

Техническое задание на ПО УСПД RTU102

Целевая версия	0.9
Еріс	
Статус документа	ЧЕРНОВИК
Владелец документа	Дмитрий Голубчиков
Аналитик	Дмитрий Голубчиков
Разработчики	
QA (контроль качества)	

Введение

Программное обеспечение предназначено для обеспечения функционирования устройства сбора и передачи данных (УСПД). УСПД представляет собой устройство со встроенным GSM-модемом для сбора и беспроводной передачи данных со счетчиков воды, тепла, газа. УСПД предназначено для дистанционного автоматического учета ресурсов в сфере ЖКХ. Устройство производит сбор данных с импульсивных счетчиков и датчиков, хранит результаты в энергонезависимой памяти и передает данные на сервер диспетчеризации.

УСПД содержит:

- микроконтроллер - STM32L151CBT6
- GSM-модем - SIM800с
- 4 универсальных (импульсных) входа, с системой контроля целостности шлейфа (NAMUR)
- 2 сигнальных входа
- 1 выход (3,6В)
- 1 интерфейс RS-232
- автономное питание от батареи Li-SOCL2 емкостью 3200мАч (3.6В)
- 2 слота для сим-карт
- Flash-память

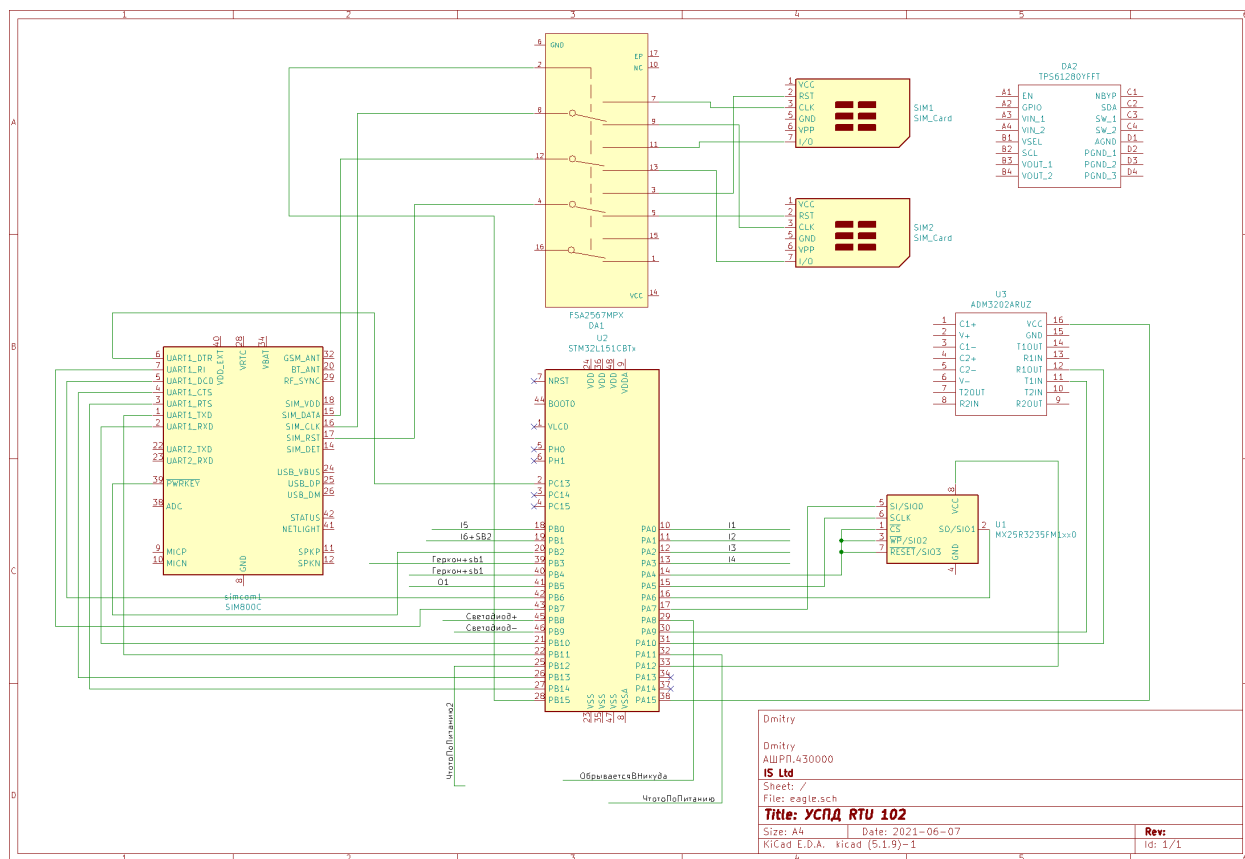
Назначение разработки

Программное обеспечение предназначено для управления УСПД.

ПО должно обеспечивать:

- конфигурирование устройства
- сбор данных с универсальных входов
- контроль состояния сигнальных входов
- хранения собранных данных
- передачу данных на сервер
- обновление прошивки

Упрощенная схема устройства



Таблицы связей входов и выходов элементов УСПД.

