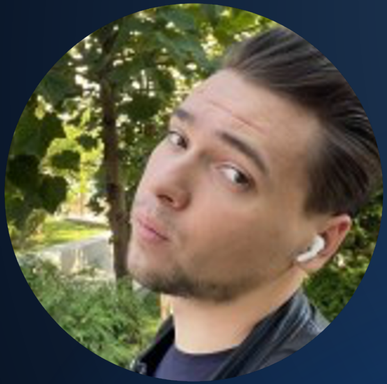
Тестирование умных устройств от прототипа до производства

SBER DEVICES

Кто мы?



Роман Курочкин

Олег Ломанов

SberDevices

NLP, речевые технологии, компьютерное зрение, биометрия, нейроинтерфейсы

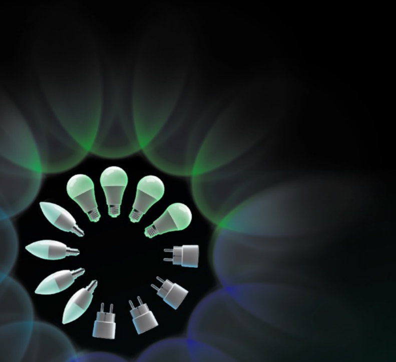
Moscow, Russia https://developers.sber.ru/ developer@sberdevices.ru

- Придумываем идеи
- Создаем прототипы
- Разрабатываем
- Конструируем
- Придумываем дизайн
- Контролируем качество на фабрике
- Создаем инструменты для тестирования

Наши продукты на рынке

Виртуальные ассистенты Салют

Умный дом



МП Сбер Салют
и СберБанк Онлайн

SberBox Top

Салют ТВ

SberBox

SberPortal

SberPortal[1,2]

Доказанное превосходство: лучшее умное устройство с превосходным дизайном[3]

reddot winner 2021 smart product

Победитель в номинации «Лучшее умное устройство»

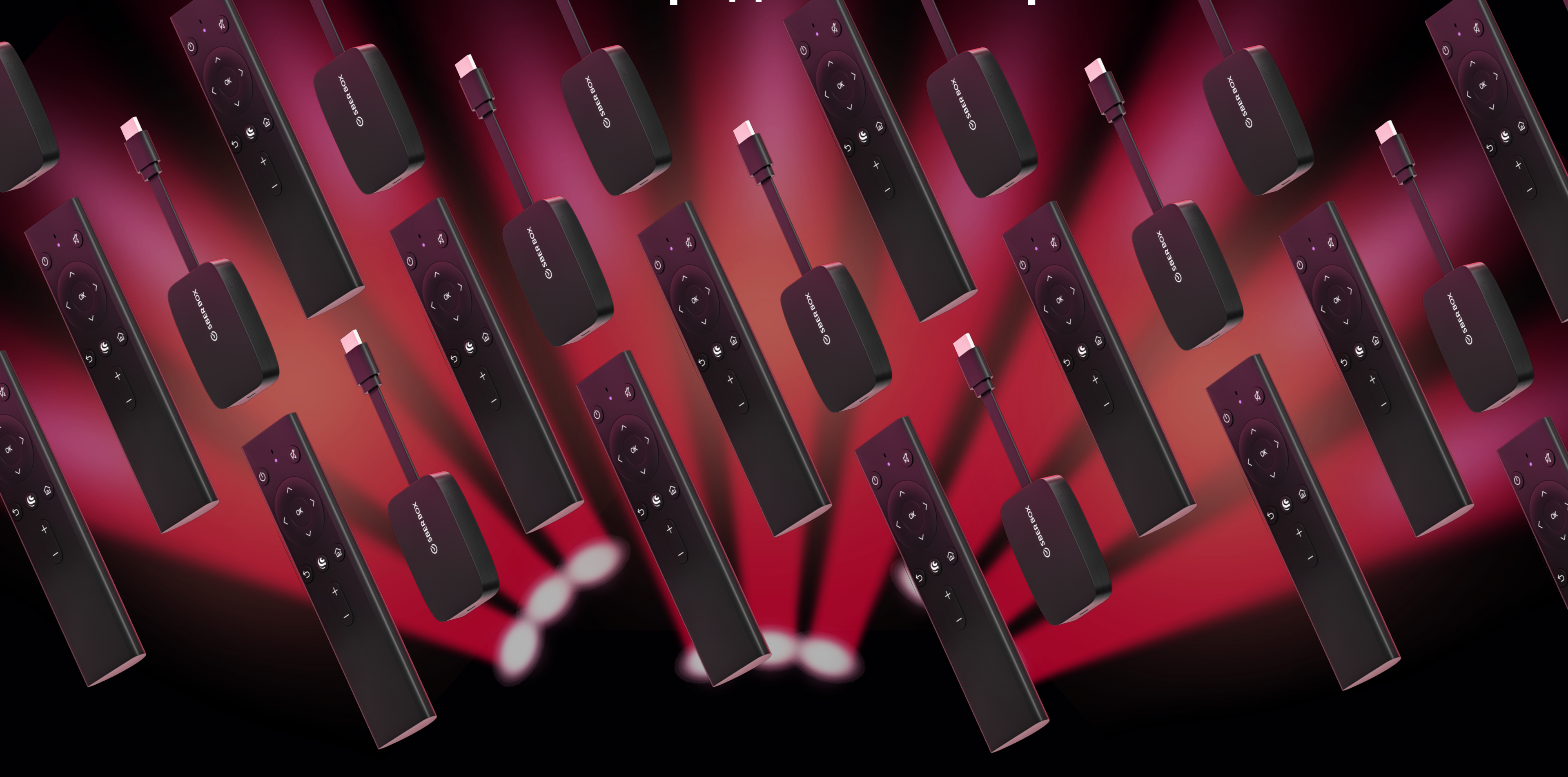
reddot winner 2021

Победитель в номинации «Промышленный дизайн»

iF DESIGN AWARD 2021

Победитель в номинации «Продукт»

SberBox — самая продаваемая приставка в РФ



Умные устройства на рынке

Worldwide

Yandex/Mail

SBER DEVICES

О чём мы расскажем

- Расскажем о типах фабрик
- Об этапах тестирования устройств
- Познакомим с каждым этапом
- О тестировании на фабрике

Типы фабрик

Original Equipment Manufacturing (OEM) — «оригинальный производитель оборудования

Типы фабрик

Original Design Manufacturing (ODM)
— есть помощь от вендора

Типы фабрик

Electronics Manufacturing Services (EMS)
— нет продуктовой и инженерной команды

Выбор фабрики: QA может подсветить риски

- Опыт разработки на необходимой платформе
- Требуемые объемы
- NDA
- Размер фабрики
- Оборудование для тестирования и производства

Этапы тестирования устройства

- **EVT** — Engineering validation test (Инженерные тесты)
- **DVT** — Тесты дизайна
- **PVT** — Продуктовые тесты

