



Öko 2026

ВЛИЯНИЕ THERMAL STATE НА UX В IOS ПРИЛОЖЕНИИ



ЧТО ТАКОЕ THERMAL STATE?

ЧАСТЬ 1



Что такое
thermal state?



Измерение
температурного
режима



Измерение
интерфейса



Выводы



ВОПРОС, НА КОТОРЫЙ МЫ ИЩЕМ ОТВЕТ

Использование практически любого приложения может быть некомфортным, если устройство нагрето. Влияние нагрева ставит несколько интересных вопросов:



Насколько велико это влияние?



Как часто пользователи сталкиваются с деградацией UX из-за нагрева?



Как это измерить и можно ли повлиять на результат?



ЧТО ТАКОЕ THERMAL STATE

Thermal state — индикатор тепловой нагрузки.

Определяет степень нагрева и необходимость ограничения ресурсов для охлаждения

НЕ температура в градусах

Это оценка доступности вычислительных ресурсов в зависимости от нагрева

Пользователь этого не видит

iOS не предоставляет пользователю информацию об уровне нагрева (за исключением критических сценариев)

Но нагрев влияет на работу приложения

Именно это
мы и замерили



ЧЕТЫРЕ УРОВНЯ THERMAL STATE

Nominal

Устройство работает без ограничений.
Полная производительность.

Fair

Постепенное снижение производительности

Serious

Ограничения становятся заметными

Critical

Максимальный приоритет
на охлаждение



КАК ЭТО ОЩУЩАЕТСЯ

С ростом thermal state iOS ограничивает ресурсы, меняя поведение приложения

Анимации

становятся
нестабильными

Отклик интерфейса

замедляется
или становится
непредсказуемым

Взаимодействие

требует больше
усилий

Физический дискомфорт

горячее устройство
некомфортно держать
в руках

Thermal state — ограничитель производительности,
который напрямую влияет на пользовательский опыт



ПОДХОД К АНАЛИЗУ

01

Измерить нагрев

Как быстро устройство нагревается, как долго остаётся в таком состоянии, в каких сценариях.

02

Измерить интерфейс

Зафиксировать метрики плавности и отзывчивости в контексте thermal state.

03

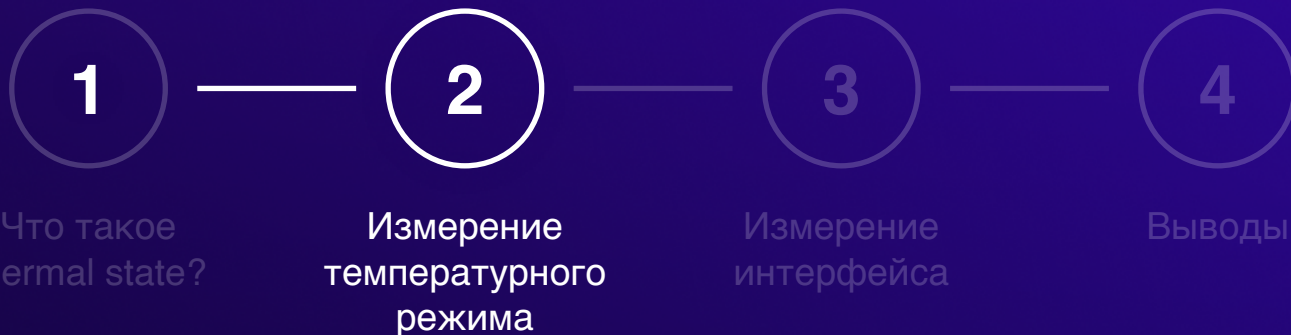
Сопоставить данные

Понять, как системные ограничения отражаются на UX и какую долю пользователей затрагивают.



ИЗМЕРЕНИЕ НАГРЕВА

ЧАСТЬ 2





КАКИЕ СОБЫТИЯ ФИКСИРУЕМ?

iOS предоставляет текущей thermal state и уведомления о его изменении — это наша точка входа.