STM32L151			Входы и выходы	Flash MX25R32	GSM SIM800c	RS-232 ADM3202	SIM sel FSA2567
pin №	pin name	функция					
10	PA0	TIM2_CH1	Вход I1				
11	PA1	TIM2_CH2	Вход I2				
12	PA2	TIM2_CH3	Вход I3				
13	PA3	TIM2_CH4	Вход I4				
18	PB0	TIM3_CH3	Вход I5				
19	PB1	GPIO	Вход I6 + кнопка SB2				
39	PB3	GPIO	Кнопка SB1 + геркон				
40	PB4	GPIO	Кнопка SB1 + геркон				
41	PB5	GPIO	Выход O1				
14	PA4	SPI1_NSS		CS			
15	PA5	SPI1_SCK		CLK			
16	PA6	SPI1_MISO		SO			
17	PA7	SPI1_MOSI		SI			
33	PA12	GPIO		Питание			
2	PC13	GPIO			UART1_DTR		
20	PB2	GPIO			PWRKEY on/off		
21	PB10	UART3_TX			UART1_RXD		
22	PB11	UART3_RX			UART1_TXD		

26	PB13	UART3_CTS			UART1_CTS		
27	PB14	UART3_RTS			UART1_RTS		
42	PB6	GPIO			UART1_DCD		
43	PB7	GPIO			UART1_RI		
28	PB15	GPIO					SIM select
45	PB8	GPIO	Светодиод индикации +				
46	PB9	GPIO	Светодиод индикации -				
29	PA8	GPIO	Уточняется так как оборван на плате				
30	PA9	USART1_TX				TX	
31	PA10	USART1_RX				RX	
38	PA15	GPIO				Питание	
25	PB12	GPIO	Питание уточняется				
32	PA11	GPIO	Питание уточняется				

Требования к разрабатываемому программному обеспечению

№	Функция ПО	Описание	Важность	Примечания
1	Автоматическое обновление	ПО должно иметь отдельный bootloader с watchdog, который позволит производить загрузку устройства последней рабочей версией прошивки и производить обновление прошивки устройства.	Критическая	Устройство всегда должно иметь 2 прошивки. Активную и резервную. Bootloader всегда должен загружать прошивку более новой версии. Кроме случаев, когда прошивка более новой версии получила отметку о недействительности в случае многократного перезапуска устройства следящим таймером. Данная предосторожность позволяет обеспечить защиту устройства от зависания.
2	Хранение уникального кода для использования в целях идентификации УСПД и шифрования данных.	<p>Каждое устройство должно иметь уникальный код для использования при аутентификации на сервере.</p> <p>При пр-ве каждому УСПД присваивается серийный номер. Данный серийный номер брать из уникального кода микроконтроллера.</p> <p>Unique ID - 96 бит (12 байт).</p> <p>IMEI - 15 знаков (unsigned long long - 8 байт).</p>	Высокая	<p>Позволяет однозначно идентифицировать устройство при работе на сервере. Не зависит от ошибок пр-ва и нанесения маркировки.</p> <p>IMEI использовать в качестве серийного номера изделия.</p> <p>Последние 4 цифры UUID использовать в качестве PIN.</p>

3	Работа с датчиками	ПО УСПД должно обеспечивать считывание показаний с 4-х счетчиков и 2-х сигнальных датчиков.	Критическая	<p>Входы I1-I4 универсальные и по умолчанию функционируют в режиме счета импульсов (TIMER).</p> <p>Входы I5, I6 - сигнальные и по умолчанию функционируют в режиме замыкания /размыкания (GPIO).</p> <p>Режимы функционирования входов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • счет импульсов • замыкания/размыкания • измерение сопротивления <p>Обеспечить функционирование входов в соответствующем режиме в зависимости от параметров конфигурации.</p> <p>Ограничение частоты счета данных 20Гц. При счете с частотой более 20Гц, в журнал пользовательских событий записывается соответствующее оповещение.</p>
4	Управление выходами	ПО УСПД должно обеспечивать управление сигналом на выходе O1.	Нормальная	<p>УСПД имеет единственный выход. На выходе УСПД обеспечивает подачу напряжения от батареи питания. Так же на данный выход можно подавать последовательность PWM.</p> <p>Обеспечить функционирование выхода в соответствующем режиме в зависимости от параметров конфигурации.</p>
5	Работа с модемом	ПО устройства обеспечивает активирование модема только для передачи данных, в остальное время питание модема отключено полностью. При включении модема необходимо обеспечить его регистрацию в сети с использованием одной из двух SIM карт.	Критическая	<p>При включении модема система должна собирать технологические данные о параметрах подключения и передавать их при соединении с сервером.</p> <p>Данные об операторе, о качестве связи GSM (мощность сигнала), о режиме работы GPRS (GPRS class).</p> <p>Время ожидания регистрации в сети - (60 сек по каждой из SIM). При неудачном сеансе связи следующая попытка регистрации в сети произойдет через 1 час. Далее попытки будут повторяться через 2, 4, 8, 24 часа.</p> <p>Максимальный период бездействия SIM – количество дней, в течение которых УСПД не будет производить контроль активности неактивной SIM-карты (45 дней по умолчанию) , для предотвращения отключения номера.</p> <p>ПО должно рассчитывать длительность активности GSM в сек – время работы модуля GSM с начала работы УСПД.</p>