→ **MP** — Mass Production

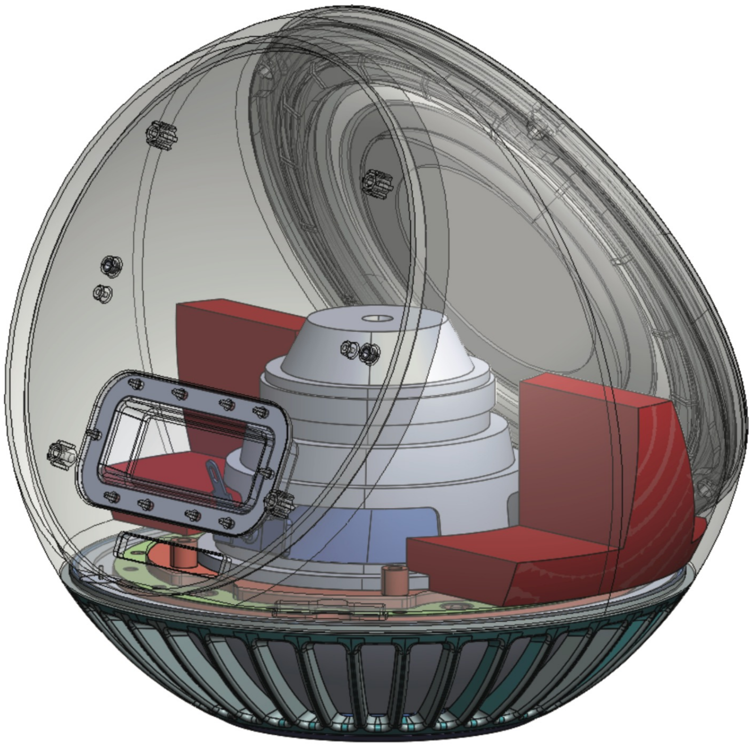
Разработка умных устройств

- **Requirements**
- **Design**
- **Implementation**
- **Verification**
- **Maintenance**

Proof Of Concept — доказательство концепции

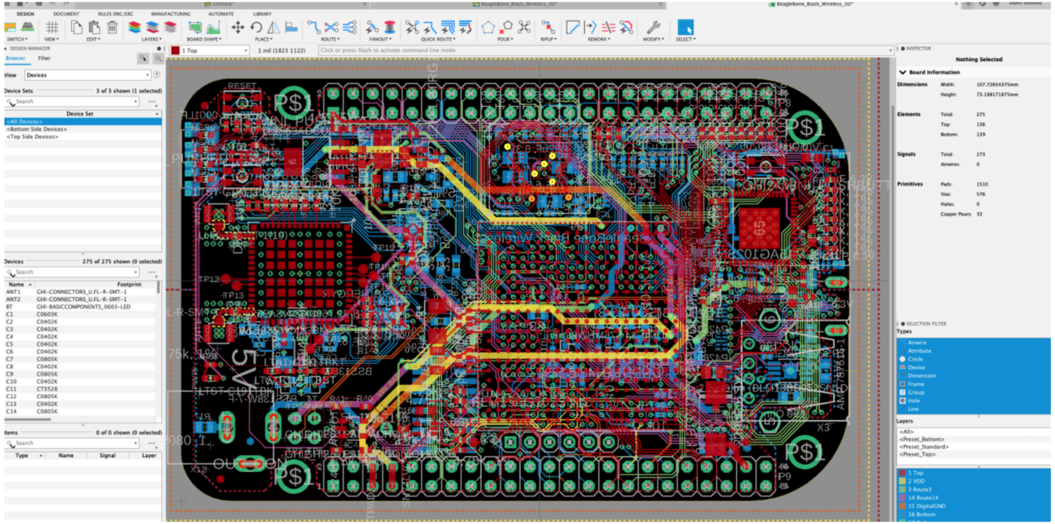
- Фундамент
- Исследование реализуемости и целесообразности
- Параллельные истории
- Итеративный поход

MD - Mechanical Design



Для QA важно следить за этими итерациями

Параллельно разрабатывают **печатную плату**



Почему PRD так важен?

PRD
Product
Requirements
Specification

— есть смысл прописать требования даже к прототипам, которые будут изготавливаться на каждом этапе: что обязательно должно работать в каждой итерации, а чем можно пренебречь

На какие вопросы ответит PRD?

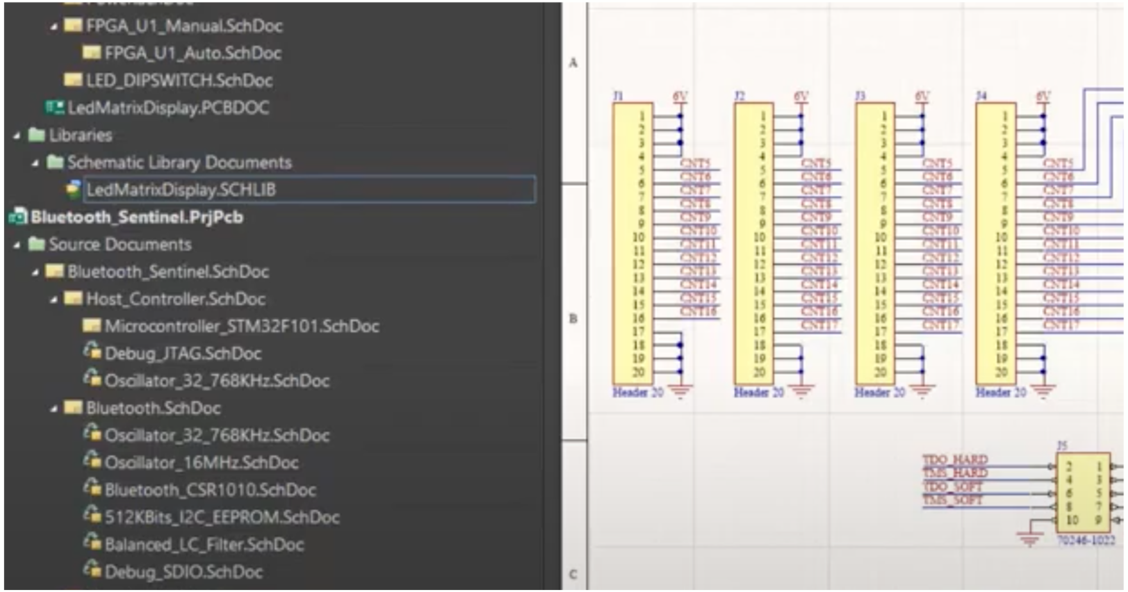
- Зачем нужны порты у устройства
- Какой самый высоконагруженный сценарий?
- Какая периферия будет поддерживаться?
- Как будет работать камера?

Важные артефакты

- Требования к ПО
- Требования к материалам
- BOM (Компонентная база)

Виды BOM

- EBOM
- MBOM
- MEBOM
- SBOM



Техническая спецификация — Datasheet

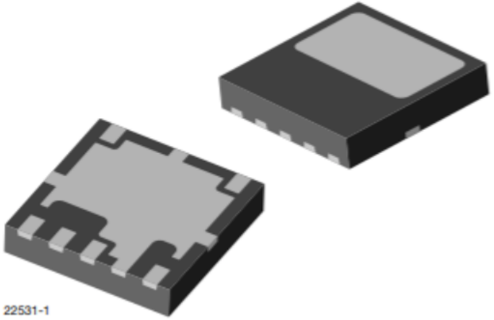
VISHAY.

www.vishay.com

TSMP97000

Vishay Semiconductors

IR Receiver Modules for Remote Control Systems



22531-1

FEATURES

- Photo detector and preamplifier in one package
- AC coupled response from 20 kHz to 60 kHz, all data formats
- Height of 0.8 mm
- ± 75° half angle sensitivity
- Low supply current
- Low supply voltage: 2.0 V to 3.6 V
- Insensitive to supply voltage ripple and noise
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912

Pb Pb-free

e4

RoHS COMPLIANT

HALOGEN FREE

GREEN (5-2008)

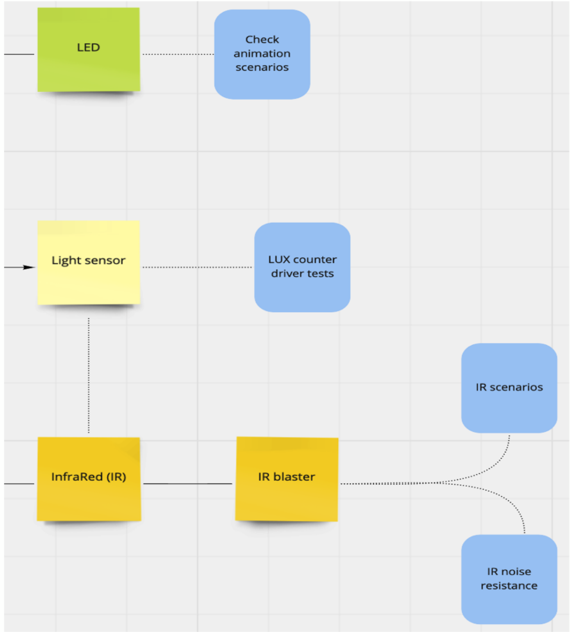
DESIGN SUPPORT TOOLS click logo to get started

