

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»
Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО

Профессор департамента программной инженерии
факультета компьютерных наук, Профессор.

_____ И. Р. Агамирзян
«__» _____ 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель образовательной
программы «Программная инженерия»

_____ В. В. Шилов
«__» _____ 2019 г.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ВЕЛОСИПЕДНЫМ ЗАМКОМ
Пояснительная записка

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ
RU.17701729.01.01-01 81 01-1-ЛУ

Исполнитель студент группы БПИ173
_____ / Дубина Д. О. /
«__» _____ 2019 г.

Инв. № подл.	Подп. И дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. И дата	Подп. И дата

Москва 2019

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ВЕЛОСИПЕДНЫМ ЗАМКОМ

Пояснительная записка
RU.17701729.01.01-01 81 01-1

Листов 27

Инв. № подл.	Подп. И дата
Взам. Инв. №	Инв. № дубл.
Подп. И дата	Подп. И дата

Содержание

1. Введение	4
1.1. Наименование	4
1.2. Документы, на основании которых ведется разработка	4
2. Назначение и область применения	5
2.1. Функциональное назначение	5
2.2. Эксплуатационное назначение	5
3. Технические характеристики	6
3.1. Постановка задачи на разработку	6
3.2. Описание функционирования программно-аппаратного комплекса	6
3.2.1. Аппаратная часть	6
3.2.1.2. Компоненты	6
3.2.1.2. Обоснование выбора компонентов аппаратной части	6
3.2.2. Материальная часть	6
3.2.3. Программная часть	7
3.2.3.1 Описание алгоритма функционирования программы.....	7
3.2.3.2. Возможные взаимодействия программы с другими программами	7
3.3. Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных	8
3.3.1 Описание метода организации входных и выходных данных	8
3.3.2 Обоснование выбора метода организации входных и выходных данных	8
3.4. Описание и обоснование выбора состава технических и программных средств	8
3.4.1. Состав технических и программных средств.....	8

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

4. Техничко-экономические показатели	9
4.1. Предполагаемая потребность	9
4.2. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами	9
5. Источники, использованные при разработке	10
Приложение 1. Таблицы с описанием классов и методов	11
Приложение 2. Схемы аппаратной части	15
Приложение 3. Модели частей корпуса	17
Приложение 4. Прототипы схемы взаимодействия компонентов системы с добавлением приложения компаньона, и действующие алгоритмы	20
Лист регистрации изменений	27

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

1. Введение

1.1. Наименование

Наименование: “Программно-аппаратный комплекс управления умным велосипедным замком”.

1.2. Документы, на основании которых ведется разработка

Приказ Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики" № 2.3-02/1012-0 2 от 10.12.18

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

2. Назначение и область применения

2.1. Функциональное назначение

Программно-аппаратный комплекс позволяет пользователю защитить свое транспортное средство от несанкционированного доступа.

2.2. Эксплуатационное назначение

Программно-аппаратный комплекс предназначен для использования как вне, так и внутри помещения. Пользователем комплекса является владелец комплекса.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

3. Технические характеристики

3.1. Постановка задачи на разработку

Разработать программно-аппаратный комплекс, который обеспечивает контролируемый доступ к транспортному средству, препятствует его краже.

3.2. Описание функционирования программно-аппаратного комплекса

Программно-аппаратный комплекс состоит из нескольких частей, в частности из аппаратной, материальной и программной частей.

3.2.1. Аппаратная часть

3.2.1.1. Компоненты

Аппаратная часть состоит из следующих частей:

- 1) Микроконтроллер Attmega1284p архитектуры AVR [1,2,9]
- 2) Модуль связи SIM800L [6]
- 3) Датчик колебаний
- 4) LM239N, Квадрантный дифференциальный компаратор [5]
- 5) SN74ACT14N, Триггер Шмитта инвертирующий [7]
- 6) Электромагнитное реле
- 7) Электромагнитные поршни
- 8) Плата заряда аккумуляторов
- 9) Источник питания
- 10) Тактовые кнопки
- 11) OLED Дисплей на базе SSD1306 [8]

3.2.1.2 Обоснование выбора компонентов аппаратной части

Большинство компонентов были выбраны по причине их дешевизны и доступности. Микроконтроллер Attmega1284p был выбран по причине наличия необходимого количества RAM [1,2,9] и FLASH [1,2,9] памяти.

3.2.2. Материальная часть

Под материальной частью подразумевается корпус изделия. Корпус изготовлен из ABS пластика, в виду его относительной дешевизны, прочности и высокой скорости печати.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

3.2.3. Программная часть

Программная часть представляет собой код, вшитый в микроконтроллер и управляющий устройством

3.2.3.1 Описание алгоритма функционирования программы

Программа функционирует посредством переключения состояний в бесконечном цикле. Состояния переключаться за счет информации, поступающей из вне посредством датчиков, включенных в аппаратную часть, результаты деятельности программы выводятся на экран, встроенный в устройство. Для качественного функционирования устройства используются аппаратные средства микроконтроллера в частности:

- 1) Прерывания [1,2,9]
- 2) Счетчики и таймеры [1,2,9]
- 3) Протокол UART [1,2,4,9]
- 4) Протокол I2C [1,2,3,9]
- 5) Протокол SPI [1,2,9]
- 6) Управление выводами микроконтроллера [1,2,9]

Аппаратные прерывания использовались в программе для мониторинга изменений состояний выводов микроконтроллера, без их постоянного опроса вручную, счетчики и таймеры использовались для совершения периодических действий или для совершения действий на протяжении промежутка времени. Прерывания и счетчики с таймерами позволили достичь псевдо-многопоточности, что благоприятно сказалось на работе программы.

