



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический университет»
РТУ МИРЭА

Институт информационных технологий (ИИТ)
Кафедра математического обеспечения и стандартизации информационных технологий (МОСИТ)

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине «Архитектура операционных систем мобильных устройств»

Тема курсовой работы: «Сборка прошивки мобильного устройства на базе Android Open Source Project версии android-10.0.0_r17»

Студент группы ИКБО-68-23 Зуев Дмитрий Андреевич


(подпись)

Руководитель
курсовой работы

ст. преподаватель Воронцов Ю.А.


(подпись)

Работа представлена к защите «24» 12 2024 г.

Допущен к защите «24» 12 2024 г.




Москва 2024 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический университет»
РТУ МИРЭА

Институт информационных технологий (ИИТ)
Кафедра математического обеспечения и стандартизации информационных технологий (МОСИТ)

Утверждаю
И.О. Заведующего кафедрой МОСИТ

Головин С.А.
«16» сентября 2024 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение курсовой работы

по дисциплине «Архитектура операционных систем мобильных устройств»

Студент Зуев Дмитрий Андреевич

Группа ИКБО-68-23

Тема «Сборка прошивки мобильного устройства на базе Android Open Source Project версии android-10.0.0_r17»

Исходные данные: выбранная студентом версия операционной системы Android.

Перечень вопросов, подлежащих разработке, и обязательного графического материала:


Структура Android Open Source Project (AOSP) и особенности его конкретной версии (описание основных разделов AOSP, GSI-образа системы, особенностей выбранной версии AOSP, включая функциональные изменения, изменения безопасности и основные параметры сборки)

Анализ аппаратных характеристик целевого оборудования (определение таблицы разделов файловой системы устройства и установленной версии ОС, описание разделов, подвергаемых изменениям при разработке, выявление приложений, необходимых для установки в собираемый образ Android)

Сборка и модификация GSI-образа Android на базе исходного образа (изменение GSI-образа Android путем добавления всех выявленных изменений и приложений, установка и тестирование собранного образа на устройстве)

Срок представления к защите курсовой работы:

Задание на курсовую работу выдал


Подпись руководителя

до «15» декабря 2024 г.

Воронцов Ю.А.

(ФИО руководителя)


«16» сентября 2024 г.

Зуев Д.А.

(ФИО обучающегося)

«16» сентября 2024 г.

Задание на курсовую работу получил


Подпись обучающегося

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 1 |
| Задачи курсовой работы | 1 |
| ЧАСТЬ 1 | 2 |
| Раздел /boot..... | 2 |
| Раздел /data..... | 2 |
| Раздел /system..... | 2 |
| Раздел /misc..... | 3 |
| Раздел /cache..... | 3 |
| Раздел /recovery..... | 3 |
| Раздел /vendor..... | 4 |
| GSI-образы системы..... | 4 |
| Особенности 10 версии ОС Android..... | 5 |
| ЧАСТЬ 2 | 7 |
| Основные характеристики..... | 7 |
| Дополнительные возможности..... | 8 |
| Доступные разъёмы..... | 9 |
| Поддерживаемые операционные системы..... | 10 |
| Версия Vendor Native Development Kit (VNDK): 26.1.0..... | 11 |
| Отпечаток сборки..... | 11 |
| ЧАСТЬ 3 | 14 |
| ВЫВОДЫ | 32 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ | 33 |

ВВЕДЕНИЕ

Цель: освоить процесс создания операционной системы Android из исходных кодов, определить параметры, необходимые для сборки, которые зависят от характеристик устройства, и установить операционную систему Android на устройство.

Задачи курсовой работы:

1. Провести анализ функциональных задач, которые должно решать разрабатываемое мобильное приложение.
2. Определить набор аппаратных зависимостей и современных библиотек, которые подходят для реализации поставленных задач.
3. Изучить основные способы взаимодействия с аппаратным обеспечением и библиотеками на устройствах с различными конфигурациями ОС Android.
4. Разработать проект приложения, включающий все необходимые конфигурационные файлы и реализацию основных способов взаимодействия из предыдущего пункта задач для устройств с различными конфигурациями ОС Android.
5. Сформировать список требований к аппаратному обеспечению и библиотекам, которые могут потребоваться для реализации функциональных задач, и составить технические требования ОС Android для выполнения этих задач.

ЧАСТЬ 1

В Android изначально присутствует 7 основных разделов: boot, data, system, misc, cache, recovery, vendor.

/boot

Его задача — обеспечить запуск устройства. В этом разделе содержатся ядро и ramdisk. Ядро представляет собой часть программного кода, которая позволяет устройству и его приложениям взаимодействовать с аппаратными компонентами. От качества этого кода зависит эффективность использования возможностей устройства. Удаление этого раздела приведёт к невозможности запуска устройства.

/data

Информация о пользователе, которая хранится в специальном разделе, включает в себя контакты, сообщения, настройки и установленные программы. Если этот раздел будет очищен, устройство вернётся к заводским настройкам, как при первоначальной загрузке или после установки официального или пользовательского программного обеспечения. Этот раздел можно очистить, выполнив функцию «data/factory reset from recovery ».

/system

В этом разделе, помимо ядра и оперативной памяти, хранится вся операционная система Android. В нём находится пользовательский интерфейс и все системные приложения, которые предустановлены на устройстве. Если удалить этот раздел, то Android будет полностью удалён с устройства, но оно всё равно сможет загрузиться. Можно будет установить новую операционную систему, загрузив телефон в режиме восстановления или загрузчика. В этом

разделе также находится исходный код AOSP для системных приложений и библиотек. В обычных условиях он доступен только для чтения, а его компоненты изменяются только во время обновления через OTA или при установке новой операционной системы.

/misc

В этом разделе находятся системные параметры, которые можно активировать или деактивировать. Сюда входят: CID (идентификатор носителя или региона), параметры USB и специфические аппаратные настройки. Этот раздел крайне важен, и если он повреждён или отсутствует, некоторые функции устройства могут работать некорректно. Этот раздел используется системой восстановления для связи с загрузчиком и сохранения информации о его работе на случай перезагрузки устройства. В то же время здесь применяется пакет OTA. Этот параметр загрузки переключает режимы и передаёт данные между этапами запуска устройства.

/cache

В этом хранилище Android сохраняет часто используемые данные и компоненты приложений. Очистка кэша не влияет на данные — она просто удаляет уже имеющиеся файлы, которые автоматически восстанавливаются в процессе работы устройства. Это временное хранилище, используемое несколькими приложениями, где файлы могут быть удалены в любой момент.

/recovery

Этот раздел служит для создания резервных копий данных. Раздел восстановления представляет собой дополнительный загрузочный раздел, который позволяет загружать устройство Android в консоль восстановления для выполнения расширенных операций по восстановлению и обслуживанию. Это также наиболее часто используемый метод для прошивки

пользовательских прошивок.

/vendor

Раздел /vendor в Android содержит закрытый компонент операционной системы и драйверы устройств от производителя, отделенный от раздела /system и включающий специфические для устройства модули и файлы. Он предоставляет драйверы, бинарные файлы и файлы конфигурации, необходимые для работы устройства. Компоненты в разделе /vendor включают драйверы для аппаратных компонентов и проприетарные компоненты, не являющиеся частью открытого исходного кода Android. Они обеспечивают взаимодействие аппаратных и программных компонентов и правильную работу устройства.