6	Передача данных	<p>В качестве канала передачи данных на сервер использовать GPRS.</p> <p>В качестве протокола передачи данных на сервер используется протокол MQTT.</p> <p>Для передачи архивных данных на сервер поверх MQTT использовать бинарный сериализатор CBOR.</p>	Высокая	<p>В качестве стека использовать LwIP от STM с минимальным набором требуемых функций, IP, TCP, модуль MQTT.</p> <p>UDP и NTP при наличии достаточного объема свободной памяти.</p> <p>Допускается использовать другие библиотеки протокола и клиента MQTT.</p> <p>Возможность применения бинарного сериализатора CBOR для всех передаваемых данных проанализировать в процессе разработки с целью снижения длительности передачи данных и повышению длительности работы устройства.</p> <p>После разработки ПО и проверки режимов энергопотребления допустимо изменение параметров связи по умолчанию.</p>
7	Измерение напряжения батареи.	Необходимо производить измерение напряжения батареи и передавать его на сервер по запросу.	Нормальная	<p>Так как МК подключен напрямую к батарее, то производить измерение напряжения батареи с использованием внутреннего опорного генератора напряжения. В устройстве используется Li-SOCL2, которая обладает линейной характеристикой напряжения и лишь в конце периода работы напряжения начинает падать достаточно быстро. Ввиду этого емкость заряда батареи оценивать на стороне сервера путем оценочного расчета длительности работы GSM модуля и длительности работы УСПД в целом. Показатели потребления будут получены после разработки ПО и проведения работ по минимизации энергопотребления.</p>
8	Измерение температуры окружающей среды.	Необходимо производить измерение температуры встроенным датчиком температуры МК и передавать его на сервер по запросу.	Низкая	<p>Так как МК располагается в технических помещениях, выемках и подвалах необходимо производить измерение температуры окружающей среды, чтобы гарантировать работоспособность устройства и иметь дополнительную информацию о причинах неработоспособности.</p>
9	Индикация режимов работы	Для индикации режимов работы на устройстве используется трехцветный индикатор (красный, оранжевый, желтый).	Нормальная	<p>Комментарии к режимам индикации изложены в таблице.</p>

10	Ведение журнала пользовательских событий	Устройство должно вести собственный кольцевой журнал пользовательских событий.	Нормальная	<p>Перечень пользовательских сообщений:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Аномальный расход • открытие крышки прибора / отрыв от стены • разрыв линии NAMUR • нажатие кнопки sb1 • срабатывание датчика протечки • превышение частоты счета импульсов <p>Размер журнала определяется после разработки ПО и определяется наличием свободного места в энергонезависимой памяти устройства. После отправки данных на сервер события отмечаются в журнале как отправленные.</p> <p>При достижении 90% записей журнала с отметкой не отправленные осуществлять внеочередную связь с сервером для принудительной выгрузки данных журнала.</p>
11	Ведение журнала технологических событий	Устройство должно вести собственный кольцевой журнал технологических событий.	Нормальная	<p>К техническим событиям относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> • срабатывание watchdog • включение устройства • программная перезагрузка устройства • обновление прошивки • загрузка конфигурации • ошибка установки соединения GSM • ошибка установки соединения GPRS • ошибка установки соединения TCP • ошибка синхронизации времени • ошибка подключения к серверу MQTT • обрыв соединения <p>Размер журнала определяется после разработки ПО и определяется наличием свободного места в энергонезависимой памяти устройства. После отправки данных на сервер события отмечаются в журнале как отправленные.</p> <p>При достижении 90% записей журнала с отметкой не отправленные осуществлять внеочередную связь с сервером для принудительной выгрузки данных журнала.</p>
12	Обновление конфигурации устройства	Устройство должно получать конфигурацию от сервера и производить самонастройку в соответствии с полученными параметрами работы.	Высокая	<p>После первого включения УСПД все параметры конфигурации устройства имеют значения по умолчанию из таблицы конфигурации. Для установки новых значений необходимо произвести конфигурирование устройства на сервере и загрузить новую конфигурацию в устройство.</p>

13	Передача аварийных событий	После загрузки конфигурации УСПД настраивает соответствующие выходы на мониторинг аварийных состояний. При срабатывании по данным выходам УСПД должно выходить на связь без задержек для передачи соответствующих аварийных событий.	Высокая	Когда для УСПД сконфигурированы аварийные датчики, УСПД при срабатывании такого датчика выходит на связь без промедления, и передает на сервер информацию о соответствующем событии. К аварийным событиям относятся пользовательские события сконфигурированные как аварийные.
----	----------------------------	--	---------	--

Таблица. Режимы индикации УСПД.

Состояние УСПД	Индикатор	Комментарий
Включение и перезагрузка прибора	Индикатор мигает красным цветом 1 раз в сек	Инициализация устройства. Проверка целостности ПО / Перезагрузка устройства.
	Индикатор мигает зеленым цветом 1 раз в сек	Происходит проверка целостности ПО и перепрошивка устройства (обновление версии встроенного ПО).
Дежурный режим	Нет индикации	
Режим соединения с сервером и передачи данных	Индикатор мигает красным цветом 1 раз в 3 сек	Устройство включило GSM модем
	Индикатор мигает оранжевым цветом 1 раз в 3 сек	Устройство зарегистрировалось в сети GSM
	Индикатор мигает зелёным цветом 1 раз в 3 сек	Установлено соединение с MQTT-сервером / идёт приём-передача данных
	Индикатор попеременно мигает зелёным и красным цветом в течение 3 сек	В данный сеанс связи были переданы все данные. Индикация срабатывает в конце сеанса связи и только в случае, если выход на связь с сервером осуществлялся нажатием кнопки.
Режим настройки (при нажатии на кнопку настройки SB1)	Индикатор трижды мигает оранжевым цветом	Устройство перешло в активный режим
Режим работы прозрачного моста RS-232	Индикатор дважды мигает зелёным цветом в 3 сек	Приём-передача данных по RS-232

Таблица. Параметры конфигурации УСПД.