3D Models Available

DESCRIPTION

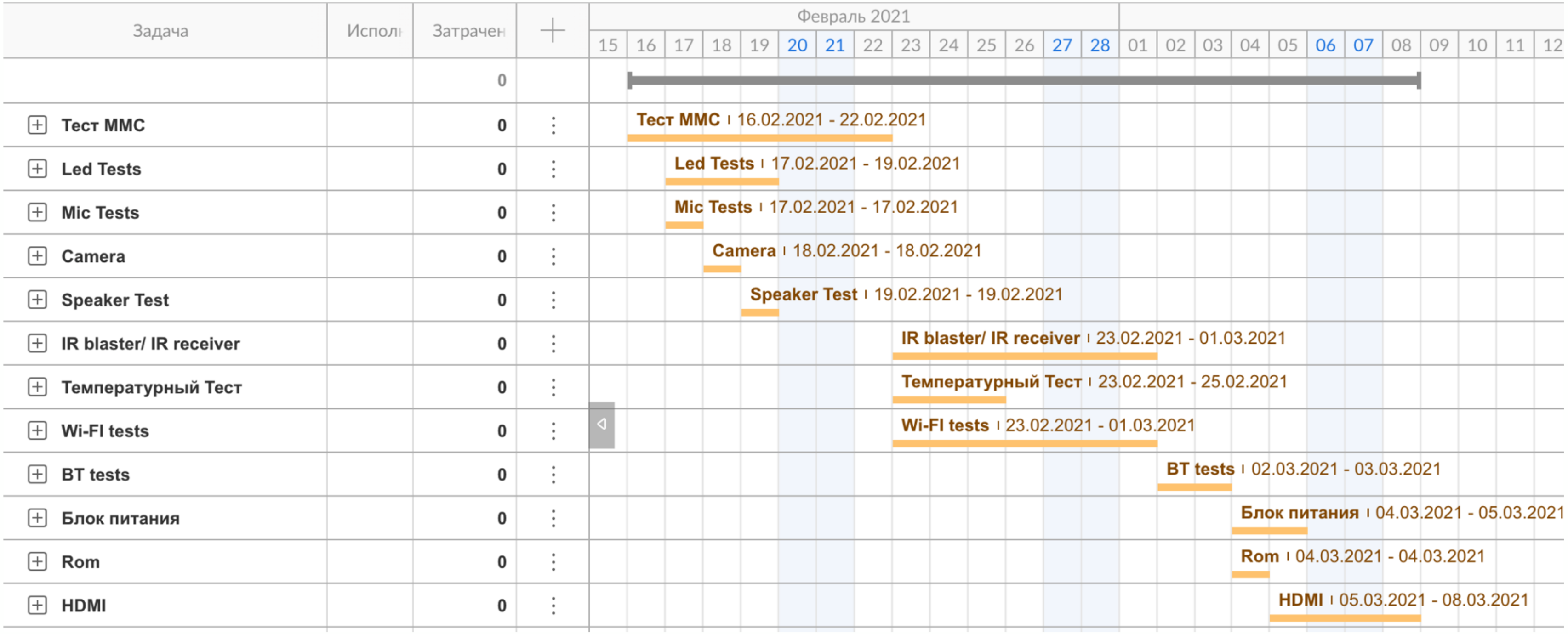
The TSMP97000 is a miniaturized sensor for receiving the modulated signal of infrared remote control systems. A PIN diode and preamplifier are assembled in a thin SMD package, the window in front of the photodiode is designed

Интеллектуальная карта связей (mind map) — это удобно



- Тестирование Type-C
- Температурный тест
- Распознавание DEVICE_NAME
- Проверка функций HDMI-CEC
- Проверка работы динамика, вывод звука через колонку девайса и колонки ТВ, управления громкостью.
- Проверка поддержки различных аудио и видео кодеков и контейнеров
- Проверка поддержки HDCP decryption
- Проверка поддержки DRM Widevine Level 1
- Проверка отключения световой индикации "Камеры и микрофона" и "Анимации работы" через настройки UI
- Проверка корректного отображения экрана загрузки во время FR на разных ТВ
- Проверка воспроизведения DD
- Проверка night mode
- Проверка скачивание OTA с\без приватного ключа /data/staros/backend_key'
- Отключены логи Dmesg и uboot в user сборках
- Настройки HDMI mode
- Настройки Color Space
- Наличие adb на debug сборке
- Микрофоны
- Камера
- Видео. Wi-Fi. 4K / UltraHD. AVC / HEVC. 2.4Ghz.
- Видео. Wi-FI. 4K / UltraHD. AVC / HEVC. 5Ghz.

Схема ганта — сроки важны



Качественные метрики и инструменты

IDLE (Default state+Camera on)	
Total bandwidth: 5354032 KB/s, usage: 43.26%	
ch:0 port: 1: 1589429 KB/s	ARM-ADDR-E
ch:1 port: 2: 1128111 KB/s	MALI
ch:2 port: 1000: 338992 KB/s	MIPI ISP
ch:3 port: 210000: 489084 KB/s	VPU READ1

IDLE (Uroc off +Camera on)	
Total bandwidth: 5432498 KB/s, usage: 43.89%	
ch:0 port: 1: 1931192 KB/s	ARM-ADDR-E
ch:1 port: 2: 1067882 KB/s	MALI
ch:2 port: 1000: 307729 KB/s	MIPI ISP
ch:3 port: 10000: 489067 KB/s	VPU READ1

IDLE (Uroc+spoter off, Camera on)	
Total bandwidth: 5362472 KB/s, usage: 43.33%	
ch:0 port: 1: 1492862 KB/s	ARM-ADDR-E
ch:1 port: 2: 1203760 KB/s	MALI
ch:2 port: 1000: 367537 KB/s	MIPI ISP
ch:3 port: 10000: 489111 KB/s	VPU READ1

IDLE (Uroc+spoter+CV service off, Camera on)	
Total bandwidth: 2179995 KB/s, usage: 17.61%	
ch:0 port: 1: 789839 KB/s	ARM-ADDR-E
ch:1 port: 2: 906139 KB/s	MALI
ch:2 port: 1000: 0 KB/s	MIPI ISP
ch:3 port: 10000: 483458 KB/s	VPU READ1

Normal Mode
1.73.8 64 bit AOSP/StarOS +AFBC
afbc is on, Telegram active call, dimensions=1280x720 h265HW (Self view)
Temp CPU 25 min active call - 63

2021-07-26 19:45:38.009 VERB last chunk performance stats
Profiling of far field mic
sound duration: 10.016
file io: cpu: 0.060118% wall: 0.0803202%
listeners: cpu: 0.167589% wall: 0.217864%
raw listeners: cpu: 0.0394531% wall: 0.0603392%
write back: cpu: 0.191018% wall: 0.232487%
uroc: cpu: 40.2752% wall: 49.747%
total: cpu: 40.5847% wall: 50.1631%

Тест No1: Использование memset	Original Thermo pad+ Heat pipe SW version:SBERBANK	HW StarGate Ver: MP SW version:SBERBANK
min speed	420 Mb/s	966 Mb/s
avg speed	1,99 Gb/s	4,88 Gb/s
max speed	7,9 GB/s	8,25 GB/s
Тест No2: Использование memcpy		
min speed	678 Mb/s	670 Mb/s
avg speed	2,6 GB/s	2,36 GB/s
max speed	3,56 GB/s	4,36 GB/s
Тест No3: Чтение и запись		
min speed	1,29 GB/s	2,52 GB/s
avg speed	2,5 GB/s	3,29 GB/s
max speed	3,4 Gb/s	3,48 Gb/s