Протокол UART используется для связи с датчиком связи SIM800L, чтобы получать и отправлять информацию на другие устройства пользователя.

Протокол I2C используется для связи с экраном устройства, и позволяет выводить на него информацию, в понятном пользователю визуальном формате.

Протокол SPI используется для установки программы на микроконтроллер.

3.2.3.2 Возможные взаимодействия программы с другими программами

Благодаря поддержке протокола связи SMS [6], устройство может обмениваться данными со смартфонами и прочими устройствами поддерживающих данную технологию.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

3.3. Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных

3.3.1. Описание метода организации входных и выходных данных

Входные данные программно-аппаратный комплекс может получать либо через кнопки управления, либо через протокол связи SMS. Вывод данных осуществляется либо через протокол связи SMS, либо с помощью экрана устройства.

3.3.2 Обоснование выбора метода организации входных и выходных данных

Протокол связи SMS был выбран ввиду простоты обработки, относительной дешевизны. Кнопочное управление было выбрано ввиду простоты интерфейса понятному любому пользователю. Вывод на экран используется по причине удобства восприятия графической информации пользователем.

3.4. Описание и обоснование выбора состава технических и программных средств

3.4.1. Состав технических и программных средств

Для корректной работы программно-аппаратного комплекса необходимы:

- 1) само устройство с установленной на нем программой управления комплексом
- 2) смартфон на ОС Android для дистанционного взаимодействия с пользователем.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

4. Ожидаемые технико-экономические показатели

4.1. Предполагаемая потребность

Программно-аппаратный комплекс может быть полезен любому владельцу транспортного средства.

4.2. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами

Аналогов данного устройства не так много, но аналоги зачастую более функциональны и компактны, ввиду наличия у производителей больших возможностей, преимущество данного программно-аппаратного комплекса, в доступности деталей и в следствие относительной простоты изготовления устройства в домашних условиях, данный проект может использоваться как конструктор, для интересующихся программированием микроконтроллеров людей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

5. Источники, использованные при разработке

1. ATmega1284P [Электронный ресурс]: Atmel Corporation, 2009 – Режим доступа <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/doc8059.pdf>, свободный. (дата обращения: 16.04.19).
2. AVR. Учебный Курс. [Электронный ресурс]: easyelectronics.ru, 2009 – Режим доступа <http://easyelectronics.ru/avr-uchebnyj-kurs-programmirovaniya-na-si-chast-1.html>, свободный. (дата обращения: 01.05.19).
3. I2C-bus specification and user manual [Электронный ресурс]: NXP Semiconductors, 2014 – Режим доступа <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>, свободный. (дата обращения: 28.04.19).
4. KeyStone Architecture Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) [Электронный ресурс]: Texas Instruments, 2010 – Режим доступа <http://www.ti.com/lit/ug/sprugp1/sprugp1.pdf>, свободный. (дата обращения: 28.04.19).
5. LOW POWER QUAD VOLTAGE COMPARATORS [Электронный ресурс]: STMicroelectronics, 2014 – Режим доступа <https://www.st.com/resource/en/datasheet/lm139.pdf>, свободный. (дата обращения: 15.04.19).
6. SIM800L_Hardware_Design_v1.00 [Электронный ресурс]: SIMcom Wireless Solutions, 2013 – Режим доступа https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf, свободный. (дата обращения: 16.04.19).
7. SNx4HC14 Hex Schmitt-Trigger Inverters [Электронный ресурс]: Texas Instruments, 2018 – Режим доступа <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc14.pdf>, свободный. (дата обращения: 15.04.19).
8. SSD1306 [Электронный ресурс]: Solomon Systech Limited, 2008 – Режим доступа <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>, свободный. (дата обращения: 17.04.19).
9. Уроки AVR [Электронный ресурс]: MKPROG.RU, 2017 – Режим доступа <http://mkprog.ru/category/avr/uroki>, свободный. (дата обращения: 01.05.19).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Приложение 1.

Таблицы с описанием классов и методов

Таблица 1. Классы

Классы		
Имя	Описание	Примечание
TWI	Класс, отвечающий за I2C	
OLED	Класс, отвечающий за управление дисплеем	
Menu_Element	Класс-прототип меню	
Main_Menu	Класс подменю	Идентичны Menu_Element
Password_Menu	Класс подменю	
Settings_Menu	Класс подменю	
Info_menu	Класс подменю	
User_Info	Класс подменю	
Device_info	Класс подменю	
Bright_set	Класс подменю	
Device_reset	Класс подменю	
Add_Owner	Класс подменю	
Batary	Класс уровня заряда	

Таблица 2. TWI

Класс TWI			
Имя	Принимаемые значения	Возвращаемое значение	Описание
twi_Init	-	void	Инициализирует аппаратный I2c
twi_SendAdress	-	void	Обращается к устройству через шину по адресу
twi_SendByte	int Inf	void	Отправляет байт данных
twi_Start	-	void	Запускает работу протокола
twi_Stop	-	void	Останавливает работу протокола
TWI	-	-	Конструктор класса