Параметр	Описание	Значение по умолчанию	Диапазон значений
Режим работы входов 1-6	Режим работы выходов, анализируемые данные.	1-4 - счетный без памуг 5-6 - сигнальный	1-5 - счетный, счетный с памуг, сигнальный, измерение сопротивления 6 - сигнальный
Режим работы выхода 1	Режим работы выхода, управление питанием нагрузки.	управление	Управление / PWM
Время среза данных	Периодичность записи среза данных в журнал	3600 секунд (1 раз в час)	от 60 до 86400 сек (1 раз в день)

Отключить передачу архива		Отключает передачу данных, инициализируемую самим УСПД	передача архива данных включена	включено/ отключено
Расписание передачи архива		Расписание передачи архива на сервер представлено в формате crontab.	08:00 1,11,21 числа каждого месяца	<pre> * * * * * - - - - - (0- 7) (1- 12) (1- 31) (0- 23) - - - - - (0- 59) </pre>
Автоопределение уровней срабатывания входа		Автоматическое определение уровней срабатывания по сопротивлению: <ul style="list-style-type: none"> 1–15кОм – 4 уровня (схема NAMUR) КЗ/обрыв – 2 уровня 	включено	включено / отключено
Выбор активной SIM-карты		Настройка режима работы SIM-карт	Авто - сначала первая, а при отсутствии регистрации на 1 пробовать 2.	Авто / SIM1 / SIM2
Выбор GPRS класса		Выбор режима GPRS: class8, class10 либо авто (class8/10/12)	Class 12	Авто/class12/class10/class8
Максимальное время для регистрации в сети		Максимальное время для регистрации в сети на обеих SIM-картах (если вставлены обе карты)	120 секунд (если вставлены обе карты, по 60 сек на каждой)	от 60 до 600 секунд
SIM1 SIM2	PIN-код SIM	Необходимо ввести, если используется SIM-карта со включенным PIN-кодом. При включении системного PIN параметр не заполняется!	не задан	4 символа
	Использовать системный PIN-код	Автоматическая генерация системного PIN для предотвращения использования SIM карты в других устройствах	отключено	включено / отключено
	Имя оператора	Код PLMN сотового оператора (только для УСПД с поддержкой NB-IoT)	В зависимости от оператора.	5-значный код
	Имя пользователя GPRS	определяются оператором связи	В случае отсутствия при инициализации осуществляется запрос параметров.	от 1 до 31 символ
	Пароль GPRS	определяются оператором связи	В случае отсутствия при инициализации осуществляется запрос параметров.	от 1 до 31 символа
	Точка доступа APN GPRS	определяются оператором связи	В случае отсутствия при инициализации осуществляется запрос параметров.	от 1 до 31 символа

	Включить контроль активности SIM	Включение опции периодического выхода на связь с SIM-карты во избежание отключения карты за неиспользование.	отключено	включено / отключено
	Максимальный срок бездействия SIM	Количество дней, в течение которых УСПД может не производить контроль активности на SIM-карте	45	от 10 до 365 дней
	Количество попыток переактивации SIM	Количество попыток проверки активности SIM-карты по истечении максимального срока бездействия	1	от 1 до 10
Адрес сервера		IP-адрес или доменное имя TCP-сервера, к которому будет подключаться УСПД для передачи данных	xxx.xxx.ru (адрес сервера MQTT брокера)	от 1 до 31 символа
Порт сервера		Номер порта TCP-сервера	1883, 8883 TLS (порт сервера MQTT брокера)	от 1 до 31 символа
Пользовать MQTT брокера		Имя пользователя для регистрации на MQTT брокере при настройке функций ACL	user	от 1 до 31 символа
Пароль MQTT брокера		Пароль пользователя для регистрации на MQTT брокере при настройке функций ACL	pass	от 1 до 31 символа
Работа порта RS-232 в прозрачном режиме		Порт RS-232 во время сеанса связи включен и может осуществлять передачу данных в прозрачном режиме	отключено	включено / отключено

Алгоритм функционирования УСПД

Первичное включение.

При первичном включении УСПД после монтажа на объекте ПО должно осуществлять следующую последовательность действий:

1. Загружать программу, активировать устройство с настройками по умолчанию.
2. Включать GSM модем с подключенной SIM1.
3. Проверять наличие SIM1 через команды GSM-модема, а в случае отсутствия положительного ответа на подключение к сети, выключать GSM модем, переключать на SIM2, заново включать модем и проверять наличие положительного ответа на подключение к сети.
4. Осуществлять подключение к GPRS. Проверять наличие подключения, характеристики подключения и присвоение IP адреса.
5. В случае успешного прохождения проверок, производить запись соответствующих данных в память УСПД.
6. Осуществлять синхронизацию времени с сервером NTP.
7. Запускать собственный таймер времени с полученными данными.
8. Устанавливать соединение с MQTT брокером и публиковать данные о своем UID и ожидать данных с конфигурацией устройства.
9. После получения данных производить собственную конфигурацию, отправлять подтверждение на сервер, что конфигурация завершена, завершать соединение с MQTT брокером, завершать GPRS соединение и отключать GSM модем.
10. Переходить в дежурный режим работы.

