

Рисунок 1 – Патент Раскладки «QWERTY» 1878



Рисунок 2 - Средняя частота использования клавиш «QWERTY»

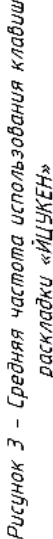


Рисунок 3 – Средняя частота использования клавиш раскладки «ЙЦУКЕН»

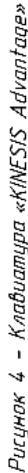


Рис. 4 - Клавиатура «KINESIS Advantage»

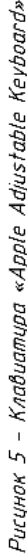


Рисунок 5 – Клавиатура «Apple Adjustable Keyboard»

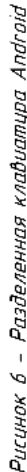


Рисунок 6 – Разделенная клавиатура Android



Рисунок 7 - Предупреждение о возможных травмах на обратной стороне клавиатуры

Некоторые эксперты считают, что использование любой клавиатуры может привести к серьезным травмам кистей рук, запястий, предплечий, шеи или спины. Если вы чувствуете боль, онемение, слабость в этих областях, обратитесь к квалифицированному медицинскому работнику.



Рисунок 8 - Прототип клавиатуры «KeyCube»

[illegible]

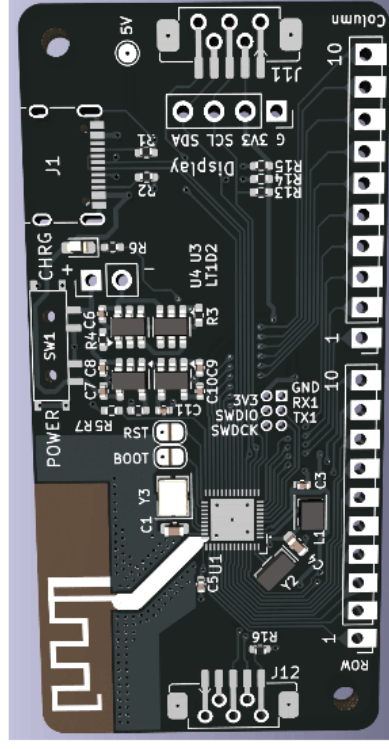
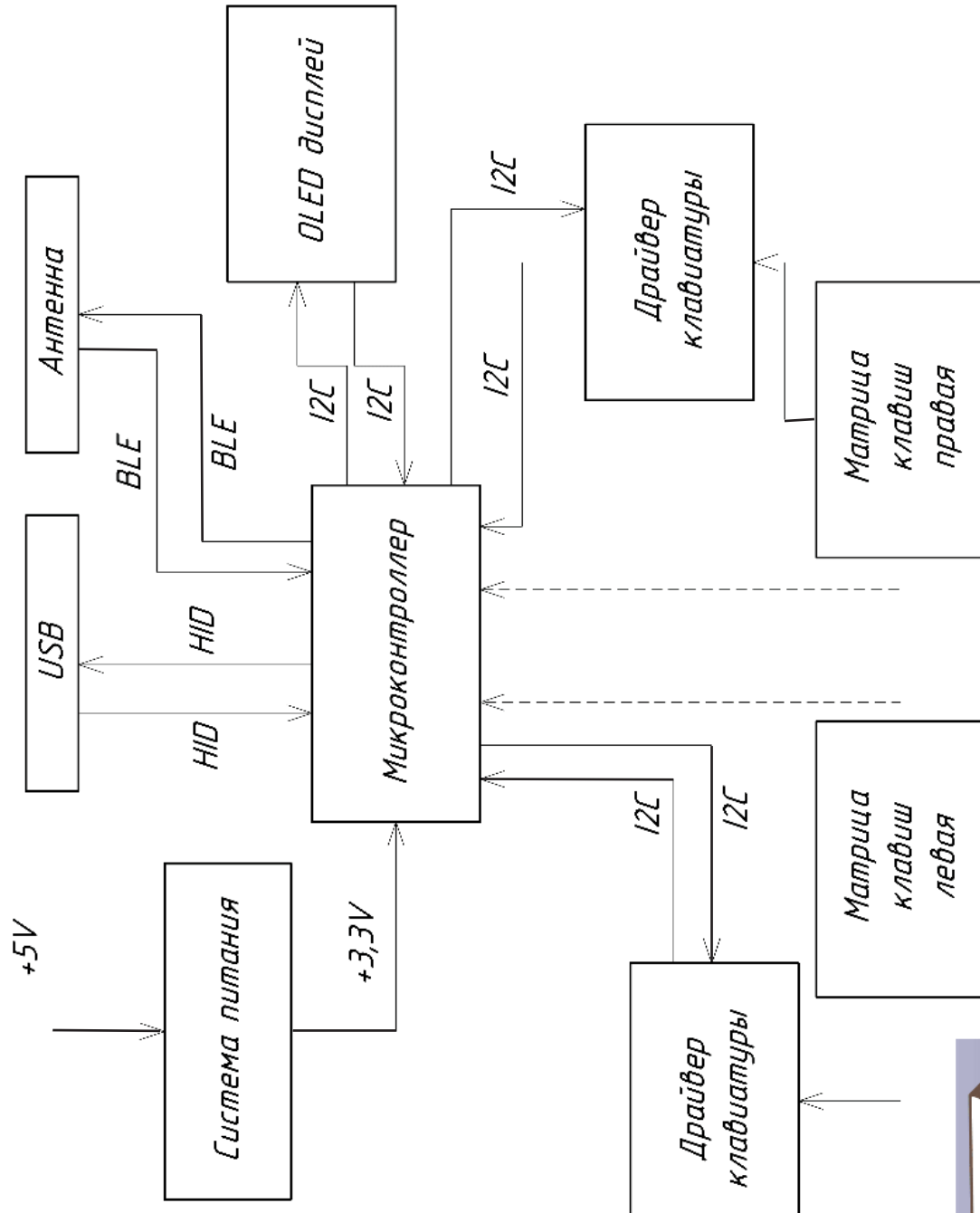