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Таблица 3. OLED

Класс OLED			
Имя	Принимаемые значения	Возвращаемое значение	Описание
OLED_Command	int command	void	Отправляет команду дисплею
OLED_Data	int data	void	Передаёт данные для вывод дисплею
OLED_Write_Bufer	-	void	Записывает данные в буфер дисплея
OLED_Bufer_Clear	-	void	Зачищает буфер дисплея
OLED_Clear_Bufer_part	int x,int y,int width,int height	void	Зачищает часть буфера дисплея
OLED_Write_To_Bufer	int x,int y,int width,int height,const uint8_t* img	void	Выводит содержимое буфера на экран
OLED	TWI _wire, uint8_t light	-	Конструктор класса

Таблица 5. Batary

Класс Batary			
Имя	Принимаемые значения	Возвращаемое значение	Описание
refresh	-	-	Обновляет значение заряда
printlvltoOLEDbufer	-	-	Записывает изображение в буфер дисплея
refreshlvl	-	-	Обновляет значение уровня
Batary	-	-	конструктор

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Таблица 4. Menu_Element

Класс Menu_Element			
Имя	Принимаемые значения	Возвращаемое значение	Описание
Default	-	void	Прописывает части меню по умолчанию
refresh	-	void	Обновляет отображение меню
close	-	void	Закрывает элемент меню
next	-	void	Переходит к следующему компоненту меню
previous	-	void	Переходит к предыдущему компоненту меню
choise	-	void	Выбирает компонент меню
back	-	void	Возвращается на уровень назад
animate	-	void	Анимировать действия
actions	-	void	Действия при изменении состояния меню

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Таблица 2. Прочие методы

Прочие методы			
Имя	Принимаемые значения	Возвращаемое значение	Описание
check	-	-	Обрабатывает результаты прерываний кнопок
asciitoimg	int x,int y,int w,int h,uint8_t data	-	Переводит символ ASCII в пиксельное изображение для дисплея
send_Uart	const char c	-	Отправляет бит по UART
send_Uart_str	const char *s	-	Отправляет строку по UART
USART_Init	-	-	Инициализирует UART
readfirst	-	-	Считывает первое сообщение SIM800L
deleteall	-	-	Удаляет все сообщения SIM800L
isnum	uint8_t sign	bool	Проверяет является ли ASCII значение цифрой
sleepc	-	-	Запускает сон микроконтроллера
oledwritenum	int num,int x,int y	-	Выводит число на OLED
send_SMS	(char *text,char *number	-	Отправляет SMS
SMStranlator	int j	-	Трактует пришедшие SMS
main	-	-	Основной метод программы

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Приложение 2.

Схемы аппаратной части

Рис. 1 Схема платы для SIM800L

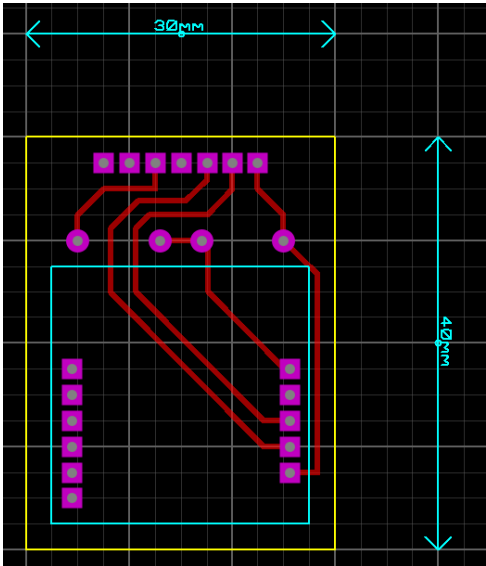
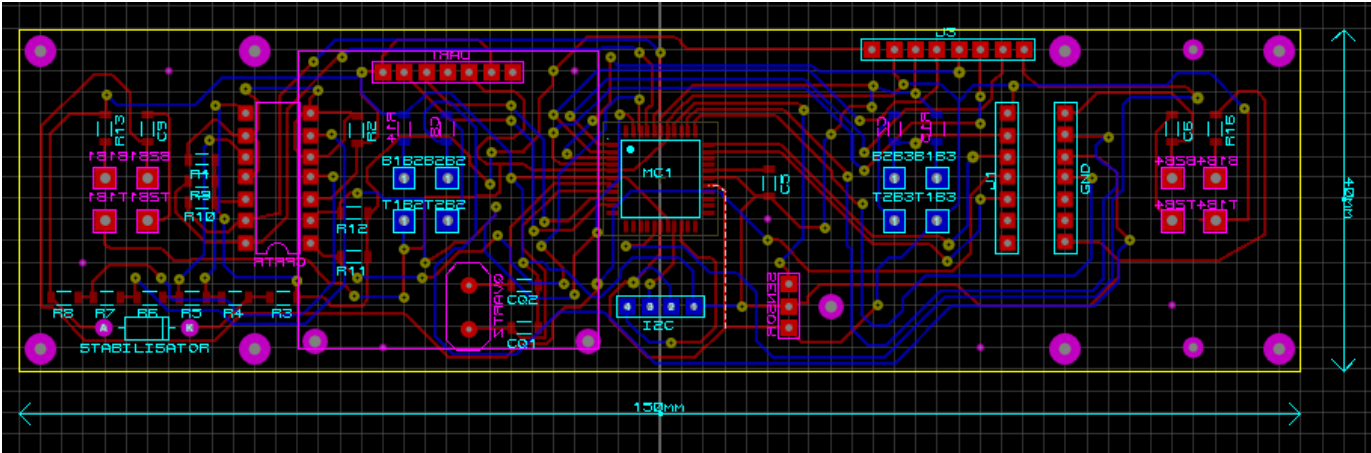


