеспечивает общий модемный сигнал для расширения интерфейса UART компьютера или прямого подключения обычных последовательных устройств к шине USB.



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ

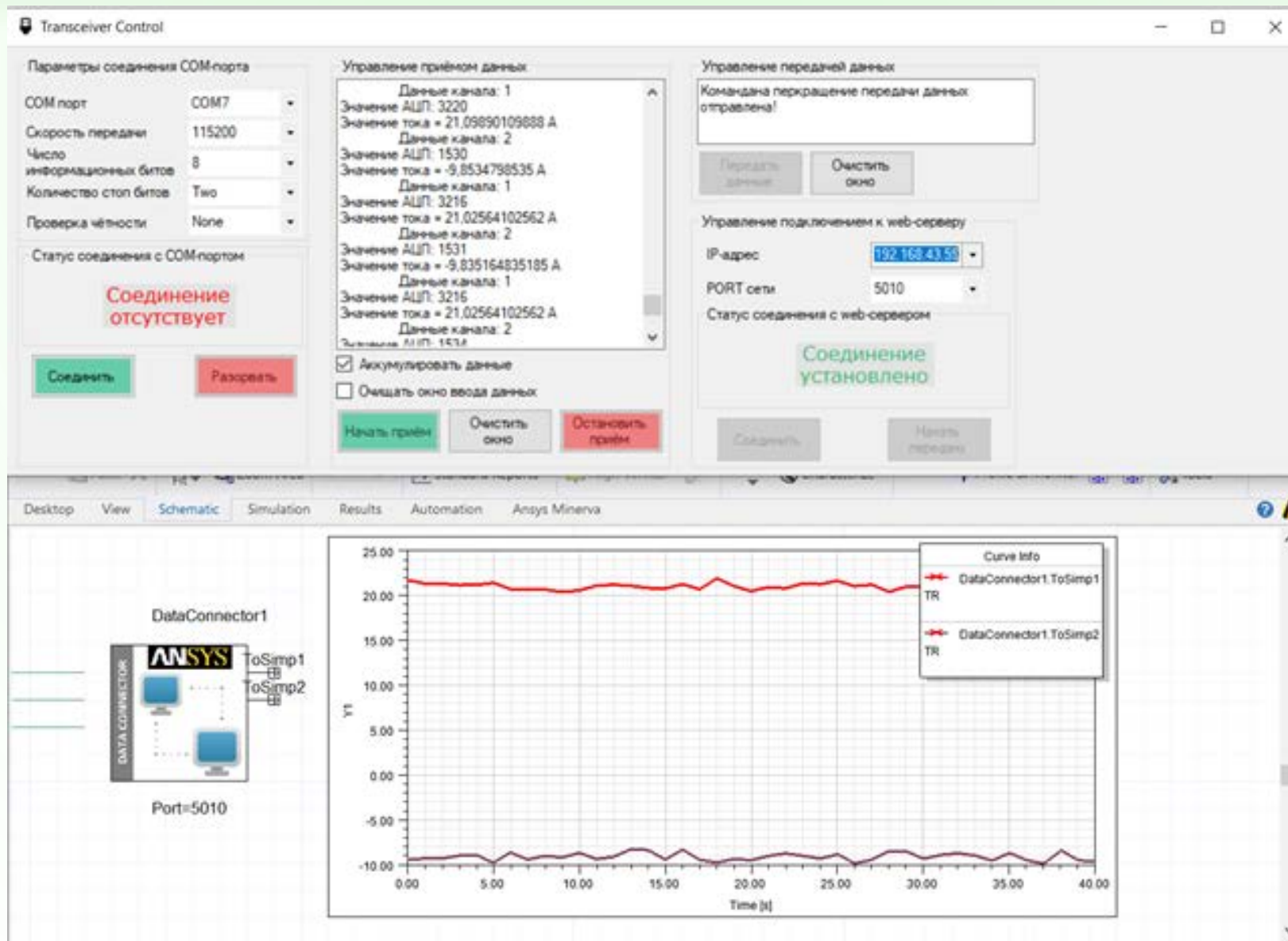


ИНТЕРФЕЙС КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ

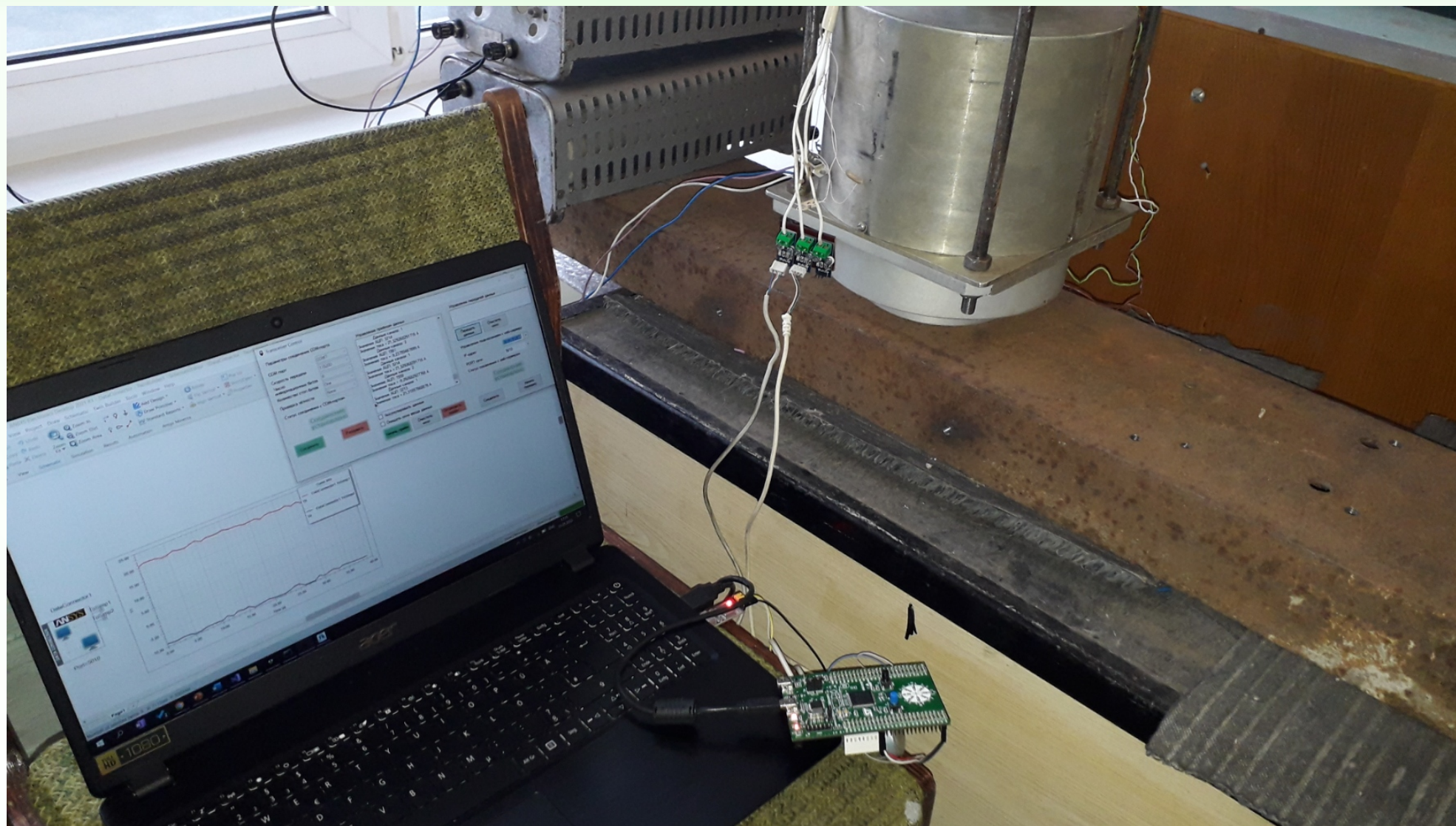
The screenshot displays the 'Transceiver Control' application window. It is divided into three main sections:

- Параметры соединения COM-порта (COM Port Connection Parameters):** Includes dropdown menus for 'COM порт', 'Скорость передачи' (set to 115200), 'Число информационных битов' (set to 8), 'Количество стоп битов' (set to One), and 'Проверка чётности' (set to None). Below this is a status box showing 'Соединение отсутствует' (Connection is missing) and two buttons: 'Соединить' (Connect) and 'Разорвать' (Disconnect).
- Управление приёмом данных (Data Reception Control):** Features a large text area for data. Below it are checkboxes for 'Аккумулировать данные' (checked) and 'Очищать окно ввода данных' (unchecked). At the bottom are buttons: 'Начать приём' (Start reception), 'Очистить окно' (Clear window), and 'Остановить приём' (Stop reception).
- Управление передачей данных (Data Transmission Control):** Includes a text area for data. Below it are buttons: 'Передать данные' (Send data) and 'Очистить окно' (Clear window). Underneath is a section for 'Управление подключением к web-серверу' (Web server connection control) with 'IP-адрес' and 'PORT сети' dropdowns, a status box showing 'Соединение отсутствует', and buttons 'Соединить' and 'Начать передачу'.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В TWIN BUILDER



РЕЗУЛЬТАТЫ СБОРКИ МАКЕТА ПАК



ВЫВОДЫ

Результатом проведённой работы является реализованный программно-аппаратный комплекс подготовленный для внедрения в цифровой двойник электродвигателя.

Спроектирована как программная, так и аппаратная архитектура комплекса, позволяющая внедрять новые компоненты и расширять функциональность.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!