Рисунок 1 – Внешний вид платы управления клавиатуры

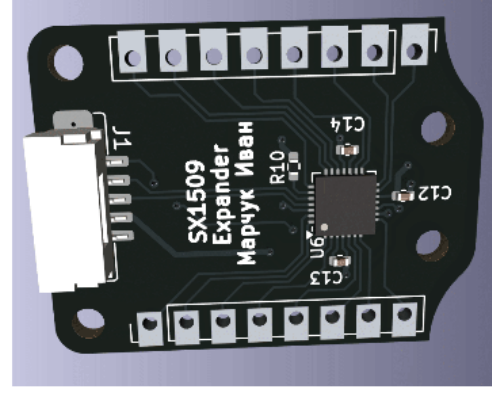


Рисунок 2 – Внешний вид платы драйвера клавиатуры (платы распределения)

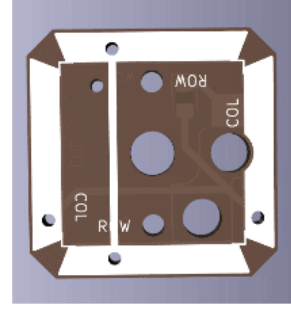
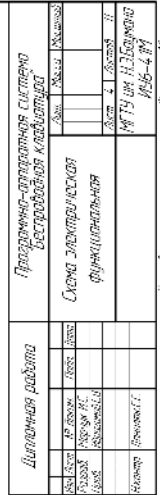
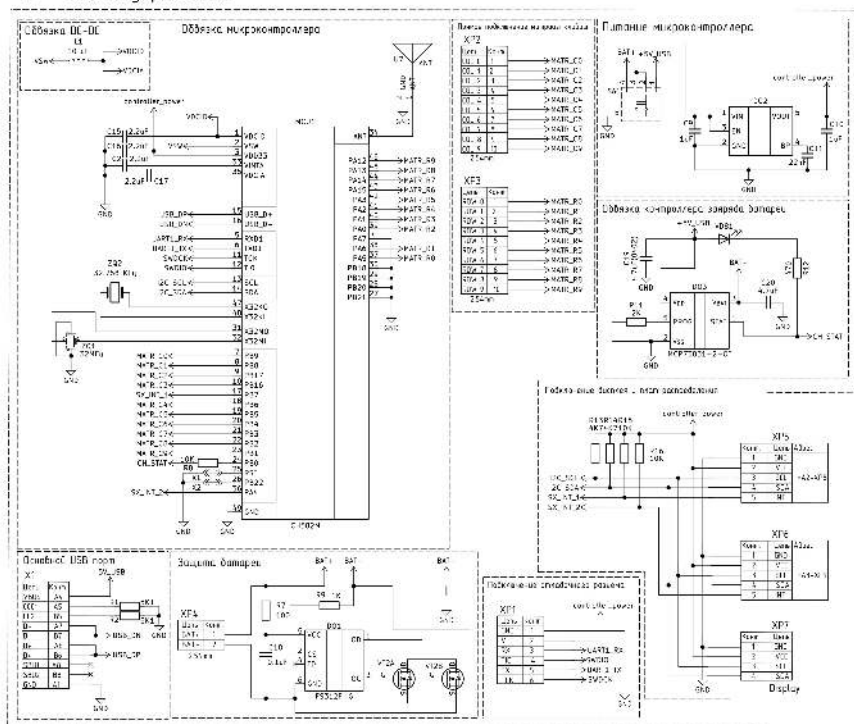


Рисунок 3 - Фрагмент составной платы матрицы клавиатуры

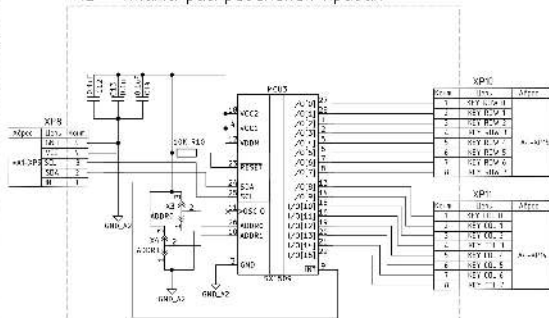
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80																				