Рис. 2 Схема платы для основы устройства



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Рис. 3 Схема платы для питания устройства

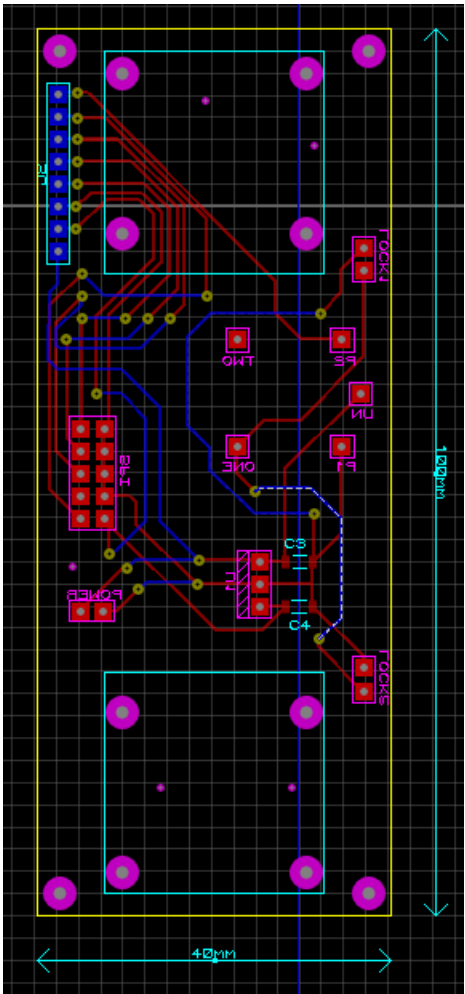
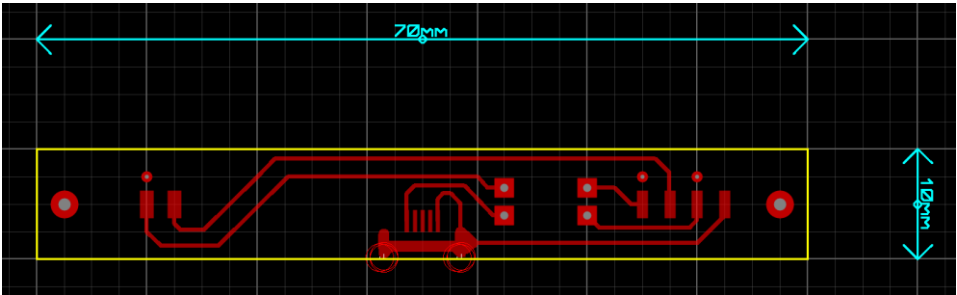


Рис. 4 Схема платы зарядки устройства



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Приложение 3.

Модели частей корпуса

Рис.5 Верхняя часть корпуса

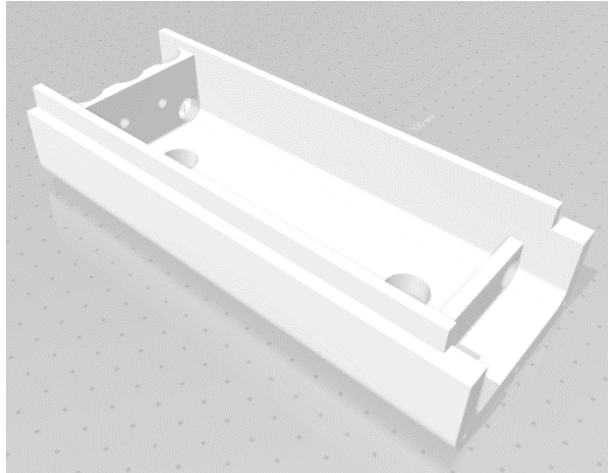
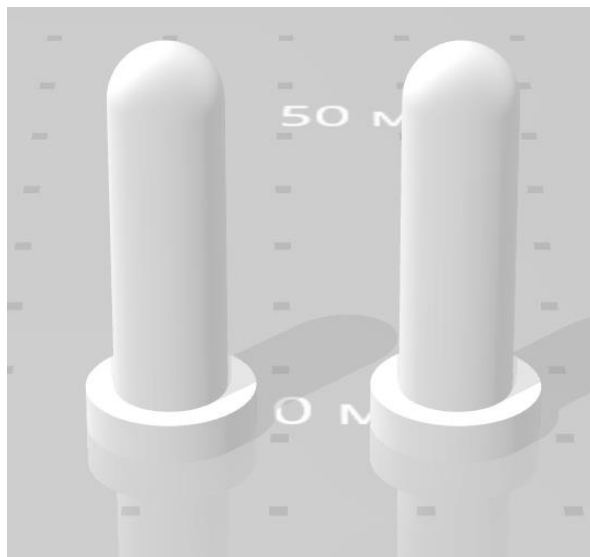