GSI-образы системы

GSI-образы — это образы операционной системы, которые были созданы для работы на устройствах с процессором ARM64. Они были сделаны компанией Google, чтобы разработчики могли создавать свои прошивки на основе Android Open Source Project и использовать их на разных устройствах. GSI-образы включают в себя ядро Linux, среду выполнения ART, базовую систему Android и некоторые приложения. Они могут быть использованы для создания своих прошивок или для тестирования новых функций Android. GSI — это стандартный образ системы, который подходит для разных устройств на Android. Он может быть установлен на смартфоны, планшеты и другие устройства. GSI-образ системы создаётся и предоставляется Google. Он не модифицирован производителем устройства или оператором связи. Он предназначен для разработчиков, чтобы они могли тестировать, оптимизировать и адаптировать приложения для разных устройств на Android. GSI-образ системы имеет такие особенности:

- Он совместим с разными устройствами, несмотря на их различия.
- Он всегда использует самую последнюю версию Android.
- Он не модифицирован.

Особенности Android 10

Android 10, также известная как Android Q, была выпущена Google в сентябре 2019 года. Вот некоторые из ключевых особенностей этой версии операционной системы:

Тёмная тема: В Android 10 появилась встроенная тёмная тема, которая позволяет пользователю включить тёмную цветовую схему для всей операционной системы. Это снижает нагрузку на глаза и увеличивает время работы батареи на устройствах с OLED-дисплеями.

Улучшенная конфиденциальность и безопасность: В Android 10 было внесено множество улучшений в области конфиденциальности и безопасности. Например, была внедрена новая система разрешений, которая позволяет пользователям выбирать, когда приложение может получить доступ к их местоположению, камере и другим функциям.

Жестовая навигация: Android 10 предлагает новый способ навигации по устройству с помощью жестов. Вместо традиционных кнопок «домой», «назад» и «последнее приложение» пользователь может использовать жесты свайпа для перемещения между приложениями и экранами.

Фокус на мультимедиа: В Android 10 особое внимание уделяется возможностям мультимедиа. Был добавлен формат изображения AVIF, улучшена поддержка видеоформата HDR10+ и добавлены новые кодеки, такие как Opus, для улучшения качества воспроизведения звука.

Улучшенная система уведомлений: Android 10 предлагает более интуитивный и гибкий способ управления уведомлениями. Пользователи

могут настроить, какие уведомления они хотят видеть, и устанавливать приоритеты для определённых каналов уведомлений.

Более быстрое обновление системы: С Android 10 Google внедрила Project Mainline — новый подход к обновлениям системы. Это позволяет разработчикам обновлять компоненты операционной системы через Google Play Store вместо полного обновления системы.

Улучшенное управление Wi-Fi и IoT: В Android 10 был внесён ряд улучшений в области управления Wi-Fi и интернетом вещей (IoT). Например, была добавлена поддержка WPA3, сокращение времени соединения с точками доступа Wi-Fi и API для взаимодействия с устройствами IoT.

Режим концентрации внимания: Режим концентрации внимания позволяет временно заблокировать выбранные приложения.

Family Link: С помощью этой функции вы можете ограничивать время использования устройства и доступ к определённым приложениям и контенту, а также просматривать историю приложений и следить за местоположением ребёнка.

Быстрый ответ: На устройствах с Android 10 вы можете не только отвечать на сообщения с помощью готовых фраз, но и быстро выполнять рекомендуемые действия.

Усилитель звука: С помощью приложения «Усилитель звука» можно усилить нужные звуки, отфильтровать фоновый шум и отрегулировать настройки для максимально комфортного звучания.

Для версии Android 10.0.0_r17 значение переменной PLATFORM SDK VERSION: равно 29.

Для версии Android 10.0.0_r17 значение переменной PLATFORM SECURITY PATCH: равно 2019-10-06.

Для версии Android 10.0.0_r17 значение переменной BUILD_ID: равно

QQ1A.191205.011.

**Для версии Android 10.0.0_r17 значение переменной PLATFORM MIN
SUPPORTED TARGET SDK VERSION: равно 23.**

ЧАСТЬ 2

Khadas VIM3L представляет собой одноплатный компьютер, оснащённый чипом Amlogic S905D3-N0N system-on-a-chip, который включает в себя четырёхъядерный процессор A55 с тактовой частотой 1,9 ГГц. Эта приставка также оснащена графическим процессором Mali G31 MP2 с частотой 800 МГц и NPU с максимальной частотой 1,2 ГГц. Для вывода видеоданных имеется порт HDMI с функцией eARC, способный обрабатывать разрешение 4K со скоростью 60 кадров в секунду и поддерживать кодировку H.265 и H.264 для видео в формате 1080p с частотой 60 кадров в секунду. Также имеется источник питания USB-C и микроконтроллер onboard STM8S003. Для отслеживания движения используется трёхосевой акселерометр. Khadas VIM3L поддерживает подключение по Bluetooth 5.0, Wi-Fi 802.11ac и Ethernet с возможностью пробуждения по локальной сети. Благодаря сочетанию низкого энергопотребления и высокой вычислительной мощности, Khadas VIM3L идеально подходит для использования в качестве НТРС.

Основные характеристики:

- Bluetooth 5.0
- 2 ГБ LPDDR4/X
- 16 ГБ eMMC
- Разъем M.2
- Гигабитный Ethernet с поддержкой WOL
- Amlogic S905 D3
- 2T2R AC Wi-Fi с функциями RSDB
- USB 3.0(Когда не используется PCI-E)

Дополнительные возможности:

- 12-нм процесс для обеспечения низкой теплопроводности и высокой эффективности
- Источник питания USB-C для работы с тяжёлыми приложениями
- NPU, поддерживающий максимальную частоту 800 МГц при максимальной частоте 1,2 ГГц
- Вывод INT8 до 1536 MAC
- Внутренний кэш L2 (512 КБ) и системный буфер рабочей области (1 МБ)
- Поддержка всех основных фреймворков глубокого обучения, включая TensorFlow и Coffee
- Штабелируемая конструкция
- Программируемый микроконтроллер
- 3 программируемых светодиода (синий, красный и белый)
- XPWR для внешней кнопки питания
- Встроенная вспышка SPI
- Khadas TST
- Khadas KBI
- Кодирование H.264 / H.265
- Поддержка декодирования нескольких видео до 4K при 60 кадрах в секунду + 1 x 1080P при 60 кадрах в секунду
- 40-контактный заголовок GPIO (USB, I2C, I2S, UART, ADC и т. д.)
- 8-канальный I2S для применения в микрофонной решётке (через разъём M.2)
- MIPI-DSI
- MIPI-CSI
- Разработан с использованием чипа GPIO Extender

Доступные разъёмы:

- USB 3.0 / 2.0 (PCI-E ON) (900mA)
- GIGABIT LAN
- HDMI
- USB-C (2.0 & P.D)
- USB 2.0 (500mA)