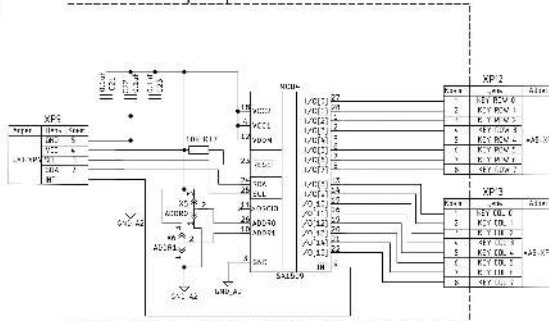
A1 – Плата управления



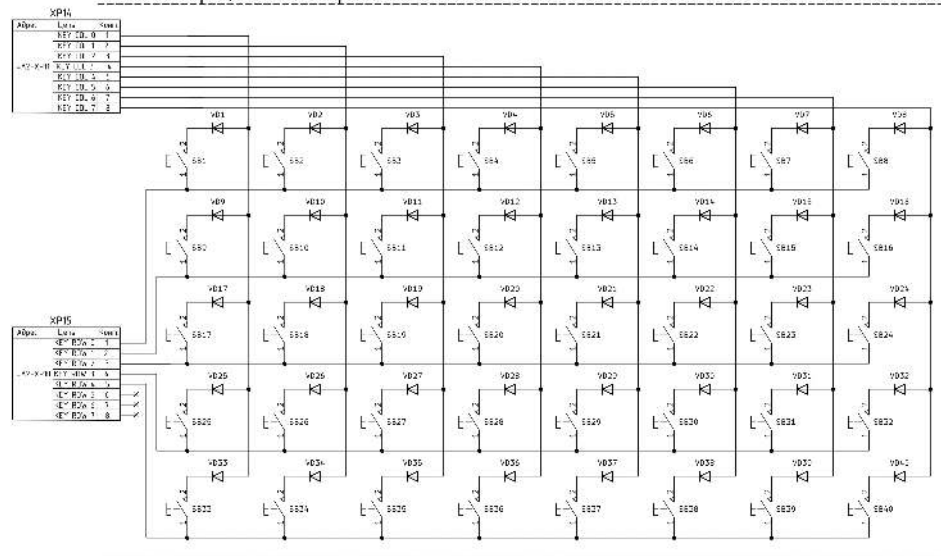
A2 – Плата распределения правая



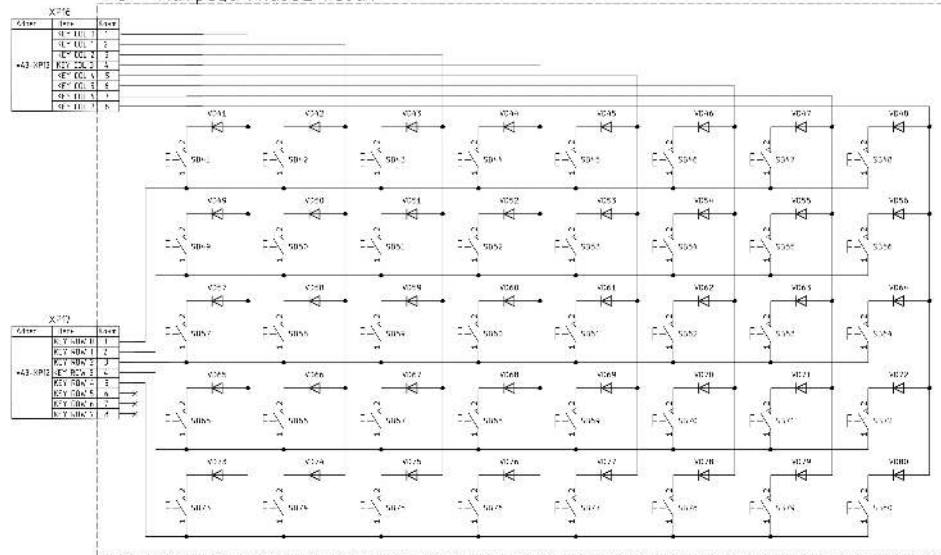
A3 – Плата распределения левая



A4 – Матрица клавиш правая

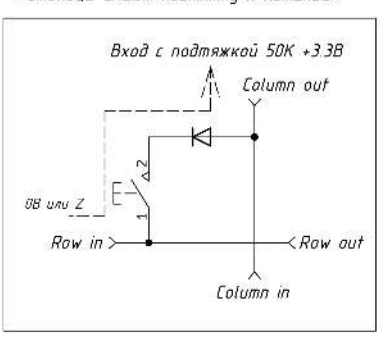


A5 – Матрица клавиш левая

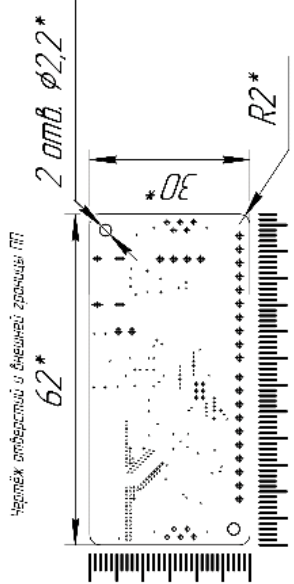
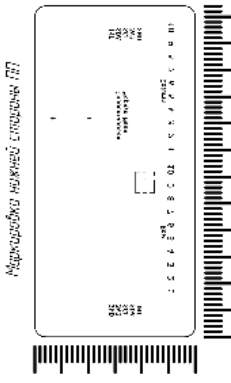
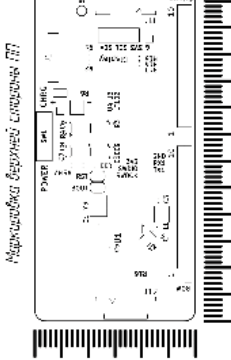
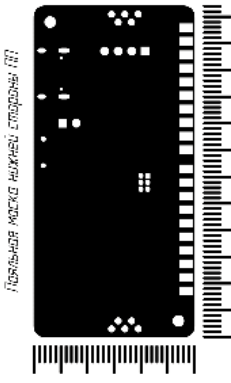
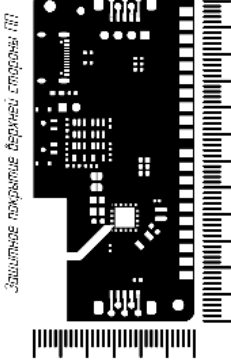
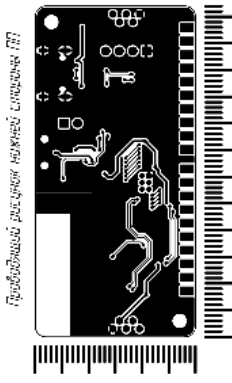
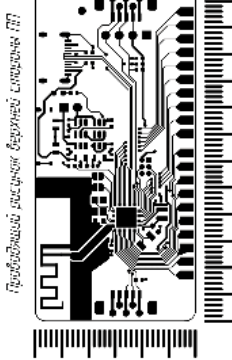


Пояснение:

- сигнал посылается от строк (ROW) проходит через диод и выключатель и принимается в столбцы (COL);
- строки имеют активный 0, и неактивное высокоимпедансное состояние;
- столбцы имеют подтяжку к питанию.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ-РАСПОСЛАЖЕНИЯ



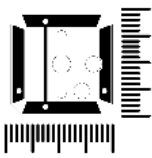
Масштаб	Размер	Масштаб	Размер
1:1	100%	1:1	100%
2:1	200%	2:1	200%
3:1	300%	3:1	300%
4:1	400%	4:1	400%
5:1	500%	5:1	500%
6:1	600%	6:1	600%
7:1	700%	7:1	700%
8:1	800%	8:1	800%
9:1	900%	9:1	900%
10:1	1000%	10:1	1000%

1. Масштаб 1:1
2. Масштаб 2:1
3. Масштаб 3:1
4. Масштаб 4:1
5. Масштаб 5:1
6. Масштаб 6:1