Рис.6 Кнопки



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Рис.7 левая заглушка

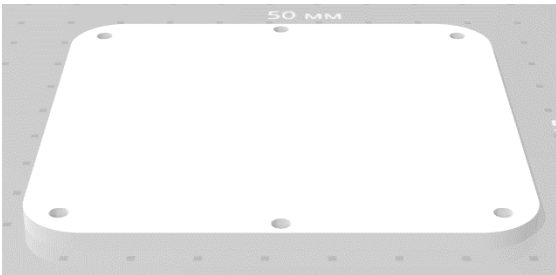
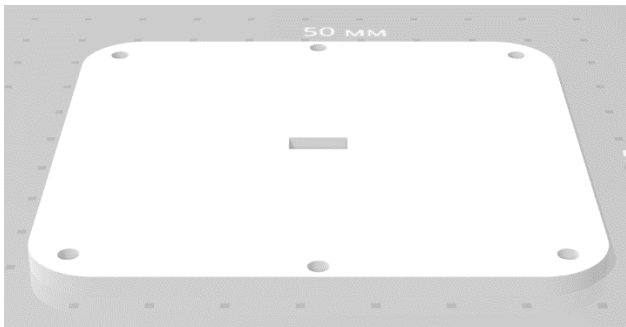


Рис. 8 Правая заглушка



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Рис.9 Нижняя часть корпуса

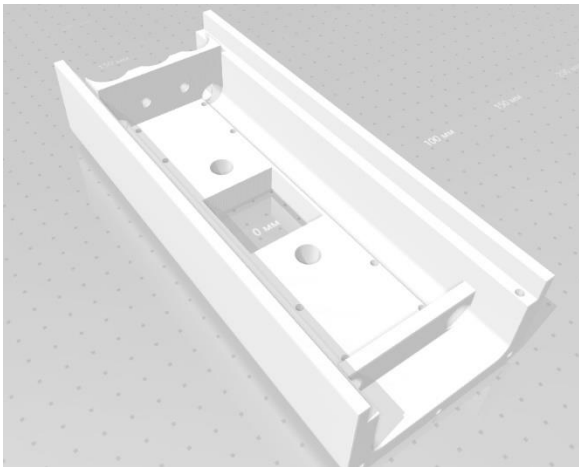
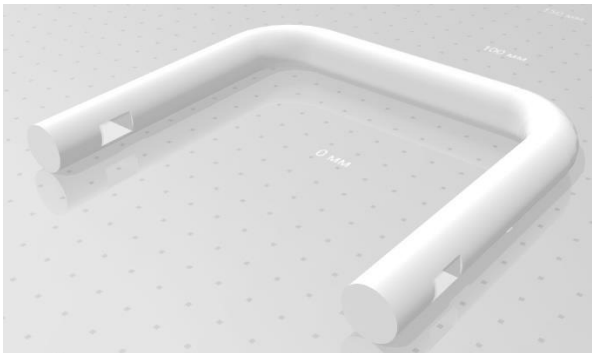


Рис.10 U часть

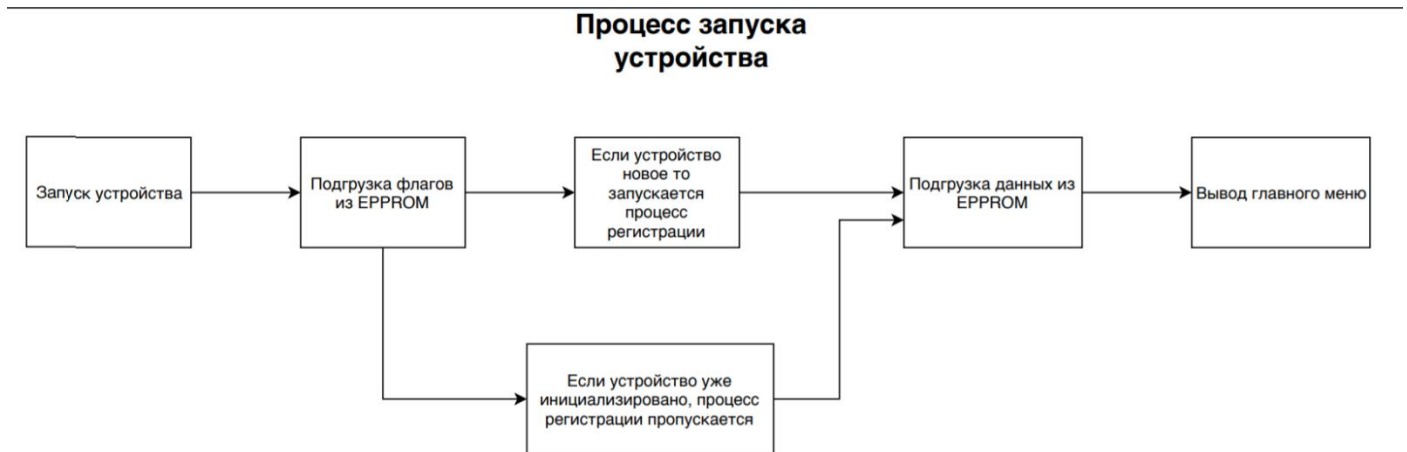


Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Приложение 4.