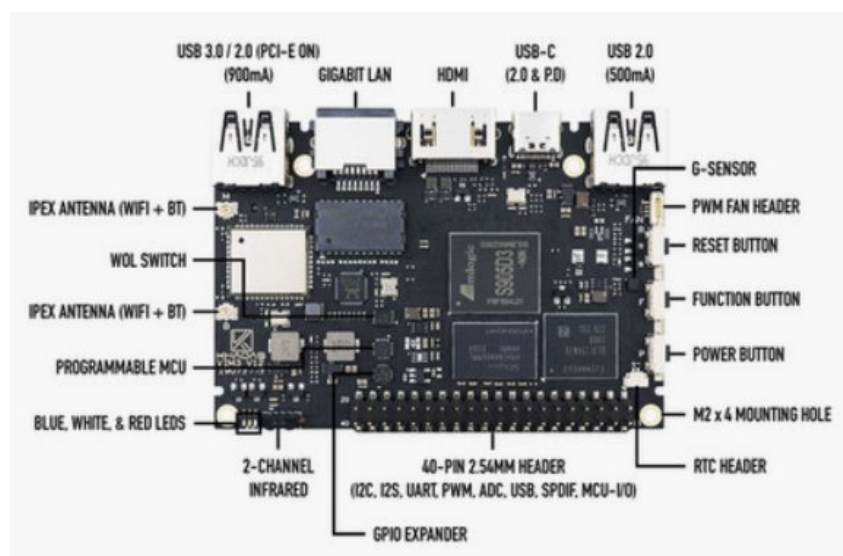


Рисунок 1 – Основные компоненты Khadas VIM3L

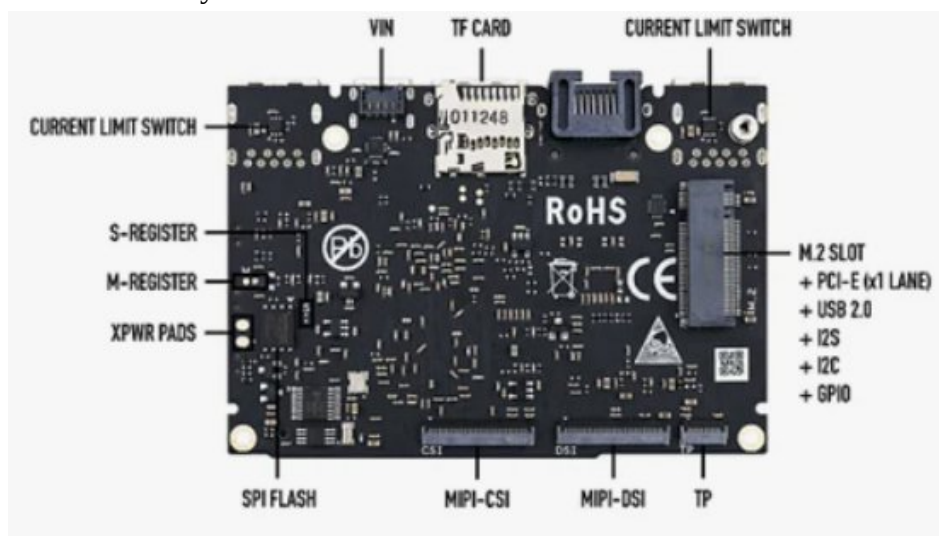


Рисунок 2 – Основные компоненты Khadas VIM3L



Рисунок 3 – Внешний Вид Khadas VIM3L

Управление компьютером может осуществляться с помощью инфракрасного пульта дистанционного управления или мыши с клавиатурой, которые подключаются через USB-порт. Подключение к дисплею осуществляется через разъем HDMI. Подача питания осуществляется через блок питания 12В/2А, который подключается через порт USB-C. VIM3L имеет установленную на плату память eMMC, в которую устанавливается операционная система. Также предусмотрена возможность установки операционной системы на внешнюю память, например, на TF-карту или USB-накопитель.

Поддерживаемые операционные системы: Производитель официально заявляет о поддержке операционных систем Android 9.0, CoreELEC и Ubuntu XFCE 18.04. Остальные операционные системы могут быть самостоятельно собраны с учётом архитектуры устройства.

Версия ОС: Android 9.0

```
[ro.build.version.release]: [9]
```

Рисунок 4 - Версия ОС

Версия ядра: Linux version 4.9.113

```
Linux version 4.9.113 (xiong@server) (gcc version 6.3.1 20170109 (Linaro GCC 6.3-2017.02) ) #1 SMP PREEMPT Tue Jul 25 14:48:45 CST 2023
```

Рисунок 5 – Версия ядра

Версия Vendor Native Development Kit (VNDK): 26.1.0

```
[ro.vendor.vndk.version]: [26.1.0]
```

Рисунок 6 – Версия Vendor Native Development Kit (VNDK)

Отпечаток сборки:

OnePlus/OnePlus6/OnePlus6:8.1.0/OPM1.171019.011/06140300:user/release-keys

```
[ro.build.fingerprint]: [OnePlus/OnePlus6/OnePlus6:8.1.0/OPM1.171019.011/06140300:user/release-keys]
```

Рисунок 7 - Отпечаток сборки

Определить основные разделы ОС: /system, /boot, /vendor, /misc, /data, /cache, /recovery

```
boot      cri_data env      loop1 loop4 loop7      mmcblk0      mmcblk0rpmb platform reserved tee      vold
bootloader data      logo    loop2 loop5 metadata mmcblk0boot0 odm      product rsv      vbmeta zram0
cache     dtbo     loop0 loop3 loop6 misc      mmcblk0boot1 param      recovery system vendor
```

Рисунок 8 - Разделы ОС

Размер раздела /system: 202 165 4528 Байт

```
kvim31:/ # dd if=/dev/block/system of=/mnt/media_rw/CA98-ECF0/system.img
3948544+0 records in
3948544+0 records out
2021654528 bytes transferred in 454.182 secs (4451199 bytes/sec)
```

Рисунок 9 – Размер раздела /system

Размер раздела /vendor: 520 093 696 Байт

```
kvim31:/ # dd if=/dev/block/vendor of=/mnt/media_rw/CA98-ECF0/vendor.img
1015808+0 records in
1015808+0 records out
520093696 bytes transferred in 103.245 secs (5037471 bytes/sec)
```

Рисунок 10 – Размер раздела /vendor

Размер раздела /boot: 167 772 16 Байт

```
kvim31:/ # dd if=/dev/block/boot of=/mnt/media_rw/CA98-ECF0/boot.img
32768+0 records in
32768+0 records out
16777216 bytes transferred in 0.384 secs (43690666 bytes/sec)
```

Рисунок 11 – Размер раздела /boot

Размер раздела /cache: 117 440 5120 Байт

```
kvim31:/ # dd if=/dev/block/cache of=/mnt/media_rw/CA98-ECF0/cache.img  
2293760+0 records in  
2293760+0 records out  
1174405120 bytes transferred in 392.990 secs (2988384 bytes/sec)
```

Рисунок 12 – Размер раздела /cache

Размер раздела /misc: 838 86 08 Байт

```
kvim31:/ # dd if=/dev/block/misc of=/mnt/media_rw/CA98-ECF0/misc.img  
16384+0 records in  
16384+0 records out  
8388608 bytes transferred in 0.205 secs (40920039 bytes/sec)
```

Рисунок 13 – Размер раздела /misc

Размер раздела /recovery: 251 658 24 Байт

```
kvim31:/ # dd if=/dev/block/recovery of=/mnt/media_rw/CA98-ECF0/recovery.img  
49152+0 records in  
49152+0 records out  
25165824 bytes transferred in 0.569 secs (44228161 bytes/sec)
```

Рисунок 14 – Размер раздела /recovery

Размер раздела /data: 429 496 7295 Байт

```
kvim31:/ # dd if=/dev/block/data of=/mnt/media_rw/CA98-ECF0/data.img  
dd: /mnt/media_rw/CA98-ECF0/data.img: File too large  
8388608+0 records in  
8388607+1 records out  
4294967295 bytes transferred in 921.424 secs (4661227 bytes/sec)
```

Рисунок 15 – Размер раздела /data

Часть 3

Для выполнения третьей части курсовой работы необходимо скачать образ Android10 и разобрать его, используя утилиту MIK для того, чтобы заменить анимацию загрузки, и для добавления 3 приложений.