Профилирование оперативной памяти

```
cat /sys/class/aml_ddr/name_of_ports
```

часть списка из доступных портов

```
CPU
GPU
HDCP
HEVC
MIPI ISP
```

```
echo ch_number:port_id> > /sys/class/aml_ddr/port
```

Подписываемся на мониторинг порта

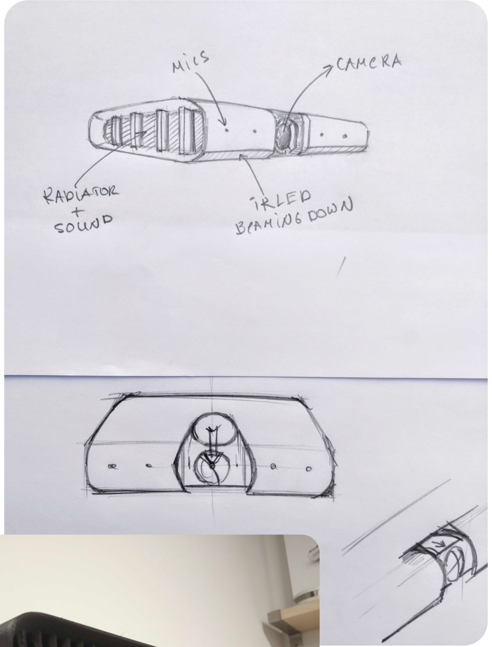
```
# echo 0:0 > /sys/class/aml_ddr/port
# echo 1:1 > /sys/class/aml_ddr/port
# echo 2:8 > /sys/class/aml_ddr/port
# echo 3:16 > /sys/class/aml_ddr/port
# echo 1 > /sys/class/aml_ddr/mode
```

```
cat sys/class/aml_ddr/bandwidhth
```

Proof Of Concept: Design

— Внешний вид устройства, уникальные особенности

— QA исходя из дизайна может заранее предположить с какими проблемами предстоит столкнуться. И на что необходимо обратить пристальное внимание



Proof Of Concept: Design

Earthsea 29.07.2021 в 15:06

> На задней части девайса расположены DC-Jack, HDMI и USB Type-C порты.

Эта штука явно устанавливается над (или под) телевизором. И если он висит очень близко к стене, то торчащие сзади разъемы не дадут ее установить. То есть или приставку эту надо выдвигать вперед, или кронштейн нужен такой, который выносит на приличное расстояние от стены сам телевизор. Или телевизор должен стоять на тумбе.

0 Ответить

dkasyanov 29.07.2021 в 15:15

Или использовать кабели с угловыми разъемами или переходники.

0 Ответить

The_HardWare_guy 29.07.2021 в 16:22

Крепление девайса спроектировано так, чтобы он частично выступал вперед за плоскость экрана, поэтому HDMI кабель поставляемый в комплекте вполне может быть подключен. Мы проводили тест в котором суммарная толщина телевизора + толщина крепежа к стене 7-8 см все еще позволяют установить устройство сверху.

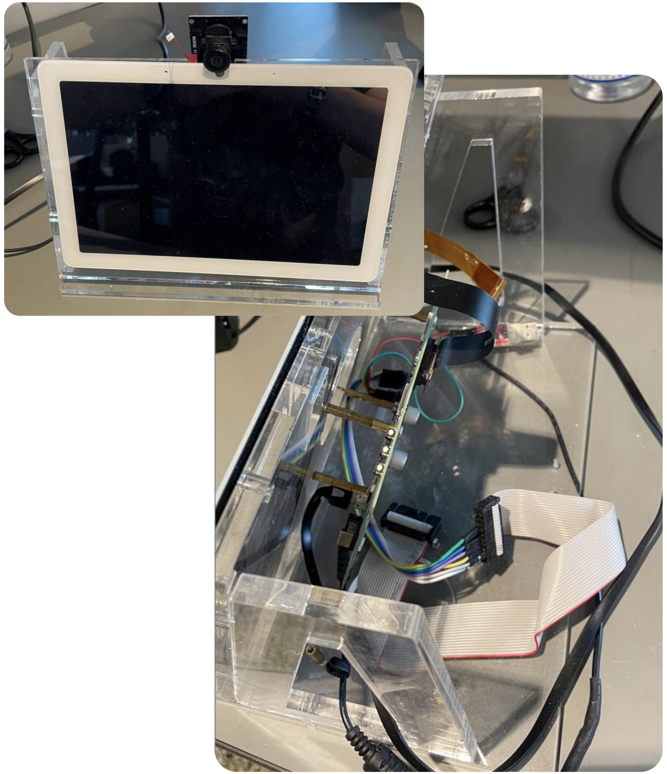
+4 Ответить

Чек лист Proof of Concept

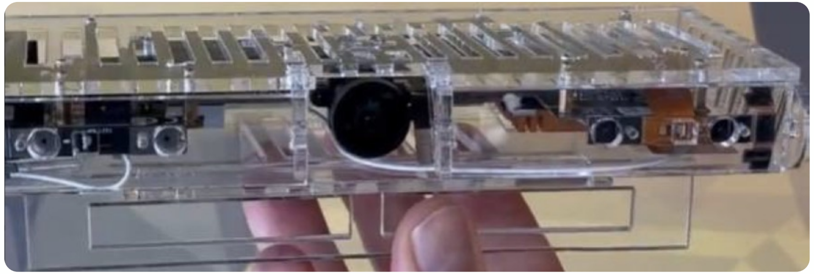
- **База компонентов**
- **Спецификации**
- **Карта тестового покрытия**
- **Набор метрик по оценке качества**
- **Схема Ганта**
- **Список ожидаемых проблем**

Первый инженерный прототип

- Проверка модулей и компонентов
- Проводится ранний инжиниринг устройства
- Разработчики изучают открытый исходный код, в случае если его нет или большая часть bin
- Создавайте много прототипов; повторяйте так быстро, как только сможете

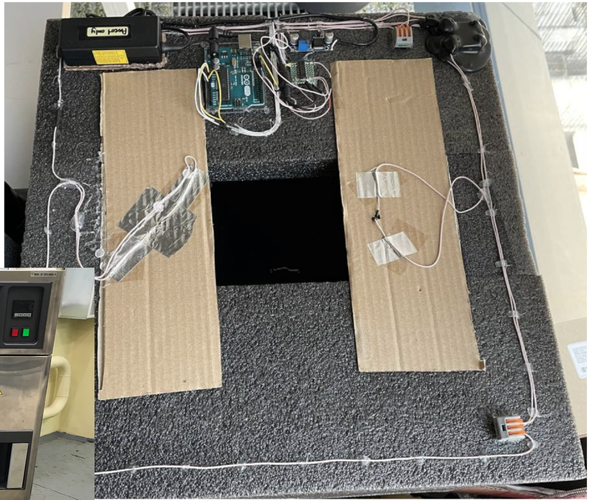


Первый инженерный прототип: тестирование

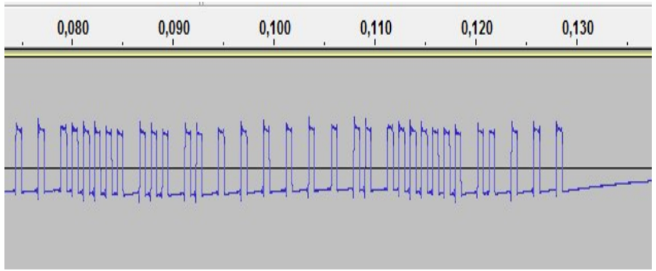


Первый инженерный прототип: потребность спец. инструмента

- Появляется потребность в камерах для тестирования радио части и камерах для термо-испытаний
- Заказ промышленных образцов