Активация по кнопке включения.

1. Включать GSM модем с подключенной картой по которой ранее осуществлялась связь.

2. Осуществлять подключение к GPRS. Проверять наличие подключения, характеристики подключения и присвоение IP адреса.
3. В случае успешного прохождения проверок, производить запись соответствующих данных в память УСПД.
4. Осуществлять синхронизацию времени с сервером NTP.
5. Обновлять собственный таймер времени с полученными по NTP данными.
6. Устанавливать соединение с MQTT брокером и публиковать данные о своем подключении.
7. Передавать все архивные данные, скопившиеся с момента прошлой передачи данных и не переданные ранее.
8. Ожидать подтверждения от сервера о получении всех архивных данных.
9. Если кнопка удерживалась более 5 секунд, то оставаться на связи с сервером еще 120 секунд и ожидать команд.
10. Если команды получены производить исполнение команд, после подтверждения последней команды ожидать 20 секунд и если новых команд не поступает завершать соединение с MQTT брокером, завершать GPRS соединение и отключать GSM модем.
11. Переходить в дежурный режим работы.

Активация по расписанию.

1. Включать GSM модем с подключенной картой по которой ранее осуществлялась связь.
2. Осуществлять подключение к GPRS. Проверять наличие подключения, характеристики подключения и присвоение IP адреса.
3. В случае успешного прохождения проверок, производить запись соответствующих данных в память УСПД.
4. Осуществлять синхронизацию времени с сервером NTP.
5. Обновлять собственный таймер времени с полученными по NTP данными.
6. Устанавливать соединение с MQTT брокером и публиковать данные о своем подключении.
7. Передавать все архивные данные, скопившиеся с момента прошлой передачи данных и не переданные ранее.
8. Ожидать подтверждения от сервера о получении всех архивных данных.
9. Завершать соединение с MQTT брокером, завершать GPRS соединение и отключать GSM модем.
10. Переходить в дежурный режим работы.

Требования к интерфейсу взаимодействия с сервером

Для передачи данных на уровне приложения УСПД использует протокол MQTT. Сериализация осуществляется с использованием формата CBOR.

На этапе разработки использовать формат передачи данных JSON. Для работы с MQTT: ClientID = imei.

№	Заголовок	Топик	Примечания	Формат JSON
1	Структура топик УСПД	r/devices	При первом включении УСПД в данный топик отправляется номер IMEI для оповещения сервера и начале работы с УСПД. QoS-1.	{ "imei": 352099001761481 }
2		d/imei d/imei/*	<p>Каждое устройство при подключении к сети создает свой собственный топик. Приоритет передачи QoS-1.</p> <p>В топик d/imei при каждом подключении публикуются данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • текущее время на устройстве • состояние Connect <p>В топик d/imei после окончания сеанса связи перед отключением публикуются данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • текущее время на устройстве • состояние BYE 	<p>Типы сообщений d/imei:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Подключение к серверу <pre>{ "time": 1624031054, "state": "con" }</pre> • Отключение от сервера <pre>{ "time": 1624031254, "state": "bye" }</pre>

3	
4	
5	

imei/info imei/temp imei/volt	<p>info - топик для вывода информации о самом устройстве.</p> <p>temp - топик для вывода информации о температуре самого устройства.</p> <p>volt- топик для вывода информации о напряжении батареи устройства.</p>	<ul style="list-style-type: none"> топик info <pre>{ "uid": "05dc00333336483443120123", }</pre> <ul style="list-style-type: none"> топик temp <pre>{ "time": 1624031054, "temp" : 36.6 }</pre> <ul style="list-style-type: none"> топик volt <pre>{ "time": 1624031054, "volt" : 3.42 }</pre>
imei/cmdi	<p>cmdi - топик передачи команд управления с сервера на УСПД и подтверждений выполнения с УСПД на сервер. QoS-2.</p> <p>Формат передачи JSON:</p> <ul style="list-style-type: none"> номер команды команда <p>Типы команд cmdi:</p> <ul style="list-style-type: none"> считывание текущей конфигурации (топик imei/cfo) считывание версии прошивки (топик imei/fw) считывание данных GSM (топик imei/gsm) считывание текущих показаний счетчиков (топик imei/i/*) считывание температуры MCU (топик imei/info) 	<p>Типы команд cmdi:</p> <ul style="list-style-type: none"> считывание данных GSM <pre>{ "n": 123, "cmd": "g_gsm_info" }</pre> <ul style="list-style-type: none"> считывание текущих показаний счетчиков <pre>{ "n": 123, "cmd": "g_input" }</pre> <ul style="list-style-type: none"> считывание версии прошивки <pre>{ "n": 123, "cmd": "g_fw" }</pre> <ul style="list-style-type: none"> считывание текущей конфигурации <pre>{ "n": 123, "cmd": "g_cf" }</pre> <ul style="list-style-type: none"> считывание температуры MCU <pre>{ "n": 123, "cmd": "g_mcu_temp" }</pre>
imei/cmdo	<p>cmdo - топик передачи подтверждений о выполнении с УСПД на сервер. QoS-1.</p> <p>Формат передачи JSON:</p> <ul style="list-style-type: none"> номер команды подтверждение / ошибка выполнения 	<p>Типы ответов cmdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> команда выполнена <pre>{ "n": 123, "asw": "ok" }</pre> <ul style="list-style-type: none"> ошибка выполнения команды <pre>{ "n": 123, "asw": "err", "errout" : "error info" }</pre>