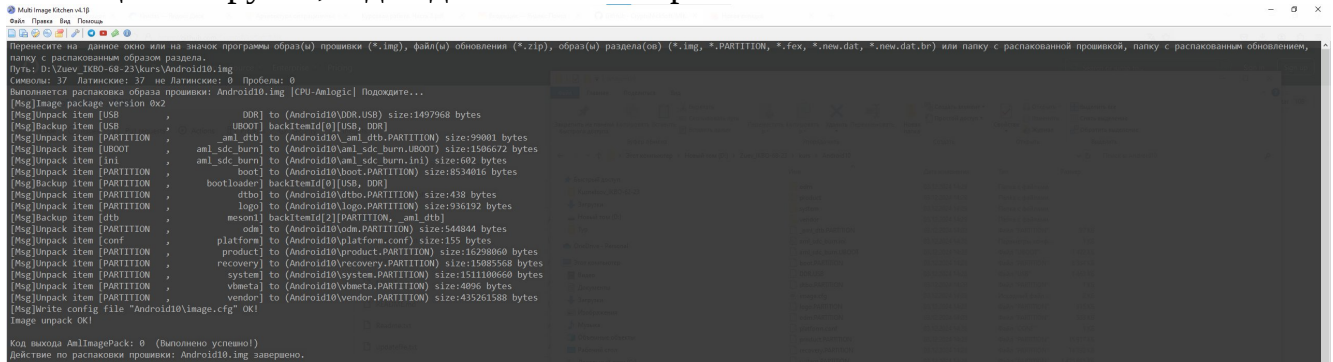


Рисунок 16 – Разборка образа Android 10

Первым делом нужно заменить анимацию загрузки устройства. Для этого нужно создать покадровую анимацию с подписью фамилии и группы. Для загрузки анимации потребуется создать ZIP-архив без сжатия, содержащий папку android с покадровой анимацией и конфигурационный файл desc.

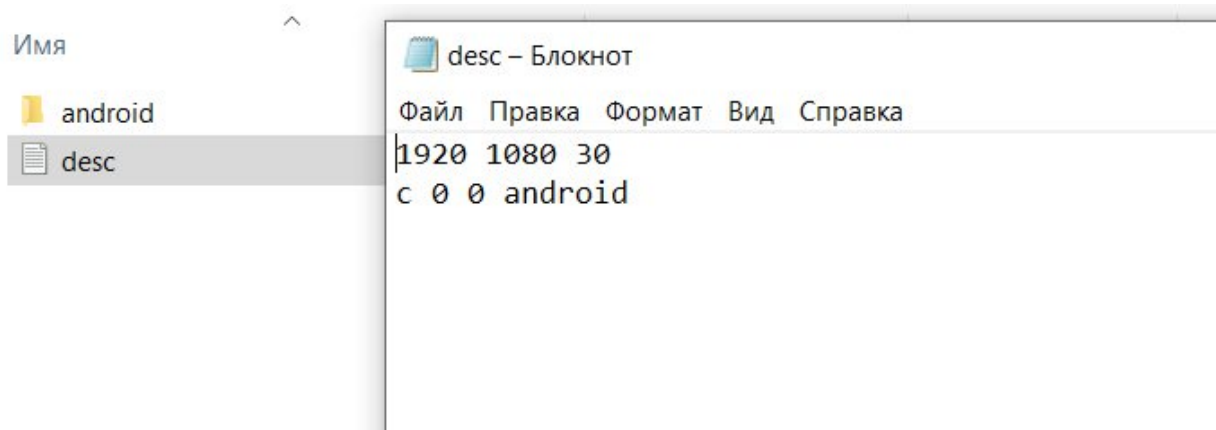


Рисунок 17 – Содержимое архива bootanimation.zip

Далее нужно сделать предустановку 3 приложений через папку preinstallApp в разделе system и активировать автоматическую установку 19 приложений из этой папки при запуске системы. В папку preinstallApp помещаем 3 арк-файла. В качестве приложений я выбрал Photomath, Keep My Notes.



| | | | | |
|---|---------------------------------------|------------------|------------|-----------|
|  | com.microblink.photomath-70001001.apk | 03.12.2024 14:42 | Файл "АРК" | 15 188 КБ |
|  | org.whitewlow.keepmynotes-435.apk | 03.12.2024 14:41 | Файл "АРК" | 11 097 КБ |

Рисунок 18 – Приложения для предустановки

Для корректной работы предустановки приложений требуется написать скрипт для запуска установки арк-файлов из указанной папки.

```
#!/system/bin/sh
MARK=/data/local/thirdpart_apks_installed
PKGS=/system/preinstallApp
LOGTEXT=/data/local/log.txt
if [ ! -e $MARK ]; then
touch $LOGTEXT
echo "booting the first time, so pre-install some APKs." >> $LOGTEXT
APKLIST=$PKGS/*.apk
for INFILES in $APKLIST
do
echo $INFILES >> $LOGTEXT
/system/bin/pm install -r $INFILES >> $LOGTEXT
done
echo "OK, installation complete." >> $LOGTEXT
touch $MARK
fi
```

Рисунок 19 – Скрипт для корректной работы предустановки приложений

Для запуска этого скрипта необходимо внести изменения в файл `installd.rc`.

```
service preinstallApp /system/bin/sh /bin/preinstallApp.sh
class main
user root
group root
disabled
oneshot
seclabel u:r:shell:s0
on property:sys.boot_completed=1
start preinstallApp
```

Рисунок 20 – Внесенные изменения в файл `installd.rc` для запуска установочного скрипта