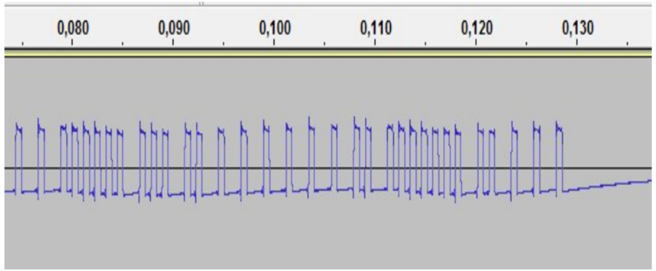


Тестирование IR, поиск инструмента

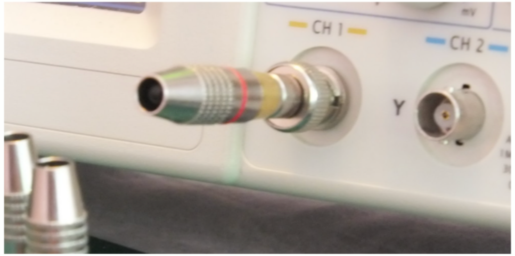


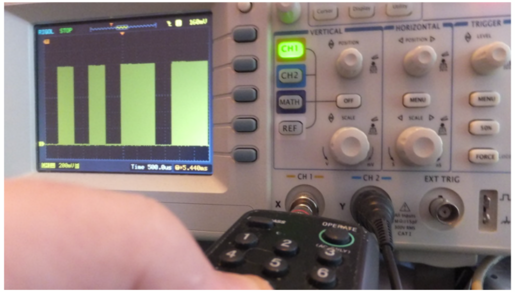
Первый образец

Тестирование IR, поиск инструмента



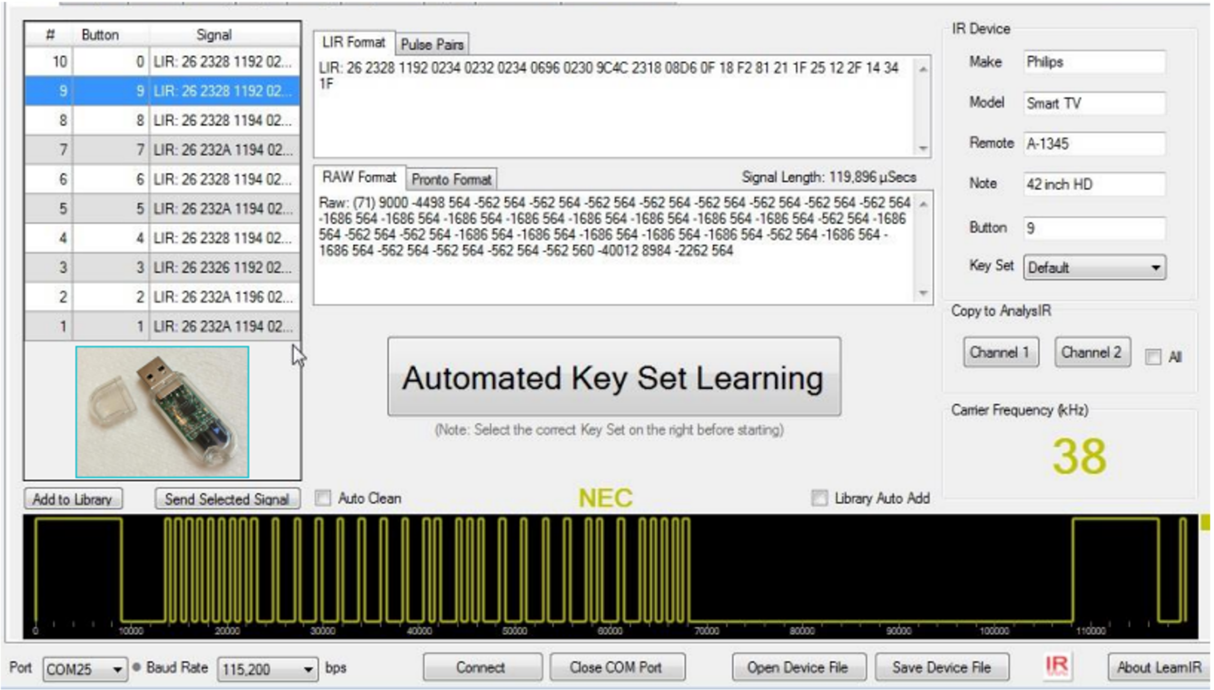
Первый образец





Второй образец

IR анализатор



Тестирование HDMI: в поисках инструмента

HDMI спецификации

Видео Формат	Частота обновления (HZ)	Color bit	Brand 1	Brand 2	Brand 1
Full HD 1920x1080	30	12	OK	OK	OK
	60	8	OK	OK	OK
2k 2560x1440	30	12	OK	OK	OK
	60	8	OK	OK	OK
4K 3840x2160	30	12	OK	OK	OK
	60	8	**Fail Пропадает изображение**	**Fail Пропадает изображение**	OK

Формат цветов	Brand 1	Brand 2	Brand 3
4K 3840x2160 ycbcr420 *60hz*	fail	fail	ok

Функции	Brand 1	Brand 2	Brand 1
CEC	OK	OK	OK
HDCP 2.2	OK	OK	OK
ARC	OK	OK	OK

SBER DEVICES

HDMI Анализатор

Чек-лист первого прототипа

- Пройдены Hardware тесты
- Формируется потребность закупки и разработки специализированного оборудования
- Отсеиваются прототипы которые не проходят по продуктовым требованиям: активное охлаждение, некорректное расположение Wi-Fi антенн, очень горячие компоненты (оперативная память, процессор)

Этап EVT — Engineering validation test

Задачи этапа EVT:

— Тестирование внутренних компонентов устройства: Wi-Fi, Bluetooth, SOC, ROM/RAM, питание и др.

— Микрофонные тесты

— Бенчмарки

— Ageing тестирование

— Расположение устройства (его крепления)

EVT: Тестирование в корпусе

Обращаем внимание на все детали:

- Диоды
- IR
- Camera
- Разъемы
- Кнопки
- Механизмы

Проблемы с которыми можно столкнуться:

- Диоды светят не туда
- Часть корпуса перекрывает угол камеры
- Механизм открытия/закрытия заедает
- Тестирование кабелей питания, адаптеров, кабелей HDMI

EVT — нет продуктовой реализации

Тесты компонентов:

- Wi-Fi
- CPU
- GPU
- ISP
- ROM/RAM
- Power consumption
- CTS

Ram
Запускаем каждый тест Ram Benchmark , фиксируем результат.
Запускаем каждый тест A1 SD Bench, фиксируем результат. RAM/MMC
Запускаем каждый тест Tinymembench, фиксируем результат.
MMC
Запускаем каждый тест PCMark , фиксируем результат.
Запускаем каждый тест androbenchapp, фиксируем результат.
Запускаем каждый тест A1 SD Bench, фиксируем результат. RAM/MMC
CPU
Запускаем каждый тест Geekbench , фиксируем результат.
Запускаем каждый тест Linpack, фиксируем результат.
GPU
Запускаем каждый тест 3Dmark , фиксируем результат.
Запускаем каждый тест Antutu3D, фиксируем результат.