7. Масштаб 7:1
8. Масштаб 8:1
9. Масштаб 9:1
10. Масштаб 10:1

Детальная таблица		Пример соединения ПП	
Масштаб	Размер	Масштаб	Размер
1:1	100%	1:1	100%
2:1	200%	2:1	200%
3:1	300%	3:1	300%
4:1	400%	4:1	400%
5:1	500%	5:1	500%
6:1	600%	6:1	600%
7:1	700%	7:1	700%
8:1	800%	8:1	800%
9:1	900%	9:1	900%
10:1	1000%	10:1	1000%

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ-РАСПОСЛАЖЕНИЯ

Примеры рисунков
нижней стороны
ПП



Примеры рисунков
нижней стороны
ПП

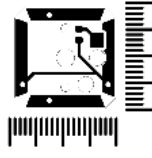


Таблица 1 - Данные таблицы ПП

Масштаб	Размер	Масштаб	Размер
1:1	100%	1:1	100%
2:1	200%	2:1	200%
3:1	300%	3:1	300%
4:1	400%	4:1	400%
5:1	500%	5:1	500%
6:1	600%	6:1	600%
7:1	700%	7:1	700%
8:1	800%	8:1	800%
9:1	900%	9:1	900%
10:1	1000%	10:1	1000%

Таблица 2 - Данные таблицы ПП

Масштаб	Размер	Масштаб	Размер
1:1	100%	1:1	100%
2:1	200%	2:1	200%
3:1	300%	3:1	300%
4:1	400%	4:1	400%
5:1	500%	5:1	500%
6:1	600%	6:1	600%
7:1	700%	7:1	700%
8:1	800%	8:1	800%
9:1	900%	9:1	900%
10:1	1000%	10:1	1000%

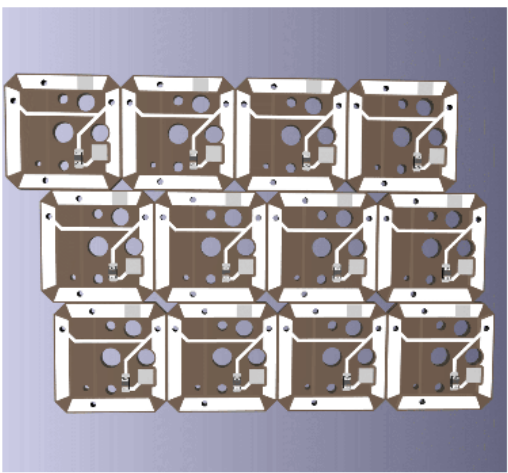


Рисунок 1 - Пример соединения ПП

1. Масштаб 1:1
2. Масштаб 2:1
3. Масштаб 3:1
4. Масштаб 4:1
5. Масштаб 5:1
6. Масштаб 6:1
7. Масштаб 7:1
8. Масштаб 8:1
9. Масштаб 9:1
10. Масштаб 10:1