6	
7	

imei/cfo	<p>cfo - топик передачи информации о конфигурации с УСПД на сервер. В данном топике происходит публикация конфигурации при получении команды. QoS-1.</p> <p>Формат передачи JSON:</p> <ul style="list-style-type: none"> поименно все параметры настройки с их значениями согласно очередности параметров в таблице. <p>При чтении pin кодов дополнять впереди идущими 0 до 4-х знаков.</p>	<pre>{ "i" : [0, 0, 0, 0, 2, 2], "o" : [0], "arxtime": 3600, "arxupl": true, "arxsend" : "0 8 1,11,21 * **", "autonamur": true, "sim": 0, "gprs": 1, "regtime" : 60, "pin" : [315,3160], "syspin" : [false,false], "op" : ["Megafon","Beeline"], "gprsnm" : ["Megafon","Beeline"], "gprspns" : ["Megafon","Beeline"], "gprsapn" : ["Megafon","Beeline"], "simctl" : false, "simctlday" : 45, "simctlnum" : 1, "mqad" : "test.rtu.ru", "mqpr" : "1883", "mqnm" : "user", "mqps" : "pass", "232" : false }</pre>
imei/cfi	<p>cfi - топик загрузки новой конфигурации с сервера на УСПД. В данном топике происходит публикация обновления конфигурации для УСПД от сервера. QoS-2.</p> <p>Формат передачи JSON:</p> <ul style="list-style-type: none"> поименно все параметры настройки с их значениями согласно очередности параметров в таблице. <p>При чтении pin кодов дополнять впереди идущими 0 до 4-х знаков.</p>	<pre>{ "i" : [0, 0, 0, 0, 2, 2], "o" : [0], "arxtime": 3600, "arxupl": true, "arxsend" : "0 8 1,11,21 * **", "autonamur": true, "sim": 0, "gprs": 1, "regtime" : 60, "pin" : [315,3160], "syspin" : [false,false], "op" : ["Megafon","Beeline"], "gprsnm" : ["Megafon","Beeline"], "gprspns" : ["Megafon","Beeline"], "gprsapn" : ["Megafon","Beeline"], "simctl" : false, "simctlday" : 45, "simctlnum" : 1, "mqad" : "test.rtu.ru", "mqpr" : "1883", "mqnm" : "user", "mqps" : "pass", "232" : false }</pre>

imei/alm	<p>alm - топик для передачи на сервер пользовательских сообщений. Перечень срабатываний и передаваемых сообщений определяется конфигурацией. QoS-2.</p> <p>Перечень пользовательских сообщений:</p> <ul style="list-style-type: none">• Аномальный расход• открытие крышки прибора / отрыв от стены• разрыв линии NAMUR• нажатие кнопки sb1• срабатывание датчика• превышение частоты счета импульсов	<p>Типы событий alm:</p> <ul style="list-style-type: none">• Аномальный расход { "time": 1624031254, "alm": "abn_cons", "i" : [1,2] }• открытие крышки прибора / отрыв от стены { "time": 1624031254, "alm": "dopen" }• разрыв линии NAMUR { "time": 1624031254, "alm": "namur", "i": [{"res" :1}, {"kz":2}] }• нажатие кнопки sb1 { "time": 1624031254, "alm": "but" }• срабатывание датчика { "time": 1624031254, "alm": "leak", "i" : 4 }• превышение частоты счета импульсов { "time": 1624031254, "alm": "ovsh", "i" : 1 }
----------	--	--

imei/log

log - топик для передачи на сервер технологических сообщений из журнала технологических сообщений. QoS-1.

Перечень технологических сообщений:

- срабатывание watchdog
- включение устройства
- программная перезагрузка устройства
- обновление прошивки
- загрузка конфигурации
- ошибка установки соединения GSM
- ошибка установки соединения GPRS
- ошибка установки соединения TCP
- ошибка синхронизации времени
- ошибка подключения к серверу MQTT
- обрыв соединения

Типы событий log:

- срабатывание watchdog


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "wdg"
}
```
- включение устройства


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "pon"
}
```
- программная перезагрузка устройства


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "rebt"
}
```
- обновление прошивки


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "fwupd"
}
```
- загрузка конфигурации


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "cfupd"
}
```
- ошибка установки соединения GSM


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "gsmerc"
}
```
- ошибка установки соединения GPRS


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "gprscrr"
}
```
- ошибка установки соединения TCP


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "tcprrr"
}
```
- ошибка синхронизации времени


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "ntpcrr"
}
```
- ошибка подключения к серверу MQTT


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "mqtcrr"
}
```
- обрыв соединения


```
{
  "time": 1624031254,
  "log": "brcon"
}
```