EVT — Запуск бенчмарков

выравнивание состояния устройств

- **Температура**
- **Процессы**
- **Нагрузка на ram/rom**

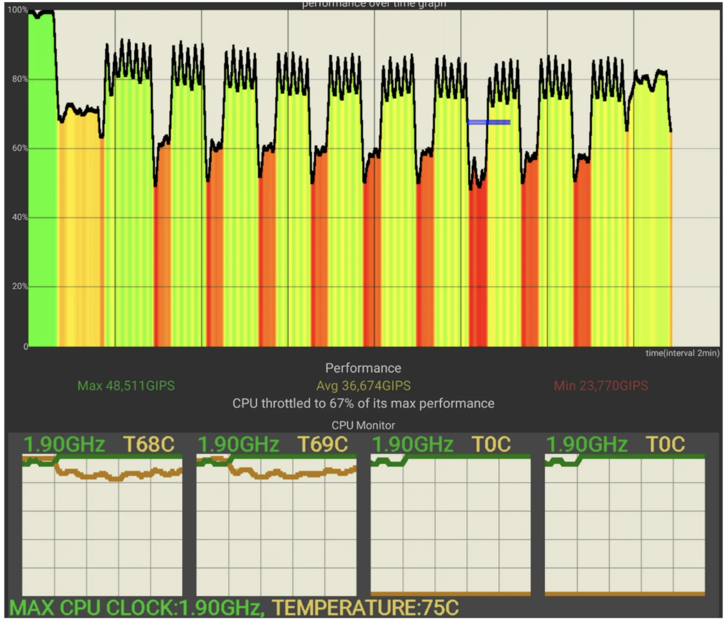
	Hynix NRNME	Micron	Micron FW AOSP	Hynix FW	Hynix AOSP
Memory bandwidth tests					
C copy backwards	3434.3 MB/s	2436.5 MB/s	2627.7 MB/s	2442.3 MB/s	2622.1 MB/s
C copy backwards (32 byte blocks)	3345.7 MB/s	2466.2 MB/s	2628.2 MB/s	2849.5 MB/s	2622.5 MB/S
C copy backwards (64 byte blocks)	3355.7 MB/s	2405.6 MB/s	2627.9 MB/s	2421.7 MB/S	2624.1 MB/s
C copy	3449.5 MB/s	2420.7 MB/S	2628.2 MB/s	2395.1 MB/s	2622.8 MB/S
C copy prefetched (32 bytes step)	3349.3 MB/s	2431.1 MB/s	2610.5 MB/s	2378.2 MB/S	2782.4 MB/s
C copy prefetched (64 bytes step)	3474.7 MB/s	2449.6 MB/s	2626.5 MB/s	2399.8 MB/s	2621.9 MB/s
C 2-pass copy	1676.2 MB/s	2106.4 MB/s	2302.5 MB/s	1732.6 MB/s	2280.6 MB/
C 2-pass copy prefetched (32 bytes step)	1766.7 MB/s	2229.3 MB/s	2402.2 MB/s	2050.9 MB/s	2386.6 MB/S
C 2-pass copy prefetched (64 bytes step)	1846.3 MB/s	2233.8 MB/s	2402.8 MB/s	2040.5 MB/s	2385.2 MB/s
C fill	5475.8 MB/s	5034.2 MB/s	5266.2 MB/s	5003.7 MB/S	5263.0 MB/s
C fill (shuffle within 16 byte blocks)	5224.3 MB/s	5039.3 MB/s	5268.8 MB/s	5020.1 MB/s	6263.3 MB/s
C fill (shuffle within 32 byte blocks)	4926.6 MB/s	5022.3 MB/s	5266.6 MB/s	5019.3 MB/S	5260.0 MB/s
C fill (shuffle within 64 byte blocks)	5073.9 MB/S	5043.3 MB/s	5267.9 MB/s	5014.4 MB/s	5260.2 MB/s
standard memcpy	3436.0 MB/s	2449.1 MB/s	2628.2 MB/s	2390.2 MB/s	2624.0 MB/s
standard memset	5666.2 MB/s	5055.4 MB/s	5270.0 MB/s	5007.6 MB/s	5263.1 MB/s
NEON read	7020.4 MB/s	4750.8 MB/s	5166.6 MB/s	5701.4 MB/s	5156.3 MB/s
NEON read prefetched (32 bytes step)	6905.0 MB/s	4663.3 MB/s	5095.1 MB/s	4558.6 MB/s	5088.2 MB/S
NEON read prefetched (64 bytes step)	7058.2 MB/s	4700.5 MB/s	5165.4 MB/s	4744.8 MB/s	5155.4 MB/S
NEON read 2 data streams	6361.4 MB/s	5073.0 MB/s	5170.0 MB/s	4671.3 MB/S	5744.9 MB/s
NEON read 2 data streams prefetched (32 bytes step)	6094.8 MB/s	4580.8 MB/s	4895.6 MB/s	4349.4 MB/s	4931.1 MB/s
NEON read 2 data streams prefetched (64 bytes step)	6078.4 MB/s	5098.1 MB/s	5156.9 MB/s	4932.3 MB/S	5159.1 MB/s
NEON copy	3329.9 MB/s	2448.0 MB/s	2628.8 MB/s	2400.6 MB/s	2623.8 MB/s
NEON copy prefetched (32 bytes step)	3307.2 MB/s	2432.4 MB/s (	2624.9 MB/s	2440.3 MB/s	2620.2 MB/s

EVT: stress тесты, замер потребления и температуры

Синтетика + E2E сценарии

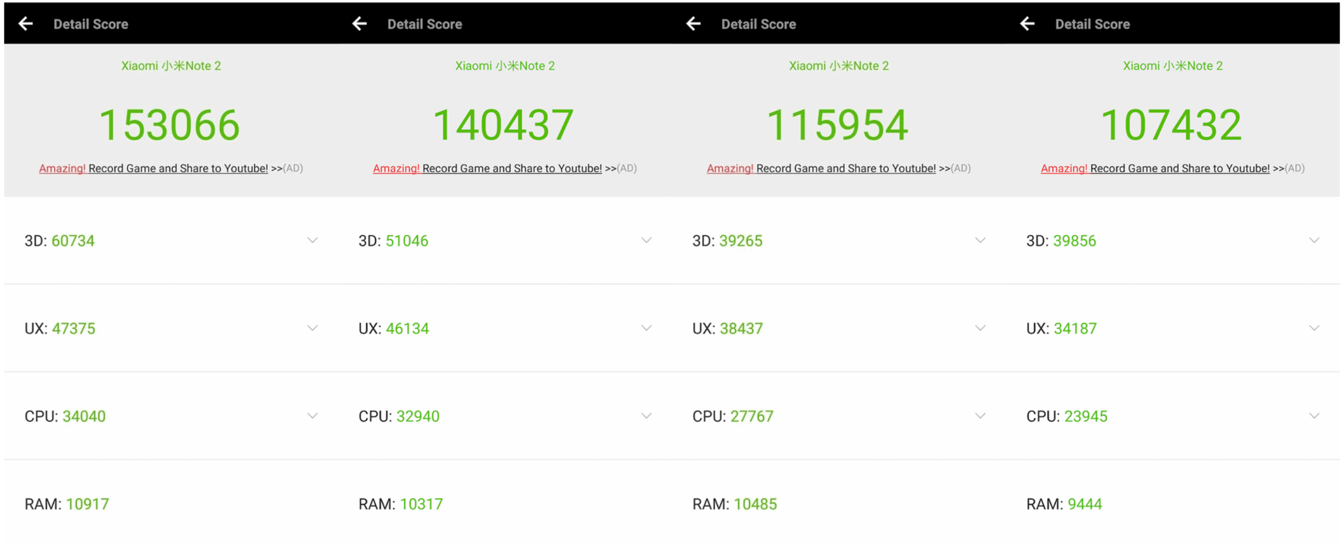
```
stress-ng: info:  [19283] dispatching hogs: 16 cpu
stress-ng: info:  [19283] successful run completed in 60.01s (1 min, 0.01 secs)
stress-ng: info:  [19283] stressor       bogo ops real time  usr time  sys time   bogo ops/s   bogo ops/s
stress-ng: info:  [19283]                           (secs)    (secs)    (secs)   (real time) (usr+sys time)
stress-ng: info:  [19283] cpu               90675     60.00    956.53      0.13      1511.14        94.78
```