Детальная таблица		Пример соединения ПП	
Масштаб	Размер	Масштаб	Размер
1:1	100%	1:1	100%
2:1	200%	2:1	200%
3:1	300%	3:1	300%
4:1	400%	4:1	400%
5:1	500%	5:1	500%
6:1	600%	6:1	600%
7:1	700%	7:1	700%
8:1	800%	8:1	800%
9:1	900%	9:1	900%
10:1	1000%	10:1	1000%

Структура сообщения протокола:

[HEADER] [CMD] [LEN] [DATA...] [CHECKSUM]

Таблица 1 – Структура сообщения протокола

Поле	Размер	Описание
[HEADER]	1 байт	Начало сообщения: «0xA» (или «0x55» для ответа)
[CMD]	1 байт	Команда: тип передаваемой информации
[LEN]	1 байт	Количество байт в поле DATA
[DATA...]	N байт	Полезная нагрузка (зависит от команды)
[CHECKSUM]	1 байт	XOR всех предыдущих байт, включая HEADER

Таблица 2 - Список команд (поле [CMD])

ICMD1	Название	Описание
<i>0x01</i>	SET_KEYMAP_ENTRY	Установить функцию клавиш
<i>0x02</i>	GET_KEYMAP_ENTRY	Запросить назначение клавиш
<i>0x03</i>	SET_ACTIVE_LAYER	Установить активный слой
<i>0x04</i>	SAVE_TO_FLASH	Сохранить текущую карту в энергонезависимую память
<i>0x05</i>	LOAD_FROM_FLASH	Загрузить карту из флэш-памяти
<i>0x06</i>	RESET_KEYMAP	Сбросить раскладку на defaultную
<i>0x10</i>	Ответ «ACK» / «NACK»	Ответ от устройства: успех / ошибка

Пример сообщения с ответом «АСК» / «НАСК»:

55 10 01 00 44 77

- 0x55 - Начало сообщения;
- 0x10 - ответ АСК* / «НАСК»;
- 0x01 - длина данных;
- 0x00 - Успех (0x00 = АСК, 0x01 = НАСК);
- 0x44 - контрольная сумма (XOR всех байт до нее);

Установка функции «SET_KEYMAP_ENTRY»:

[DATA] > [ROW + COL] [LAYER] [ACTION_TYPE] [ACTION_ARG]

Таблица 3 - Структура пола для компаний значимых

Поле	Размер	Описание
[ROW]	4 бита	Номер строки в матрице (0-15)
[COL]	4 бита	Номер колонки в матрице (0-15)
[LAYER]	1 байт	Номер слоя
[ACTION_TYPE]	1 байт	Код типа действия
[ACTION_ARG]	1 байт	Аргумент действия

Таблица 4 – Вариаблны назначаемых функций класіава

<i>[ACTION_TYPE]</i>	<i>Название</i>	<i>Назначаемая функция</i>	<i>[ACTION_ARG]</i>
0x01	HID_KEYCODE	Установить HID назначение клавиши	HID-код клавиши (например, 0x04 = 'A')
0x02	LAYER_HOLD	Временно переключиться на слой «ARG», пока зажата клавиша	Номер слоя, например, 0x01
0x03	LAYER_TOGGLE	Переключиться на слой «ARG»	Номер слоя, например, 0x01
0x04	MACRO_INDEX	Выполнить макрос с индексом «ARG» из памяти	Номер макроса, например, 0x01

Пример сообщения с командой установки клавиши:

AA 01 04 28 00 01 04 81

- **0xAA** – Начало сообщения;
- **0x01** – команда SET_KEYMAP_ENTRY;
- **0x04** – длина данных;
- **0x2B** – строка 2, столбец 11;
- **0x00** – слои;
- **0x01** – При нажатии отправлять HID-код клавиши;
- **0x04** – HID-код;
- **0x81** – контрольная сумма (XOR всех байт до нее);

[illegible]

Запуск
микроконтроллера

Инициализация
микроконтроллера

Число нажатых
кнопок = 0
Последнее время
нажатия = millis();

регистрация
нажатия
клавиш

Число нажатых
кнопок != 0

Разница = millis() -
Последнее время
нажатия

Последнее время
нажатия = millis();

Разница <
120 сек. ?

Перевод SX1509 в режим
KeyEngine с прерыванием

Настройка протруднения по
спадшему фронту

Уход контроллера в сон

Инициализация микроконтроллера

Инициализация портов
микроконтроллера

Инициализация USB

Инициализация BLE стека

Инициализация BLE HID

Инициализация шины I2C

Инициализация SX1509

Инициализация дисплея и
очистка экрана

Возврат
управления

регистрация нажатия клавиш

Подготовить для
8-ми строк

Отправка на SX1509 команды
подтяжки строки к 0

Отправка на SX1509 команды
перевода предыдущей строки в
высокоимпедансное состояние

Задержка подтягивания фредазга

Получение из SX1509 состояний
столбцов

Подготовить для
7-ми клавиш в
столбце

конвертация номера строки и
столбца в индексы массива
состояний и массива кодов
клавиш

editKeyboardState()
Обработка клавиш в выбранной
строке и столбце

Возврат
управления

editKeyboardState()
Обработка клавиш в выбранной
строке и столбце

состояние клавиш изменилось
относительно значения в массиве
состояний клавиш?