После внесения необходимых изменений в прошивку необходимо собрать ее обратно в образ, используя утилиту `MIK`, и установить образ на устройство `Khadas`.

```
Код выхода make_ext4fs: 0 (Выполнено успешно)
Действие по сборке образа раздела: odm.PARTITION завершено.
Выполняется сборка образа прошивки: Android10.img Подождите...
[Msg]Pack Item[USB]      *      DOR] from (Android10\DDR.USB),sz[0x16db70]B,ft[normal]
[Msg]Pack Item[USB]      *      UBOOT] from (Android10\DDR.USB),Duplicated for DDR.USB
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      _aml_dtb] from (Android10\_aml_dtb.PARTITION),sz[0x182b9]B,ft[normal]
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      _aml_dtb] from (Android10\_aml_dtb.PARTITION),vry[sha1sum 6c6165b831745131f6ecd13cb6eb41cb178ee24]
[Msg]Pack Item[UBOOT]      *      aml_sdc_burn] from (Android10\aml_sdc_burn.UBOOT),sz[0x16fd70]B,ft[normal]
[Msg]Pack Item[ini]        *      aml_sdc_burn] from (Android10\aml_sdc_burn.ini),sz[0x22a]B,
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      boot] from (Android10\boot.PARTITION),sz[0x23800]B,ft[normal]
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      boot] from (Android10\boot.PARTITION),vry[sha1sum ae8f8e8936efc770102b43e8e174bdf4c707b2ce]
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      bootloader] from (Android10\DDR.USB),Duplicated for DDR.USB
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      bootloader] from (Android10\DDR.USB),vry[sha1sum cde79e011bdabe28fa8fa557605b7a1868de955e]
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      dtbo] from (Android10\dtbo.PARTITION),sz[0x1b0]B,
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      dtbo] from (Android10\dtbo.PARTITION),vry[sha1sum 7e63f51086267cbfc7ea71d55d8d9d967a9d2916a]
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      logo] from (Android10\logo.PARTITION),sz[0xe4900]B,ft[normal]
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      logo] from (Android10\logo.PARTITION),vry[sha1sum 9c95c43ffef571a768395874e963caa5c72f18]
[Msg]Pack Item[dtb]        *      meson] from (Android10\_aml_dtb.PARTITION),Duplicated for _aml_dtb.PARTITION
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      odm] from (Android10\odm.PARTITION),sz[0x2790c4]B,ft[sparse]
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      odm] from (Android10\odm.PARTITION),vry[sha1sum b537c2f630c391f9980e09828e7ca04e2df698b3]
[Msg]Pack Item[conf]       *      platform] from (Android10\platform.conf),sz[0x9b]B,
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      product] from (Android10\product.PARTITION),sz[0x11b625c]B,ft[sparse]
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      product] from (Android10\product.PARTITION),vry[sha1sum f291c8c3a916df59f8139167ce121b60e1f0934]
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      recovery] from (Android10\recovery.PARTITION),sz[0xe23000]B,ft[normal]
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      recovery] from (Android10\recovery.PARTITION),vry[sha1sum 87457714f08a36e52ba8025859ff84a97359c5bc]
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      system] from (Android10\system.PARTITION),sz[0x5d6a7304]B,ft[sparse]
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      system] from (Android10\system.PARTITION),vry[sha1sum 029d1706f1ff42e707b07d57b09120653591c5d0]
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      vbmeta] from (Android10\vbmeta.PARTITION),sz[0x1000]B,
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      vbmeta] from (Android10\vbmeta.PARTITION),vry[sha1sum ebc223238e8f93d5bb549a7db978aac490db19bc]
[Msg]Pack Item[PARTITION] *      vendor] from (Android10\vendor.PARTITION),sz[0x1a55c408]B,ft[sparse]
[Msg]Pack Item[VERIFY]     *      vendor] from (Android10\vendor.PARTITION),vry[sha1sum 3862ca002f917fec428d84808c91dac16037666a]
[Msg]version:0x2_crc:0x6436d9c5 size:2058956152 bytes[1963MB]
Pack image[Android10.img] OK
Код выхода AmlImagePack: 0 (Выполнено успешно)
Действие по сборке прошивки: Android10.img завершено.
```

Рисунок 21 – Сборка изменённого образа

После того как образ успешно установился на устройство Khadas, его необходимо перезагрузить для того, чтобы внесенные изменения вступили в силу.

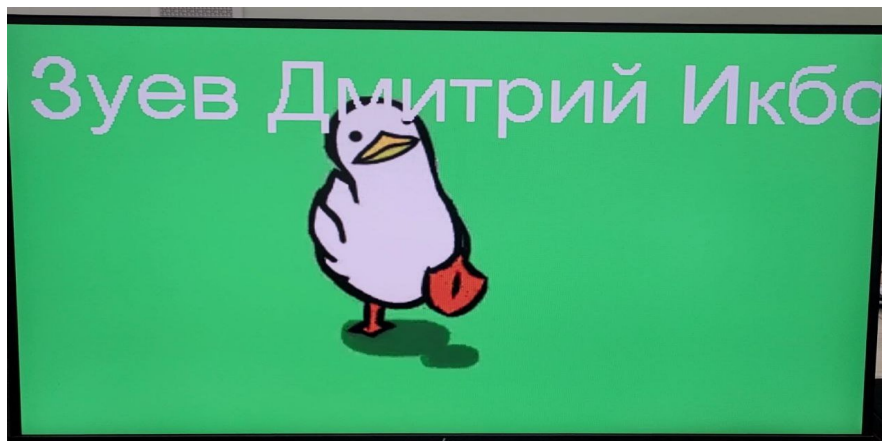


Рисунок 22 – Измененная анимация загрузки

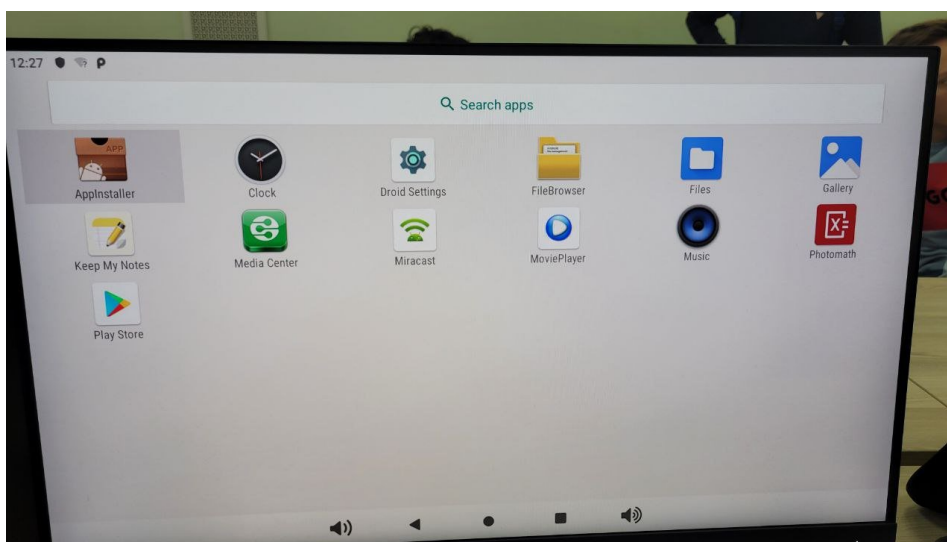


Рисунок 23 – Предустановленные приложения

При помощи команды `adb shell pm -l` выводим список установленных приложений с выделением тех, которые были установлены через папку `preinstallApp`.

```
package:com.android.documentsui
package:com.android.externalstorage
package:com.android.htmlviewer
package:com.microblink.photomath
package:com.android.companiondevicemanager
package:com.android.providers.downloads
package:com.khadas.khadascontrol
package:com.droidlogic.mediacenter
```

Рисунок 24 – Предустановленное приложение photomath

```
package:com.google.android.carrier.setup
package:com.droidlogic.inputmethod.remote
package:com.android.cts.priv.ctsshim
package:com.google.android.ext.services
package:org.whitemglow.keeptomynotes
package:com.android.providers.telephony
package:com.android.providers.calendar
package:com.android.tv.settings
package:com.android.providers.media
package:com.google.android.optimize.initializer
```

Рисунок 25 – Предустановленное приложение Keep My Notes

Листинг 1. Вывод getprop

```
PS C:\Users\StudentMOSIT> adb shell getprop
```

```
[aaudio.mmap_policy]: [2]
[camera.disable_zsl_mode]: [1]
[config.disable_bluetooth]: [false]
[dalvik.vm.appimageformat]: [lz4]
[dalvik.vm.dex2oat-Xms]: [64m]
[dalvik.vm.dex2oat-Xmx]: [512m]
[dalvik.vm.dex2oat-minidebuginfo]: [true]
[dalvik.vm.dexopt.secondary]: [true]
[dalvik.vm.heapgrowthlimit]: [256m]
[dalvik.vm.heapmaxfree]: [8m]
[dalvik.vm.heapminfree]: [512k]
[dalvik.vm.heapsize]: [512m]
[dalvik.vm.heapstartsize]: [16m]
[dalvik.vm.heaptargetutilization]: [0.75]
[dalvik.vm.image-dex2oat-Xms]: [64m]
[dalvik.vm.image-dex2oat-Xmx]: [64m]
[dalvik.vm.isa.arm.features]: [default]
[dalvik.vm.isa.arm.variant]: [cortex-a9]
[dalvik.vm.isa.arm64.features]: [default]
[dalvik.vm.isa.arm64.variant]: [generic]
[dalvik.vm.lockprof.threshold]: [500]
```