Прототипы схемы взаимодействия компонентов системы с добавлением приложения компаньона, и действующие алгоритмы

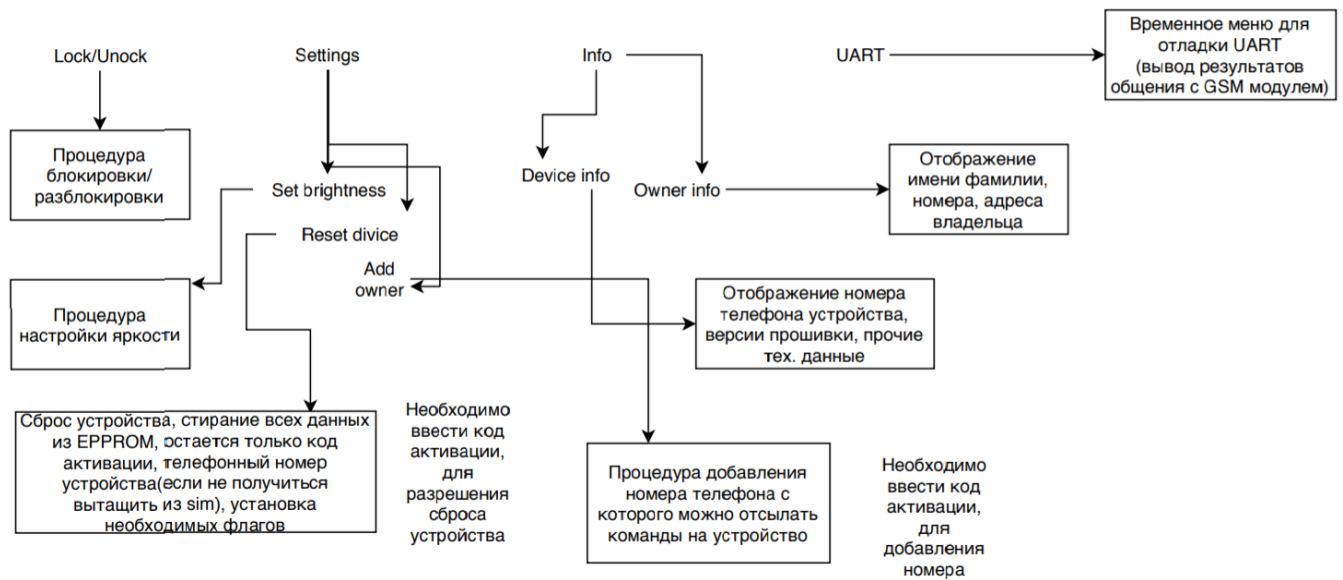
Рис.11 Процесс запуска устройства



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

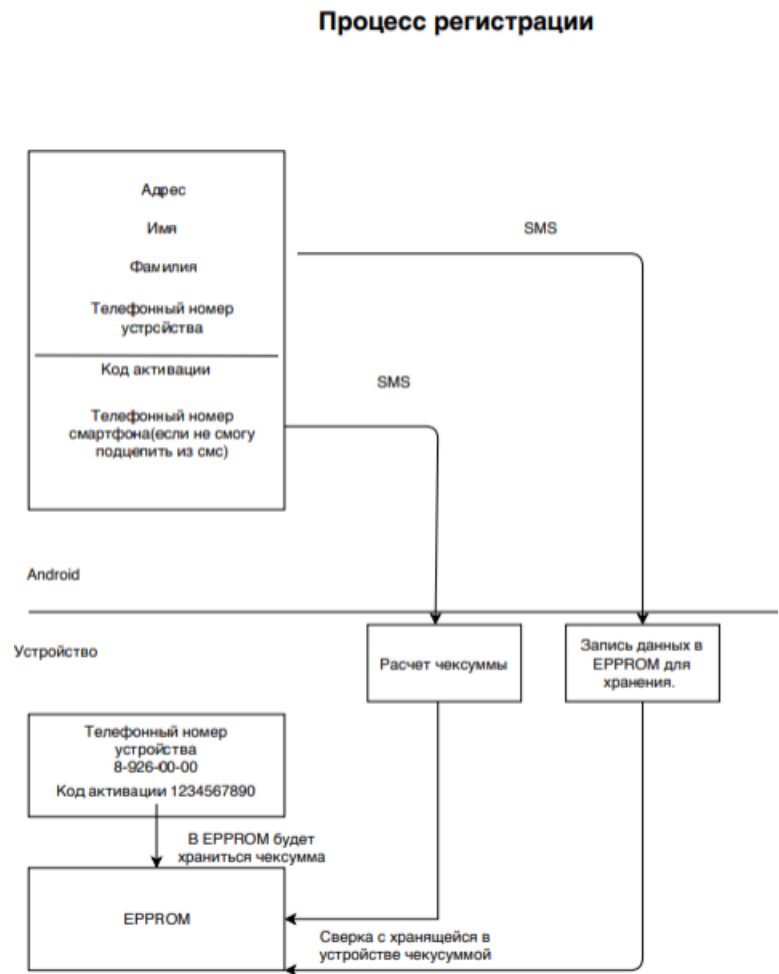
Рис.12 Структура меню устройства