Отправить данные о
нажатии в буфер
вывода в USB и
Bluetooth

Изменить соответственно
число нажатых клавиш
Сохранить текущее состояние
клавиш в массиве состояний

Вывод данных о
нажатой клавише на
дисплей

Возврат
управления

Целевая работа

Программно-аппаратная система встраиваемой клавиатуры									
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя

Схемы алгоритмов модулей (подпрограмм)									
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя	Имя

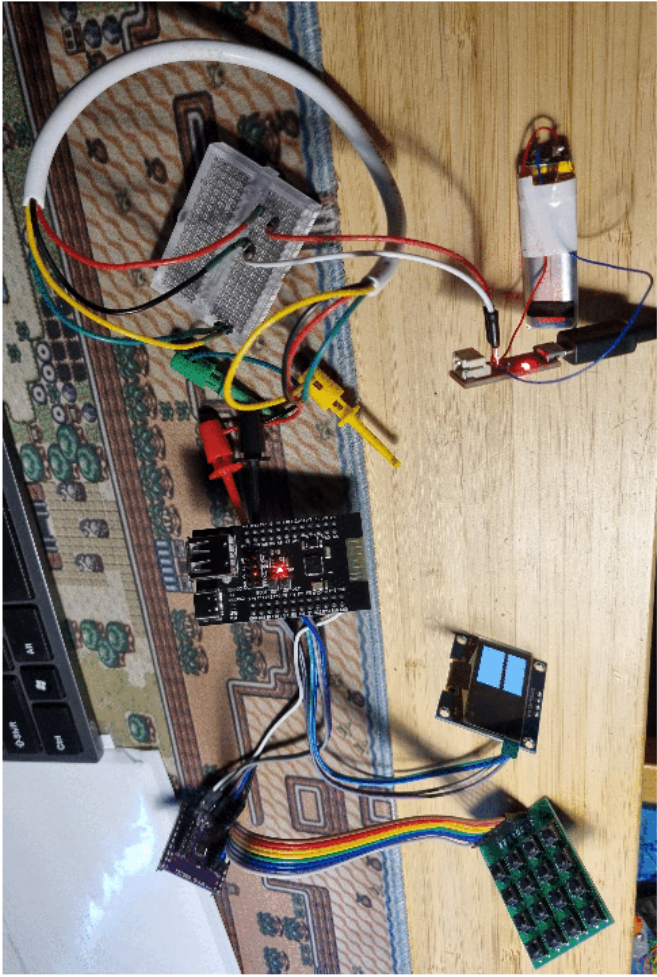
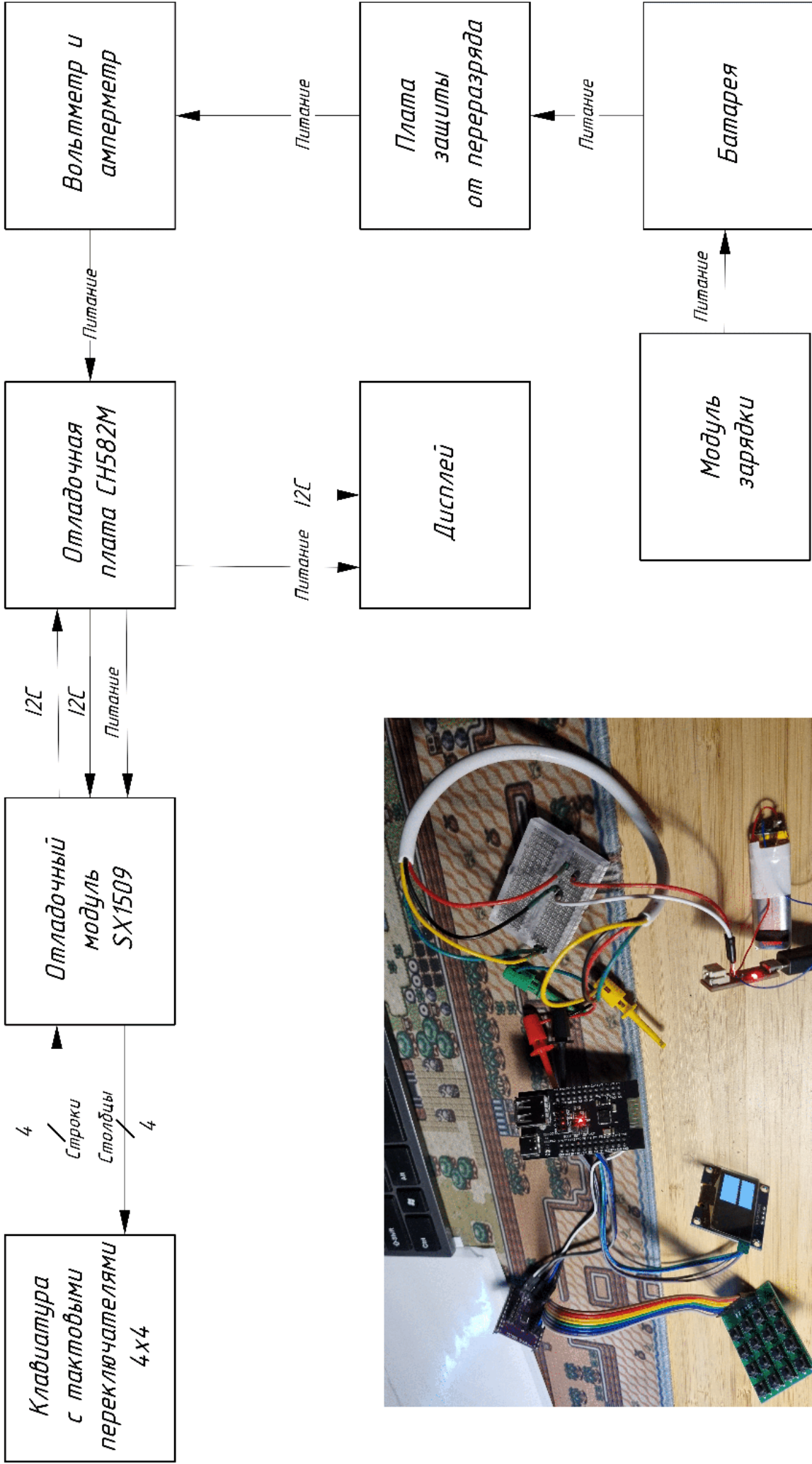
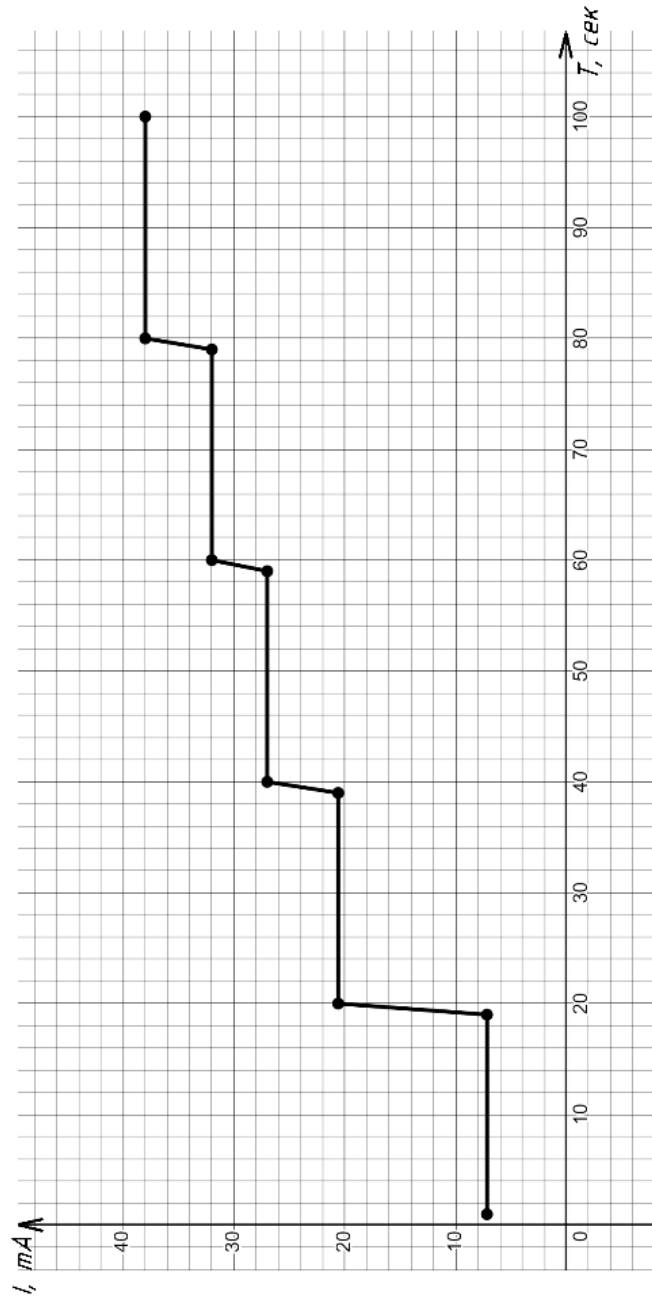