[dalvik.vm.stack-trace-dir]: [/data/anr]
[dalvik.vm.usejit]: [true]
[dalvik.vm.usejitprofiles]: [true]
[debug.atrace.tags.enableflags]: [0]
[debug.force_rtl]: [0]
[debug.sf.disable_backpressure]: [1]
[debug.sf.latch_unsignaled]: [1]
[dev.bootcomplete]: [1]
[dhclient.ipaddress.wlan0]: []
[dhclient.prefixlen.wlan0]: []
[dhclient.wlan0.result]: []
[drm.service.enable]: [true]
[drm.service.enabled]: [1]
[hwservicemanager.ready]: [true]
[init.svc.adbd]: [running]
[init.svc.audioserver]: [running]
[init.svc.bootanim]: [stopped]
[init.svc.cameraserver]: [running]
[init.svc.cmdserver]: [running]
[init.svc.console]: [running]
[init.svc.dhclient_wlan0]: [stopped]
[init.svc.drm]: [running]
[init.svc.flash_recovery]: [stopped]
[init.svc.gatekeeperd]: [running]
[init.svc.hdcpx22]: [stopped]
[init.svc.hdmicecd]: [running]
[init.svc.health-hal-2-0]: [running]
[init.svc.hidl_memory]: [running]

[init.svc.hw servicemanager]: [running]
[init.svc.imageserver]: [running]
[init.svc.incidentd]: [running]
[init.svc.installd]: [running]
[init.svc.keystore]: [running]
[init.svc.lmkd]: [running]
[init.svc.logd]: [running]
[init.svc.logd-reinit]: [stopped]
[init.svc.mdnssd]: [running]
[init.svc.media]: [running]
[init.svc.mediadrmsrv]: [running]
[init.svc.mediaextractor]: [running]
[init.svc.mediametrics]: [running]
[init.svc.miracast_hdcp2]: [running]
[init.svc.netd]: [running]
[init.svc.neuralnetworks_hal_service_ovx]: [restarting]
[init.svc.perfprofd]: [running]
[init.svc.preinstallApp]: [stopped]
[init.svc.rc_server]: [running]
[init.svc.remotefg]: [stopped]
[init.svc.ril-daemon]: [running]
[init.svc.screen_control]: [running]
[init.svc.servicemanager]: [running]
[init.svc.statsd]: [running]
[init.svc.storaged]: [running]
[init.svc.subtitleserver]: [running]
[init.svc.surfaceflinger]: [running]
[init.svc.system_control]: [running]

[init.svc.thermalservice]: [running]
[init.svc.tombstoned]: [running]
[init.svc.ueventd]: [running]
[init.svc.usbd]: [stopped]
[init.svc.vendor.audio-hal-2-0]: [running]
[init.svc.vendor.bluetooth-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.camera-provider-2-4]: [running]
[init.svc.vendor.cas-hal-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.cec-hal-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.configstore-hal]: [running]
[init.svc.vendor.drm-clearkey-hal-1-1]: [running]
[init.svc.vendor.drm-hal-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.drm-widevine-hal-1-1]: [running]
[init.svc.vendor.gatekeeper-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.gnss_service]: [running]
[init.svc.vendor.gralloc-2-0]: [running]
[init.svc.vendor.hwcomposer-2-2]: [running]
[init.svc.vendor.keymaster-3-0]: [running]
[init.svc.vendor.light-hal-2-0]: [running]
[init.svc.vendor.media.omx]: [running]
[init.svc.vendor.memtrack-hal-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.power-hal-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.ril-daemon]: [running]
[init.svc.vendor.sensors-hal-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.thermal-hal-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.usb-hal-1-0]: [running]
[init.svc.vendor.wifi_hal_legacy]: [running]
[init.svc.vndservicemanager]: [running]

[init.svc.vold]: [running]
[init.svc.wificond]: [running]
[init.svc.wpa_supplicant]: [running]
[init.svc.zygote]: [running]
[init.svc.zygote_secondary]: [running]
[log.tag.WifiHAL]: [D]
[log.tag.stats_log]: [I]
[logd.logpersistd.enable]: [true]
[media.amnuplayer.audio.delayus]: [-40000]
[media.metadataretriver.disable-8k]: [true]
[media.omx.display_mode]: [1]
[media.support.dolbyvision]: [true]
[net.bt.name]: [Android]
[net.qtaguid_enabled]: [1]
[net.tcp.default_init_rwnd]: [60]
[net.tethering.noprovisioning]: [true]
[persist.audio.debug.read]: []
[persist.audio.debug.search]: []
[persist.service.bdroid.bdaddr]: [22:22:b7:5f:03:7e]
[persist.sys.app.rotation]: [middle_port]
[persist.sys.boot.reason]: [reboot,shell]
[persist.sys.bootvideo]: [50]
[persist.sys.dalvik.vm.lib.2]: [libart.so]
[persist.sys.func.key.action]: [102]
[persist.sys.hdmi.addr.playback]: [4]
[persist.sys.hdmi.keep_awake]: [false]
[persist.sys.rotation]: [0]
[persist.sys.timezone]: [GMT]

[persist.sys.usb.config]: [adb]
[persist.sys.webview.vmsize]: [147551200]
[persist.vendor.media.bootvideo]: [0050]
[persist.vendor.sys.cec.autowakeup]: [true]
[persist.vendor.sys.cec.deviceautopoweroff]: [false]
[persist.vendor.sys.cec.set_menu_language]: [false]
[pm.dexopt.ab-ota]: [speed-profile]
[pm.dexopt.bg-dexopt]: [speed-profile]
[pm.dexopt.boot]: [verify]
[pm.dexopt.first-boot]: [quicken]
[pm.dexopt.inactive]: [verify]
[pm.dexopt.install]: [speed-profile]
[pm.dexopt.priv-apps-oob]: [false]
[pm.dexopt.priv-apps-oob-list]: [ALL]
[pm.dexopt.shared]: [speed]
[ro.actionable_compatible_property.enabled]: [true]
[ro.addon.arch]: [arm64]
[ro.addon.open_type]: [pico]
[ro.addon.open_version]: [20190614]
[ro.addon.platform]: [9.0]
[ro.addon.sdk]: [28]
[ro.addon.type]: [gapps]
[ro.af.client_heap_size_kbyte]: [1536]
[ro.allow.mock.location]: [0]
[ro.art.hiddenapi.warning]: [1]
[ro.audio.mapvalue]: [0,0,0,0]
[ro.baseband]: [unknown]
[ro.bionic.ld.warning]: [1]

[ro.board.platform]: [u202]
[ro.boot.bootloader]: [U-Boot]
[ro.boot.bootreason]: [reboot,shell]
[ro.boot.build.expect.baseband]: [N/A]
[ro.boot.dtbo_idx]: [0]
[ro.boot.firstboot]: [0]
[ro.boot.hardware]: [amlogic]
[ro.boot.mac]: [c8:63:14:72:54:33]
[ro.boot.selinux]: [permissive]
[ro.boot.serialno]: [c86314725433]
[ro.bootimage.build.date]: [Sat Apr 8 14:15:51 CST 2023]
[ro.bootimage.build.date.utc]: [1680934551]
[ro.bootimage.build.fingerprint]:
[Khadas/kvim3l/kvim3l:9/PPR1.180610.011/20230408:userdebug/test-keys]
[ro.bootloader]: [U-Boot]
[ro.bootmode]: [unknown]
[ro.boottime.adbd]: [8439092169]
[ro.boottime.audioserver]: [7837631044]
[ro.boottime.bootanim]: [10100498128]
[ro.boottime.cameraserver]: [8450837502]
[ro.boottime.cmdserver]: [8449127836]
[ro.boottime.console]: [8417738919]
[ro.boottime.drm]: [8468203836]
[ro.boottime.flash_recovery]: [8441299544]
[ro.boottime.gatekeeperd]: [8574572836]
[ro.boottime.hdmicecd]: [7746381210]
[ro.boottime.health-hal-2-0]: [7793844502]
[ro.boottime.hidl_memory]: [7764131044]