EVT: Троттлинг процессора



EVT: TripPoint

Снижение баллов с каждым проходом бенчмарка (подряд) является следствием троттлинга



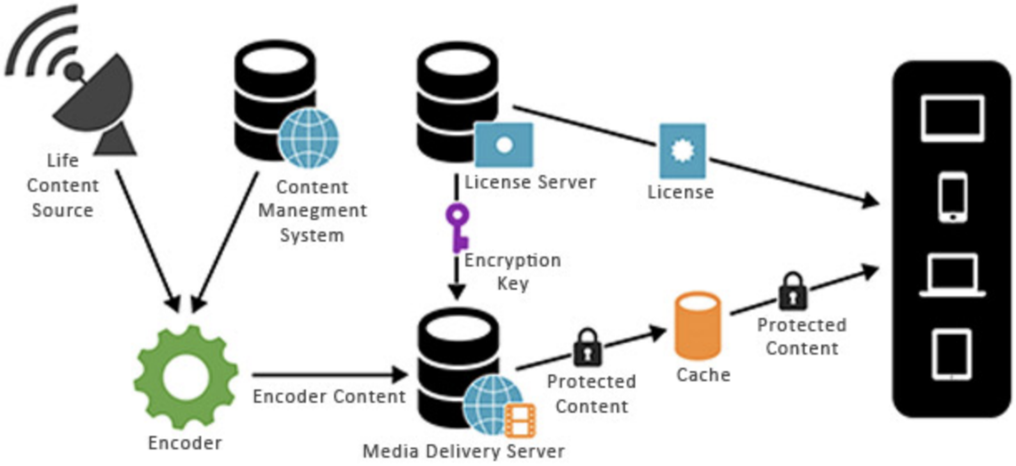
EVT: Измерение температуры программными средствами

```
adb shell cat sys/class/thermal/[name of thermal zone]/temp
```

1. **mtktswmt** Температурная зона wi-fi чипа
2. **mtktscpu** температурная зона процессора
3. **mtktsbattery** температурная зона аккумулятора

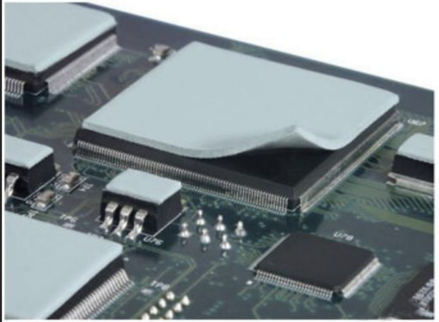
EVT: Измерение температуры аппаратными средставми

Digital Rights Management (DRM)
— технические средства защиты авторских прав

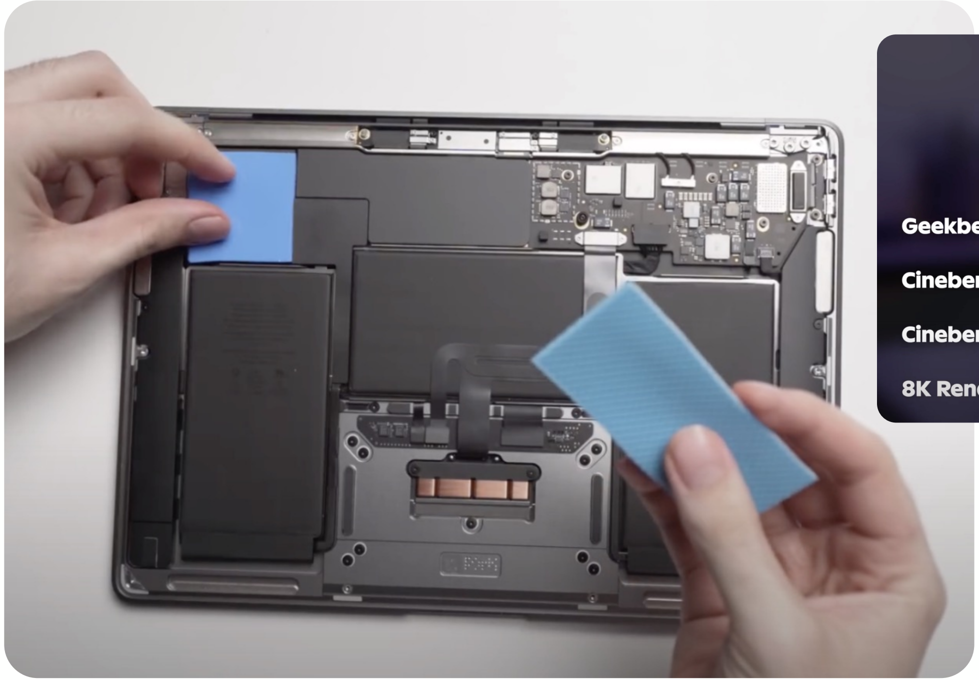


Влияние технологии защиты от взлома

EVT: Термопрокладки



M1 Air with Thermal Pad Mod



Benchmarks

	Stock	Modded	% Change
Geekbench	N/A	N/A	N/A
Cinebench (Multi)	6612	7723	+ 15%
Cinebench (Single)	1495	1519	+1.5%
8K Render (Resolve)	36:13	26:42	+31%

Сравнение

	Теплопроводность
Термопаста КПТ-8	6,5 Вт/мК
Термопаста Arctic MX-2	5,6 Вт/мК
Термопрокладка Arctic Thermal Pad 0.5mm	6,0 Вт/мК
Прокладка с Aliexpress	1,2 Вт/мК

Compatibility Test Suite и выбор кодеков

android compatibility program

Summary	
Suite / Plan	CTS / cts
Suite / Build	9.0_r11 / 6219509
Host Info	[redacted])
Start time / End Time	Mon May 24 12:40:23 MSK 2021 / Mon May 24 16:34:24 MSK 2021
Tests Passed	2033
Tests Failed	0
Modules Done	0
Modules Total	1
Fingerprint	SberDevices/satellite/[redacted]
Security Patch	[redacted]
Release (SDK)	9 (28)
ABIs	armeabi-v7a,armeabi

Module	Passed	Failed	Total Tests	Done
armeabi-v7a CtsMediaTestCases	2033	0	2063	false

Ageing тесты MMC

Наш Ageing тест задействует контролер MMC для считывания старения:

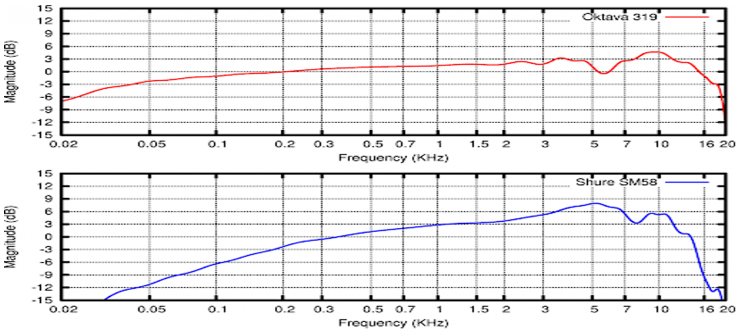
- Реализация dd -> https://en.wikipedia.org/wiki/Dd_(Unix)