Рисунок 1 – Внешний вид тестовой установки

Дополнительная работа		Программно-отладочная система Тестовый стенд									
№ п/п	Имя	Дата	Время	Статус	Комментарий	№ п/п	Имя	Дата	Время	Статус	Комментарий
1	Иванов И.И.	10.10.2023	10:00	Завершено	Проверка работы	1	Иванов И.И.	10.10.2023	10:00	Завершено	Проверка работы
2	Петров П.П.	10.10.2023	11:00	В процессе	Настройка	2	Петров П.П.	10.10.2023	11:00	В процессе	Настройка
3	Сидоров С.С.	10.10.2023	12:00	В процессе	Настройка	3	Сидоров С.С.	10.10.2023	12:00	В процессе	Настройка
4	Михайлов М.М.	10.10.2023	13:00	В процессе	Настройка	4	Михайлов М.М.	10.10.2023	13:00	В процессе	Настройка
5	Козлов К.К.	10.10.2023	14:00	В процессе	Настройка	5	Козлов К.К.	10.10.2023	14:00	В процессе	Настройка
6	Левченко Л.Л.	10.10.2023	15:00	В процессе	Настройка	6	Левченко Л.Л.	10.10.2023	15:00	В процессе	Настройка
7	Зинченко З.З.	10.10.2023	16:00	В процессе	Настройка	7	Зинченко З.З.	10.10.2023	16:00	В процессе	Настройка
8	Кузнецов К.К.	10.10.2023	17:00	В процессе	Настройка	8	Кузнецов К.К.	10.10.2023	17:00	В процессе	Настройка
9	Попов П.П.	10.10.2023	18:00	В процессе	Настройка	9	Попов П.П.	10.10.2023	18:00	В процессе	Настройка
10	Смирнов С.С.	10.10.2023	19:00	В процессе	Настройка	10	Смирнов С.С.	10.10.2023	19:00	В процессе	Настройка



Рисунком 1 – График изменения тока во времени

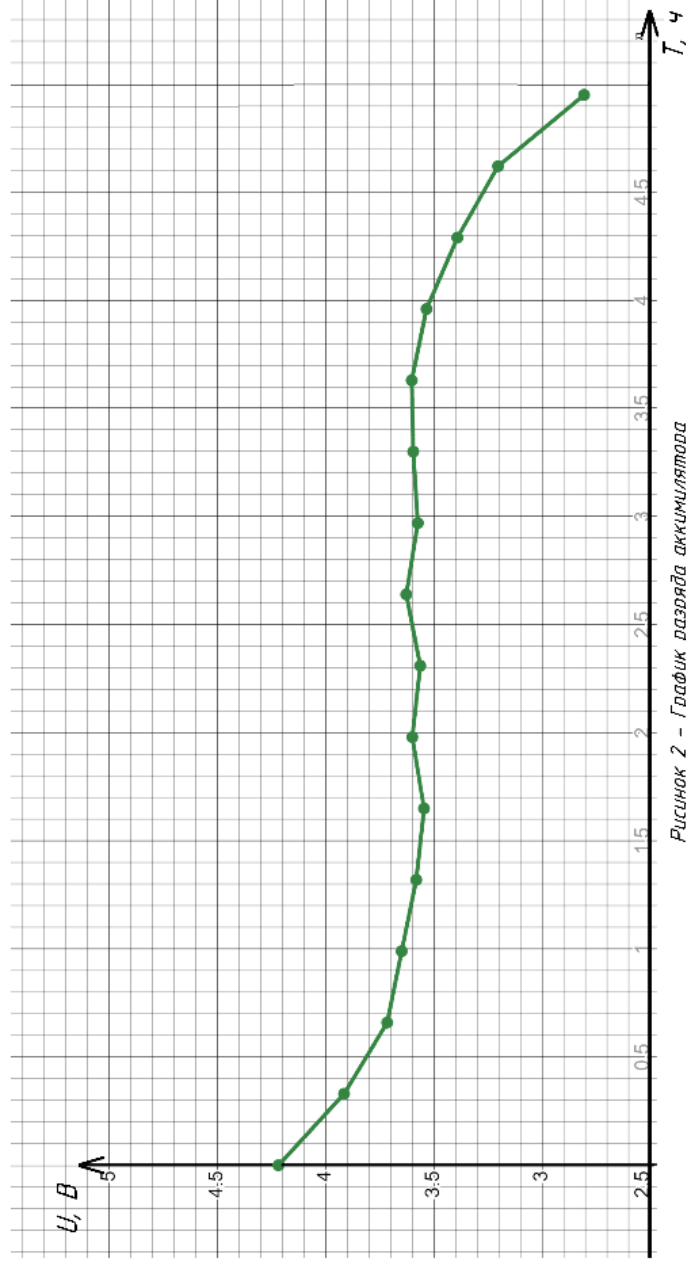


Рисунок 2 - График разряда аккумулятора

Пояснения к рисунку 1:

Временные события описаны в таблице 1;

Средний потребляемый ток для разных

ПОДПИСЬ:

- 7.18 мА – спящий режим с выключенным дисплеем, зажжен светодиод с током потребления ЗМА;

- 20 мА - дисплей на 25%, активный режим;

- 27 мА - дисплей на 50%;

- 32 мА - дисплей на 75%;

- 38 МА - достигли 100%.

Таблица 1 - Состояния тестового стенда в разные промежуточные времени

Время (L)	Событие
0-19	Спящий режим, дисплей выключен
20-39	Отображение текста на 25% яркости
40-59	Работа на 50% яркости, периодическое нажатие клавиш
60-79	Работа на 75% яркости, активное использование
80-99	Полная яркость (100%) активностью клавиш

Пояснения к рисунку 2:

1) разлика по времени между точками 20 минут;

2) начальное напряжение аккумулятора 4.2В;

3) средний ток разрядки 20мА (включено 50% светодиодов дисплея, микроконтроллер в режиме передачи данных);

4) устройство было отключено от аккумулятора системой защиты от переразряда через 5 часов при напряжении 2,8В.

5) Примерная емкость аккумулятора 100 мАч.

[illegible]