[ro.boottime.hwservicemanager]: [7430569752]
[ro.boottime.imageserver]: [6371255335]
[ro.boottime.incidentd]: [8470221002]
[ro.boottime.init]: [5441]
[ro.boottime.init.cold_boot_wait]: [111]
[ro.boottime.init.mount_all.default]: [714]
[ro.boottime.init.selinux]: [141]
[ro.boottime.installd]: [8488179919]
[ro.boottime.keystore]: [8490062127]
[ro.boottime.lmkd]: [7848666627]
[ro.boottime.logd]: [7427129752]
[ro.boottime.logd-reinit]: [7726109085]
[ro.boottime.mdnssd]: [8807746211]
[ro.boottime.media]: [8519346961]
[ro.boottime.mediadrm]: [8495143336]
[ro.boottime.mediaextractor]: [8501448711]
[ro.boottime.mediametrics]: [8516093627]
[ro.boottime.miracast_hdcp2]: [6373164251]
[ro.boottime.netd]: [7715241002]
[ro.boottime.neuralnetworks_hal_service_ovx]: [7807211127]
[ro.boottime.perfprofd]: [8625026336]
[ro.boottime.preinstallApp]: [20718168883]
[ro.boottime.rc_server]: [7749745127]
[ro.boottime.remotefg]: [8447697252]
[ro.boottime.ril-daemon]: [8445192586]
[ro.boottime.screen_control]: [20720825925]
[ro.boottime.servicemanager]: [7429065168]
[ro.boottime.statsd]: [8521672669]

[ro.boottime.storaged]: [8546627002]
[ro.boottime.subtitleserver]: [7751543960]
[ro.boottime.surfaceflinger]: [7854323794]
[ro.boottime.system_control]: [7753450127]
[ro.boottime.thermalservice]: [7860355585]
[ro.boottime.tombstoned]: [8627301794]
[ro.boottime.ueventd]: [5863081001]
[ro.boottime.usbd]: [8660382669]
[ro.boottime.vendor.audio-hal-2-0]: [7765990044]
[ro.boottime.vendor.bluetooth-1-0]: [7767714419]
[ro.boottime.vendor.camera-provider-2-4]: [7769738419]
[ro.boottime.vendor.cas-hal-1-0]: [7771758627]
[ro.boottime.vendor.cec-hal-1-0]: [7824819544]
[ro.boottime.vendor.configstore-hal]: [7773738335]
[ro.boottime.vendor.drm-clearkey-hal-1-1]: [7777409585]
[ro.boottime.vendor.drm-hal-1-0]: [7775477502]
[ro.boottime.vendor.drm-widevine-hal-1-1]: [7779159502]
[ro.boottime.vendor.gatekeeper-1-0]: [7781149794]
[ro.boottime.vendor.gnss_service]: [7783742502]
[ro.boottime.vendor.gralloc-2-0]: [7787578377]
[ro.boottime.vendor.hwcomposer-2-2]: [7791811210]
[ro.boottime.vendor.keymaster-3-0]: [7460304043]
[ro.boottime.vendor.light-hal-2-0]: [7795638960]
[ro.boottime.vendor.media.omx]: [8568385169]
[ro.boottime.vendor.memtrack-hal-1-0]: [7800932044]
[ro.boottime.vendor.power-hal-1-0]: [7811028002]
[ro.boottime.vendor.ril-daemon]: [8572074502]
[ro.boottime.vendor.sensors-hal-1-0]: [7818760502]

[ro.boottime.vendor.thermal-hal-1-0]: [7822470919]
[ro.boottime.vendor.usb-hal-1-0]: [7826892502]
[ro.boottime.vendor.wifi_hal_legacy]: [7831262294]
[ro.boottime.vndservicemanager]: [7432280085]
[ro.boottime.vold]: [7463079710]
[ro.boottime.wificond]: [8562204336]
[ro.boottime.wpa_supPLICANT]: [18183034923]
[ro.boottime.zygote]: [7716686168]
[ro.boottime.zygote_secondary]: [7717988085]
[ro.build.characteristics]: [mbx,nosdcard]
[ro.build.date]: [Sat Apr 8 14:15:51 CST 2023]
[ro.build.date.utc]: [1680934551]
[ro.build.description]: [kvim3l-userdebug 9 PPR1.180610.011 20230408 test-keys]
[ro.build.display.id]: [VIM3L-Android-9-64bit-V230408]
[ro.build.expect.bootloader]: [01.01.180822.145544]
[ro.build.fingerprint]:
[OnePlus/OnePlus6/OnePlus6:8.1.0/OPM1.171019.011/06140300:user/release-keys]
[ro.build.flavor]: [kvim3l-userdebug]
[ro.build.host]: [server]
[ro.build.id]: [PPR1.180610.011]
[ro.build.product]: [kvim3l]
[ro.build.system_root_image]: [true]
[ro.build.tags]: [test-keys]
[ro.build.type]: [userdebug]
[ro.build.user]: [xiong]
[ro.build.version.all_codenames]: [REL]
[ro.build.version.base_os]: []
[ro.build.version.codename]: [REL]

[ro.build.version.incremental]: [20230408]
[ro.build.version.min_supported_target_sdk]: [17]
[ro.build.version.preview_sdk]: [0]
[ro.build.version.release]: [9]
[ro.build.version.sdk]: [28]
[ro.build.version.security_patch]: [2018-08-05]
[ro.carrier]: [unknown]
[ro.config.alarm_alert]: [Alarm_Classic.ogg]
[ro.config.low_ram]: [true]
[ro.config.notification_sound]: [pixiedust.ogg]
[ro.config.ringtone]: [Ring_Synth_04.ogg]
[ro.crypto.fuse_sdcard]: [true]
[ro.crypto.state]: [unencrypted]
[ro.crypto.volume filenames_mode]: [aes-256-cts]
[ro.dalvik.vm.native.bridge]: [0]
[ro.debuggable]: [1]
[ro.device_owner]: [false]
[ro.expect.recovery_id]:
[0x16f2aa75f7acb10b612c9f685496d974aed339320000000000000000000000000]
[ro.hardware]: [amlogic]
[ro.hdmi.device_type]: [4]
[ro.hdmi.set_menu_language]: [true]
[ro.logd.size.stats]: [64K]
[ro.media.camera_preview.limitedrate]:
[1920x1080x30,1280x720x30,640x480x30,320x240x28]
[ro.media.camera_preview.maxsize]: [1920x1080]
[ro.media.camera_preview.usemjpeg]: [1]
[ro.media.camera_usb.faceback]: [false]