10	<div>imei/i/*</div> <div>imei/i/*/arx</div> <div>imei/i/*/state</div> <div>imei/i/*/adc</div> <div>imei/i/*/temp</div>	<p>i - топик входов. 1-6 допустимые сабтопики. Устройство публикует столько топиков сколько указано в конфигурации с соответствующими данному типу входа параметрами. При получении команды на считывание текущих показаний публикуются текущие показания датчиков.</p> <p>imei/i/*/arx - топик для передачи данных архива переданных показаний счетчиков. Архив присылается при каждом соединении, передаются все сообщения у которых отсутствует отметка с подтверждением передачи. QoS-2.</p> <p>imei/i/*/state - данный топик создается, если соответствующие входы были сконфигурированы как сигнальные. Retain, QoS-1. Для сигнальных входов данные не попадают в архив, а регистрируются в журнале пользовательских данных.</p> <p>imei/i/*/adc - данный топик создается, если соответствующие входы были сконфигурированы как входы измерения сопротивления. QoS-1.</p> <p>imei/i/*/temp - данный топик создается, если соответствующие входы были сконфигурированы как температурные. QoS-1.</p> <p>Формат передачи JSON:</p> <ul style="list-style-type: none"> • текущее значение температуры • минимальное значение температуры за интервал • среднее значение температуры за интервал • максимальное значение температуры за интервал 	<ul style="list-style-type: none"> • данные архива счетчиков <pre>{ "arx": [{"time" : 1624031254,"pls": 14588785}, {"time" : 1624034854,"pls": 14588785}, {"time" : 1624038454,"pls": 14588885}, {"time" : 1624042054,"pls": 14588985}, {"time" : 1624045654,"pls": 14589185}, {"time" : 1624049254,"pls": 14589185}, {"time" : 1624052854,"pls": 14589785}] }</pre> <ul style="list-style-type: none"> • данные архива сопротивления <pre>{ "arx": [{"time" : 1624031254,"adc": 110}, {"time" : 1624034854,"adc": 120}, {"time" : 1624038454,"adc": 130}, {"time" : 1624042054,"adc": 120}, {"time" : 1624045654,"adc": 115}, {"time" : 1624049254,"adc": 110}, {"time" : 1624052854,"adc": 110}] }</pre>
11	<div>imei/o/*</div> <div>imei/o/*/state</div>	<p>o/* - топик управления выходом. Устройство подписывается на топик управления выходом, если он задан в конфигурации.</p> <p>При передачи в данный топик 1/0 УСПД включает или выключает выход. QoS-2.</p> <p>o/*/state - текущее состояние выхода. Retain, QoS-0.</p>	<pre>{ "o": 1 }</pre>

12		imei/fw imei/fw/man imei/fw/bin	<p>fw - топик обновления прошивки, по соответствующей команде выводит полную информацию об основной и резервной прошивке УСПД, о ходе обновления прошивки и о результатах.</p> <p>fw/man - топик для приема данных манифеста прошивки от сервера. УСПД только подписано на топик. QoS-2.</p> <p>fw/bin - топик для приема бинарных данных прошивки от сервера. УСПД только подписано на топик. QoS-2.</p>	<ul style="list-style-type: none"> сведения о прошивке топик fw <pre>{ "fw": "123.1.1", "fws": "123.2.1", "boot": 0, "lstupd": 1624052854 }</pre> <ul style="list-style-type: none"> сведения манифеста топик fw/man <pre>{ "fwupd": "123.3.2", "lght" : 38452, "crc": "cd0044e0" }</pre>
13		imei/rs imei/rs/tx imei/rs/rx	<p>rs - топик для обеспечения прозрачного канала RS-232.</p> <p>По команде активации прозрачного порта в топике rs публикуются данные о старте и завершении работы по RS-232:</p> <ul style="list-style-type: none"> текущее время на устройстве состояние start / состояние stop <p>Топики rs/tx и rs/rx соответствуют каналам передачи данных от устройства к серверу и от сервера к устройству.</p>	<pre>{ "time": 1624052854, "state" : "start" }</pre>
14		imei/rs/*	<p>rs/* - в зависимости от наличия свободной памяти можно будет реализовать специальные протоколы работы с энергосчетчиками и другими устройствами по RS-232. Тогда можно будет взаимодействовать с приборами при отключенном GSM. Данные о режиме работы RS-232 передаются в конфигурационном файле.</p>	
15		imei/gsm	<p>gsm - топик для получения информации о состоянии GSM /GPRS соединения от УСПД</p> <p>Формат передачи JSON от УСПД:</p> <ul style="list-style-type: none"> суммарное время работы GSM модема параметры и номер активной sim карты уровень сигнала 	<pre>{ "elt": 16240, "pwr": 97, "op": "Megafon", "asim": 1 }</pre>
16	Специальные производственные функции	m/devices	<p>При тестировании УСПД в процесс производства устройство передает в топик m/devices JSON с данными об UID, PIN устройства, IMEI, размере памяти, дате его выпуска, версии прошивки. Эти данные сохраняются в БД для ведения реестра существующих УСПД. Требуется разработка отдельной прошивки для самодиагностики на этапе производства, тестирования и прошивки УСПД.</p>	

Требования к программной документации

Программная документация должна включать описание созданных функций, перечень типовых библиотек, используемых при разработке ПО и их версии.

Описание созданных функций представляет собой листинг компилируемых файлов, созданных в ходе выполнения разработки, включая комментарии к функциям.