Структура меню устройства



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

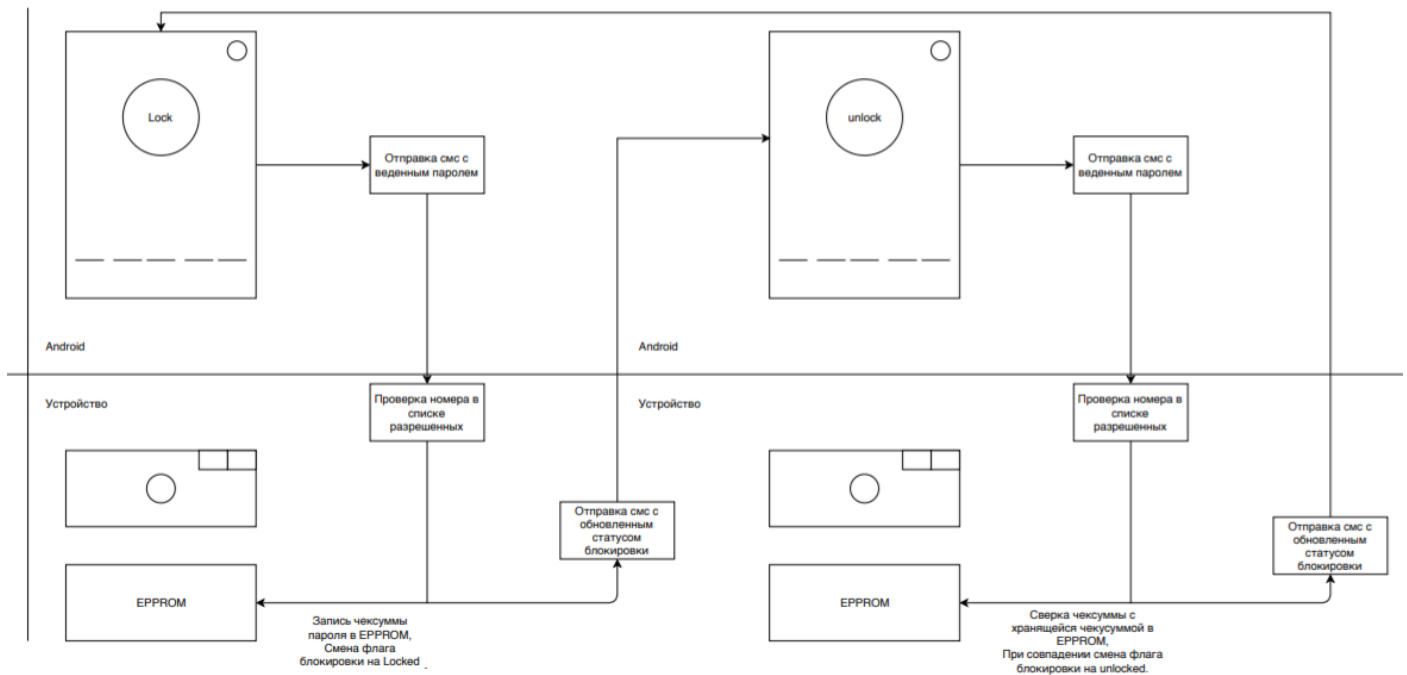
Рис.13 Процесс Регистрации



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

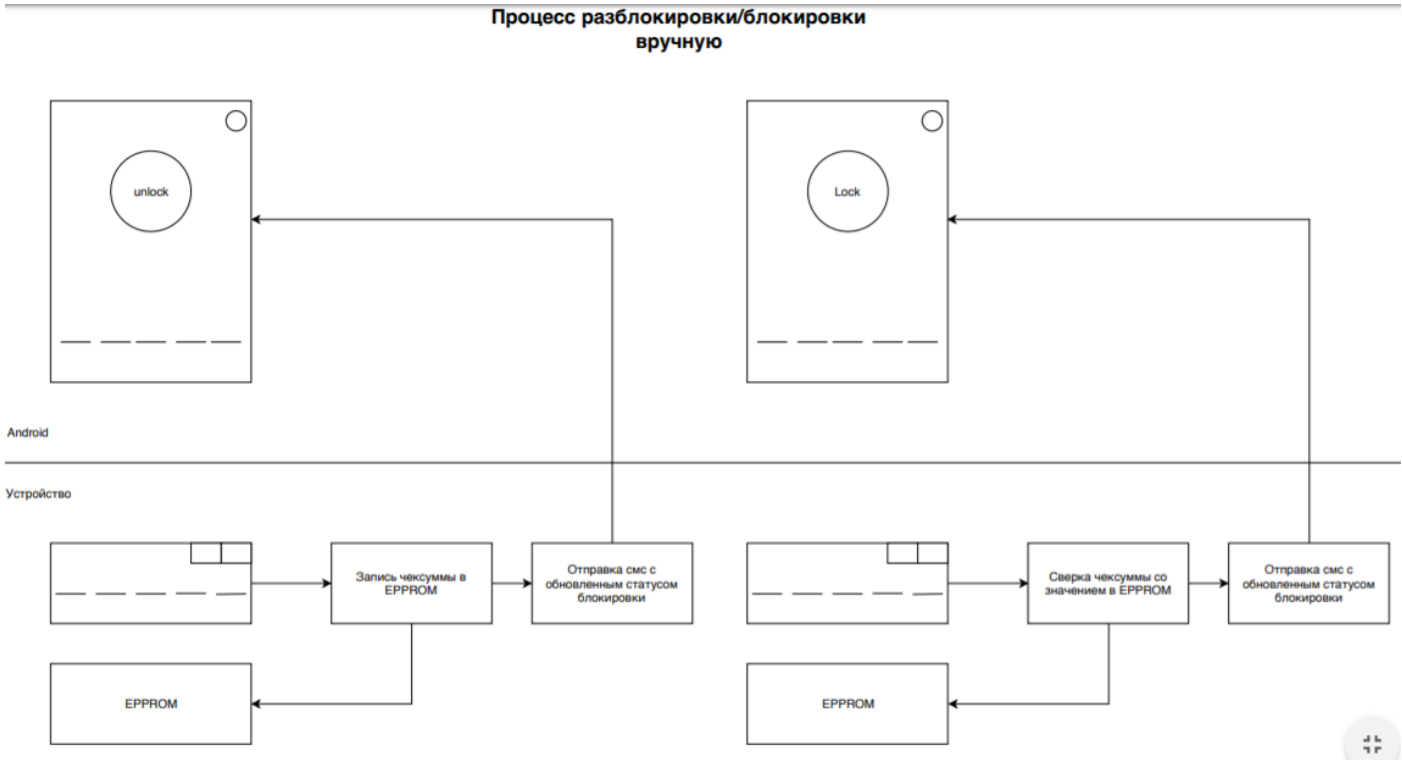
Рис.14 Процесс блокировки/разблокировки дистанционно