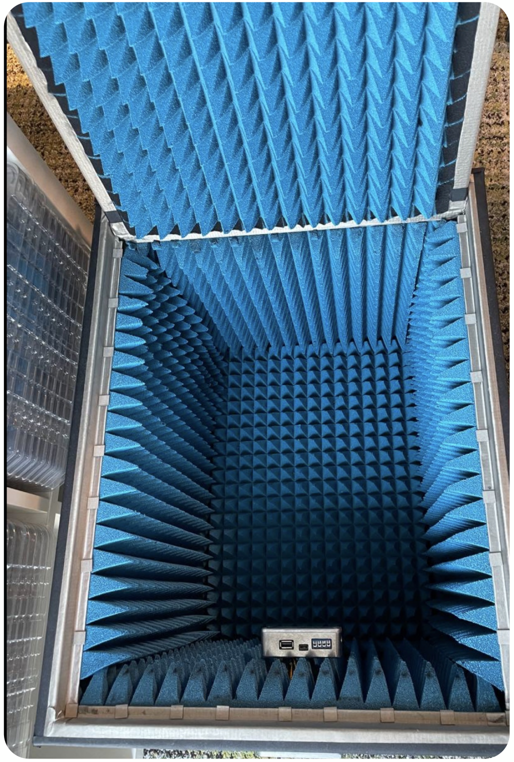
На что обратить внимание:

- Количество циклов до старения
- Скорость работы
- Изменение объёма

EVT: Тестирование микрофонов

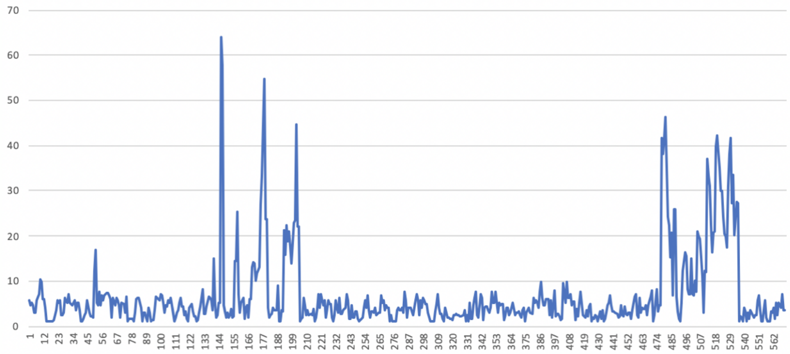
- Количество работающих микрофонов
- Чувствительность
- Шумы при работе, длительные тесты
- Качество снимаемого звука



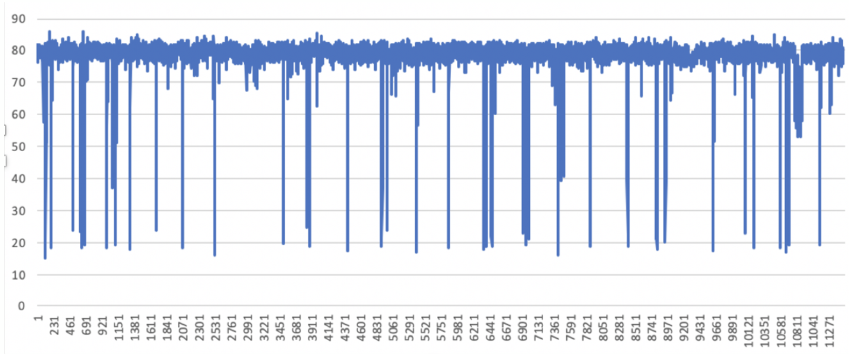


SBER DEVICES

Wi-Fi issues



70
60
50
40
30
20
10
0
1 12 23 34 45 56 67 78 89 100 111 122 133 144 155 166 177 188 199 210 221 232 243 254 265 276 287 298 309 320 331 342 353 364 375 386 397 408 419 430 441 452 463 474 485 496 507 518 529 540 551 562



90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1 231 461 691 921 1151 1381 1611 1841 2071 2301 2531 2761 2991 3221 3451 3681 3911 4141 4371 4601 4831 5061 5291 5521 5751 5981 6211 6441 6671 6901 7131 7361 7591 7821 8051 8281 8511 8741 8971 9201 9431 9661 9891 10121 10351 10581 10811 11041 11271

DVT — тестирование девайса в «красивом» виде

Цели DVT этапа:

- Тестирование интерфейсов взаимодействия с пользователем: компоненты ввода, индикации (кнопки, экраны, пульты, диоды, крышки камеры)
- Тестирование LED
- Появляется реализация того, что проверяли на костылях
- Приватность пользователя
- Проверяем, что все Hardware issues исправлены: температура, производительность, эйджинг тесты

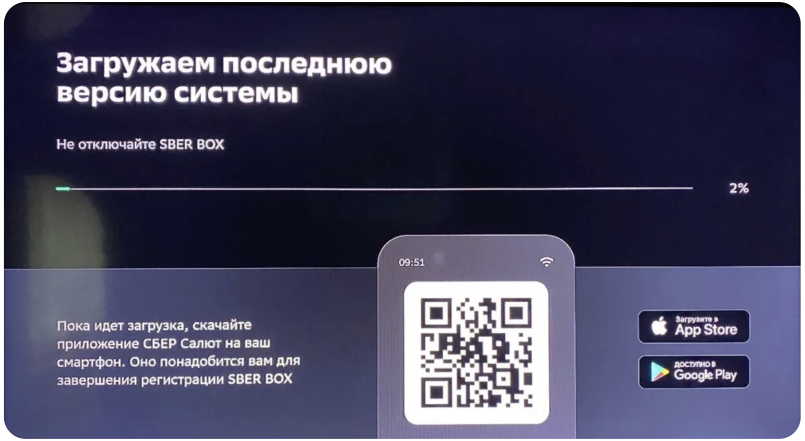
PVT — последний этап перед массовым производством

- Тестирование на этапе PVT — всё должно работать идеально
- Подготовка тестовой документации для фабрики — проверка HW/DRM
- Подготовка фабрики к производству
- QC
- Роль фабричной прошивки в запуске устройства

SBER DEVICES

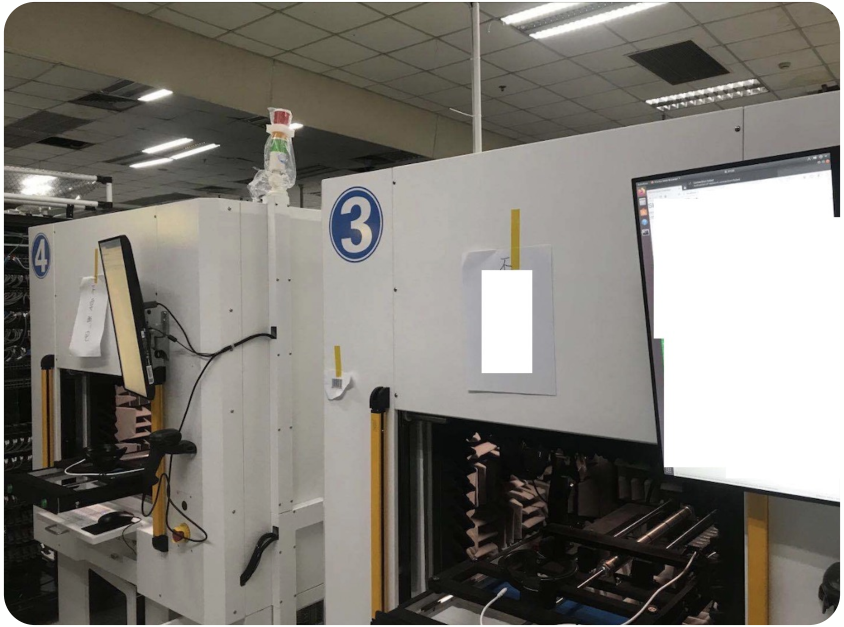
PVT — роль фабричной прошивки в запуске устройства

- **Тестирование обновления**
- **Восстановление заводских настроек**
- **Потеря wi-fi соединения**
- **Отключение питания**
- **Пользовательские сценарии**
- **Работа с бекендом**



Ручное тестирование после поверхностного монтажа

Авто тестирование после поверхностного монтажа



MP — Mass Production

- Первое OTA обновление
- Метрики
- Тестирование нового функционала
- Поддержка устройства

Спасибо за внимание!

SBER DEVICES

Q&A + Контакты

Роман Курочкин

Олег Ломанов