Стадии и этапы разработки

№	Этап	Содержание
1	Разработка MVP	Разработка базовых функций <ul style="list-style-type: none">• включение устройства• синхронизация времени• получение данных от 1 счетчика• хранение данных от 1 счетчика• управление включением и выключением GSM• подключение к сети GPRS• передача данных от 1 счетчика на сервер
2	Разработка полнофункционального прототипа	Разработка полного набора функций <ul style="list-style-type: none">• разработка bootloader• загрузка обновления ПО• регистрация устройства на сервере• загрузка конфигурации с сервера• получение данных от n датчиков• хранение данных от n датчиков• передача архива данных от n датчиков
3	Разработка полнофункционального изделия	Доработка полного набора функций <ul style="list-style-type: none">• расписание работы устройства• обновление конфигурации с сервера• работы по минимизации энергопотребления• переключение провайдеров
4	Разработка расширенного функционала изделия	Разработка расширенного набора функций <ul style="list-style-type: none">• работа по протоколу RS-232• функционал NAMUR• шифрование канала данных SSL/TLS

Порядок контроля и приемки работ

Работы необходимо принимать на каждом этапе разработки.

№	Функции	Метод проверки	Результат проверки
1	включение устройства синхронизация времени	Подключить питание к устройству.	Устройство включается, загружается и соответствующий питанию диод должен загореться на время загрузки устройства и погаснуть, после синхронизации времени должен мигать с периодом 1 секунда. Устройство на экране терминала выведет правильное время.

2	получение данных от 1 счетчика хранение данных от 1 счетчика	Подключить ко входу I1 счетчик. Подключить питание к устройству. Повернуть крыльчатку необходимое кол-во раз, чтобы показания счетчика увеличились на 1 литр.	Устройство должно отсчитать кол-во импульсов равное кол-ву импульсов от счетчика на 1 литр и отобразить на экране терминала. В памяти устройства должны сохраниться архивные данные о времени и кол-ве импульсов.
3	управление включением и выключением GSM подключение к сети GPRS	Подключить питание к устройству.	На номер сим карты, установленной в телефоне должен приходить звонок. В терминале должен отобразиться статус GPRS соединения и данные о полученном IP адресе.
4	передача данных от 1 счетчика на сервер	Подключить питание. Подключить ко входу I1 счетчик, повернуть крыльчатку необходимое кол-во раз, чтобы показания счетчика увеличились на 1 литр. Передать пакет с данными на MQTT брокер.	На MQTT клиенте, подписанном на УСПД должен появиться пакет с данными от УСПД с кол-вом импульсов соответствующих 1 литру.
5	разработка bootloader загрузка обновления ПО	Подключить питание к устройству, устройство должно загрузиться, подключиться к серверу и скачать обновление с прошивкой. После скачивания прошивки, перезагрузиться и загрузить новую прошивку.	Устройство включается, загружается и мигает соответствующий диод 1 раз в секунду. После перезагрузки в новой прошивке диод мигает раз в 2 секунды.
6	регистрация устройства на сервере загрузка конфигурации с сервера	Подключить питание к устройству.	УСПД должно подключиться к MQTT брокеру, опубликовать данные о своем UID. Подписаться на данные о конфигурации для своего UID. Загрузить данные конфигурации для своего UID. Полученные данные конфигурации и выводятся на экран терминала.
7	получение данных от n датчиков хранение данных от n датчиков	Подключить ко входам I1, I2, I3, I4 счетчики, ко входам I5, I6 кнопки. Включить питание. На счетчиках повернуть крыльчатку необходимое кол-во раз, чтобы показания счетчиков увеличились на 1 литр. Нажать кнопки и продержат по 5 и 10 секунд соответственно.	Устройство должно отсчитать кол-во импульсов равное кол-ву импульсов от счетчиков на 1 литр, моменты нажатия и моменты отпускания кнопок и передать на MQTT брокер соответствующие пакеты. В памяти устройства должны сохраниться архивные данные о событиях.
8	передача архива данных от n датчиков	Подключить питание к устройству.	На MQTT клиенте, подписанном на УСПД должен появиться единый пакет с данными от УСПД с кол-вом импульсов соответствующих 1 литру со всех датчиков с метками времени их получения.
9	расписание работы устройства обновление конфигурации с сервера	Подключить питание к устройству. Нажать кнопку и продержат 3 секунды.	На MQTT клиенте, пославшем данные для обновления конфигурации УСПД должен появиться пакет подтверждения, что данные приняты УСПД. После успешного обновления конфигурации УСПД должен мигнуть светодиодом 3 раза.

10	работы по минимизации энергопотребления	Подключить питание к устройству.	Произвести замеры потребления устройства в режимах работы: <ul style="list-style-type: none"> • устройство спит, данных на входах не регистрируются • считаются данные с 1 счетчика • считаются данные с 4-х счетчиков • включается модем и передаются/принимаются данные сервера
----	---	----------------------------------	---

Вопросы

№	Вопрос	Результат
1	Нужна ли на устройстве функциональность 2-х sim карт? Конкурент предоставляет уже с предустановленными и настроенными sim картами, как планируете делать вы? Так как по новым правилам операторы уже через 60 дней могут запросто отключать номер, если не было никаких платных действий.	
2	Какие еще функции, действия не учтены в ТЗ?	
3		
4		