[ro.media.maxmem]: [629145600]
[ro.net.pppoe]: [true]
[ro.opengles.version]: [196610]
[ro.persistent_properties.ready]: [true]
[ro.platform.support.dolbyvision]: [true]
[ro.product.board]: [kvim3l]
[ro.product.brand]: [Khadas]
[ro.product.build.date]: [Sat Apr 8 14:21:13 CST 2023]
[ro.product.build.date.utc]: [1680934873]
[ro.product.build.fingerprint]:
[Khadas/kvim3l/kvim3l:9/PPR1.180610.011/20230408:userdebug/test-keys]
[ro.product.cpu.abi]: [arm64-v8a]
[ro.product.cpu.abi.list]: [arm64-v8a,armeabi-v7a,armeabi]
[ro.product.cpu.abi.list.32]: [armeabi-v7a,armeabi]
[ro.product.cpu.abi.list.64]: [arm64-v8a]
[ro.product.device]: [kvim3l]
[ro.product.first_api_level]: [28]
[ro.product.locale]: [en-US]
[ro.product.manufacturer]: [Khadas]
[ro.product.model]: [VIM3L]
[ro.product.name]: [kvim3l]
[ro.product.vendor.brand]: [Khadas]
[ro.product.vendor.device]: [kvim3l]
[ro.product.vendor.manufacturer]: [Khadas]
[ro.product.vendor.model]: [VIM3L]
[ro.product.vendor.name]: [kvim3l]
[ro.property_service.version]: [2]
[ro.radio.noril]: [false]

[ro.revision]: [0]
[ro.runtime.firstboot]: [1734438262888]
[ro.secure]: [1]
[ro.serialno]: [c86314725433]
[ro.sf.disable_triple_buffer]: [1]
[ro.sf.lcd_density]: [280]
[ro.treble.enabled]: [true]
[ro.vendor.app.optimization]: [true]
[ro.vendor.autoconnectbt.btclass]: [50c]
[ro.vendor.autoconnectbt.isneed]: [false]
[ro.vendor.autoconnectbt.macprefix]: [00:CD:FF]
[ro.vendor.autoconnectbt.nameprefix]: [Amlogic_RC]
[ro.vendor.autoconnectbt.rssi limit]: [70]
[ro.vendor.build.date]: [Sat Apr 8 14:21:13 CST 2023]
[ro.vendor.build.date.utc]: [1680934873]
[ro.vendor.build.fingerprint]:
[Khadas/kvim3l/kvim3l:9/PPR1.180610.011/20230408:userdebug/test-keys]
[ro.vendor.build.security_patch]: []
[ro.vendor.camera_usb.faceback]: [true]
[ro.vendor.platform.board_camera]: [true]
[ro.vendor.platform.disable.audiorawout]: [false]
[ro.vendor.platform.has.mbxuimode]: [true]
[ro.vendor.platform.has.realoutputmode]: [true]
[ro.vendor.platform.hdmi.device_type]: [4]
[ro.vendor.platform.is.tv]: [0]
[ro.vendor.platform.need.display.hdmicec]: [true]
[ro.vendor.platform.omx]: [true]
[ro.vendor.platform.support.dolby]: [true]

[ro.vendor.platform.support.dolbyvision]: [true]
[ro.vendor.platform.support.dts]: [true]
[ro.vendor.platform.usehwh264]: [true]
[ro.vendor.platform.usehwmjpeg]: [true]
[ro.vendor.product.cpu.abi]: [arm64-v8a,armeabi-v7a,armeabi]
[ro.vendor.product.cpu.abi32]: [armeabi-v7a,armeabi]
[ro.vendor.product.cpu.abi64]: [arm64-v8a]
[ro.vendor.sdr2hdr.enable]: [true]
[ro.vendor.vndk.version]: [26.1.0]
[ro.vndk.version]: [28]
[ro.wifi.channels]: []
[ro.zygote]: [zygote64_32]
[security.perf_harden]: [1]
[selinux.restorecon_recursive]: [/data/misc_ce/0]
[service.adb.tcp.port]: [5555]
[service.bootanim.exit]: [1]
[service.bootvideo]: [0]
[service.bootvideo.exit]: [0]
[service.sf.present_timestamp]: [1]
[sys.boot.reason]: [reboot,shell]
[sys.boot_completed]: [1]
[sys.extboard.exist]: [0]
[sys.launcher.state]: [0]
[sys.lcd.exist]: [0]
[sys.logbootcomplete]: [1]
[sys.retaildemo.enabled]: [0]
[sys.sysctl.extra_free_kbytes]: [24300]
[sys.usb.config]: [adb]

```
[sys.usb.configfs]: [1]
[sys.usb.controller]: [ff400000.dwc2_a]
[sys.usb.ffs.ready]: [1]
[sys.usb.state]: [adb]
[sys.user.0.ce_available]: [true]
[sys.wifitracing.started]: [1]
[tombstoned.max_tombstone_count]: [50]
[vendor.afbcd.enable]: [1]
[vendor.display-size]: [1920x1080]
[vendor.sys.hwc.booted]: [true]
[vendor.system.support.dolbyvision]: [false]
[vold.has_adoptable]: [1]
[vold.has_quota]: [1]
[vold.has_reserved]: [1]
[vold.post_fs_data_done]: [1]
[wifi.direct.interface]: [p2p-dev-wlan0]
[wifi.interface]: [wlan0]
[wlan.driver.status]: [ok]
```

ВЫВОДЫ

В процессе выполнения курсовой работы я познакомился с операционной системой Android и её основными разделами. Также я узнал о GSI-образах, их ключевых характеристиках и основных GSI-образах операционной системы Android. В рамках выбранной темы курсовой работы я изучил общие особенности операционной системы Android 10, а также информацию о системе, согласно её ревизии. В частности, я ознакомился с версией SDK (Software Development Kit), значением, которое указывает на уровень безопасности в операционной системе, уникальным идентификатором для конкретной сборки и минимальной версией SDK, поддерживаемой данной версией Android. Кроме того, в ходе работы я изучил устройство Khadas Vim 3L, его технические характеристики, область применения и возможные разъёмы для подключения внешних устройств. С помощью Android Debug Bridge я получил данные с устройства, такие как версия ОС, версия ядра, версия VNDK (Vendor Native Development Kit) и отпечаток сборки. Я также изучил файловую систему устройства и определил объёмы основных разделов операционной системы: system, vendor, boot, data, recovery, misc и cache. Я научился работать с утилитой для сборки/разборки образов Multi Image Kitchen и с Amlogic USB Burning Tool для установки собранной прошивки на устройство. Кроме того, в курсовой работе я использовал apktool — утилиту для декомпиляции и сборки файлов с разрешением apk, и signapk — утилиту для подписи apk/zip файлов, что обеспечивает их корректную работу. Я освоил метод предустановки приложений из корня системы, используя скрипты и файлы конфигурации. Также я изменил анимацию загрузки устройства для выполнения одного из заданий курсовой работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Курсовой проект. [Методические указания] — URL: <https://clck.ru/3FQTNC>(дата обращения 22.12.2024)
2. Курсовой проект. Часть 1 — URL: <https://clck.ru/3FQTQH>(дата обращения 01.10.2024)
3. Курсовой проект. Часть 2 — URL: <https://clck.ru/3FQTSD>(дата обращения 29.10.2024)
4. Официальный сайт Khadas — URL: <https://clck.ru/3FQTVo>(дата обращения 22.12.2024)
5. Спецификация устройства Khadas VIM 3L — URL: <https://clck.ru/3FQTXu>(дата обращения 22.12.2024)
6. Значения переменных Google Git. [Электронный ресурс]. — URL: https://android.googlesource.com/platform/build/+/refs/tags/android-10.0.0_r17(дата обращения 22.12.2024)