Процесс разблокировки/блокировки
дистанционно



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Рис.15 Процесс блокировки/разблокировки вручную



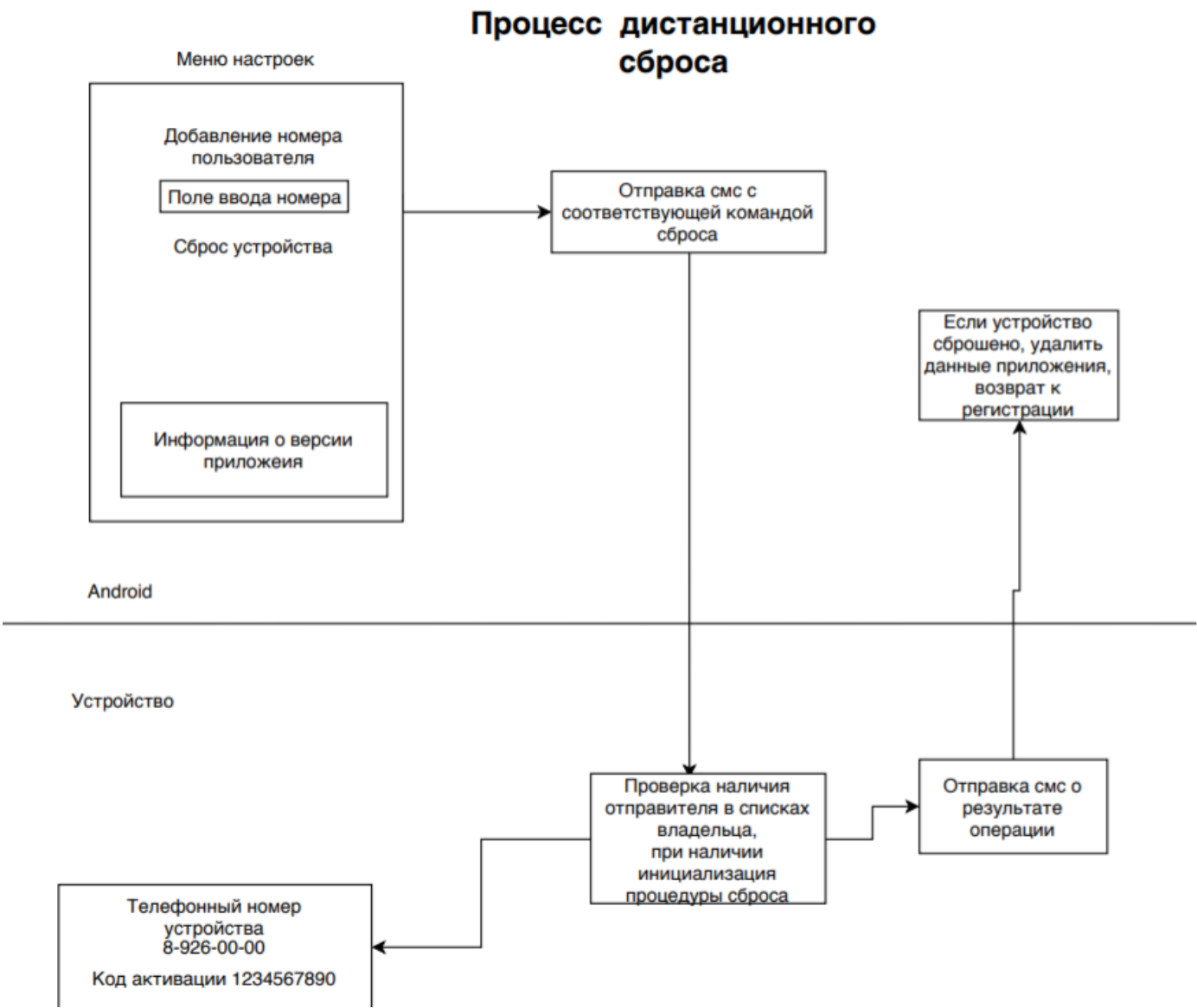
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Рис.16 Процесс блокировки/разблокировки вручную



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Рис.17 Процесс блокировки/разблокировки вручную



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				

Лист регистрации изменений

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Подп. И дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729.01.01-01 81 01-1				