Набор событий для аналитики нагрева:

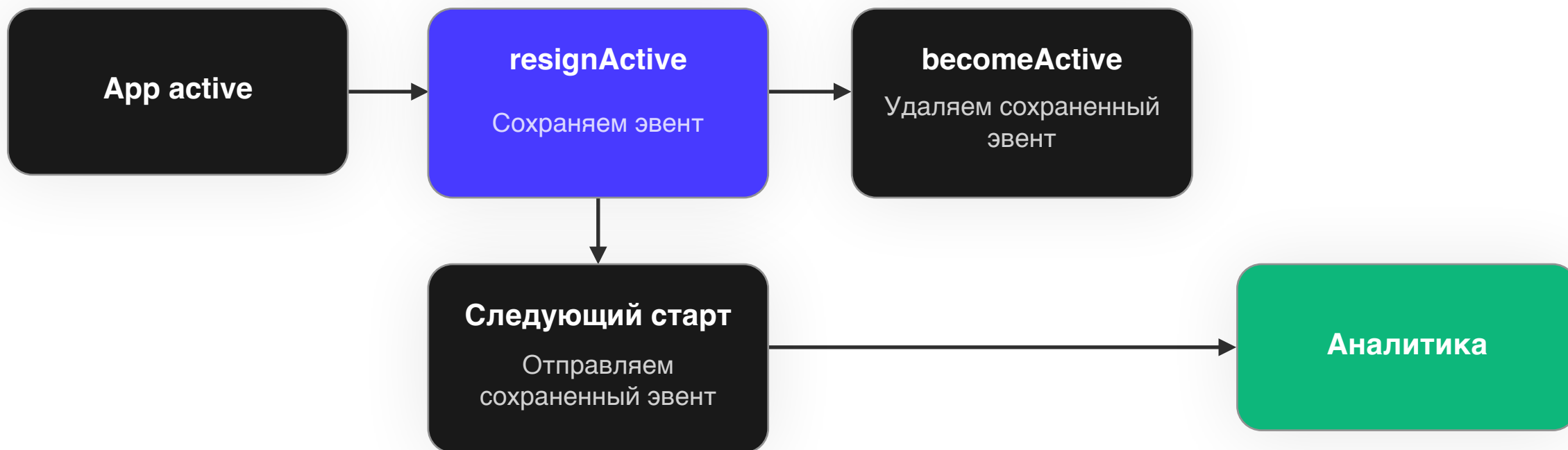
- Изменение thermal state
- Начало и завершение пользовательской сессии
- Начало и завершение плейбека
- Начало и завершение загрузки

Каждое событие сопровождается контекстом: модель устройства, наличие зарядки, режим энергосбережения, активный плейбек, версия релиза.



СОБЫТИЕ ЗАВЕРШЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ СЕССИИ

- Невозможно гарантировать сохранение данных на `appWillTerminate`, тем более их отправку
- Более надежный вариант - механизм основанный на `resignActive/becomeActive`





ИСТОЧНИК ДАННЫХ О THERMAL STATE

Система предоставляет текущее состояние и уведомления о его изменении.

```
final class ThermalMonitor {
    func start() {
        NotificationCenter.default.addObserver(
            self,
            selector: #selector(thermalStateDidChange),
            name: ProcessInfo.thermalStateDidChangeNotification, // подписка на изменения
            object: nil
        )
        trackThermalEvent(name: .sessionStarted)
    }

    @objc private func thermalStateDidChange() {
        let state = ProcessInfo.processInfo.thermalState // текущее состояние
        trackThermalEvent(name: .thermalStateDidChange, state: state)
    }
}
```



ИСТОЧНИК ДАННЫХ О THERMAL STATE

Система предоставляет текущее состояние и уведомления о его изменении.

```
final class ThermalMonitor {
  func start() {
    NotificationCenter.default.addObserver(
      self,
      selector: #selector(thermalStateDidChange),
      name: ProcessInfo.thermalStateDidChangeNotification, // подписка на изменения
      object: nil
    )
    trackThermalEvent(name: .sessionStarted)
  }

  @objc private func thermalStateDidChange() {
    let state = ProcessInfo.processInfo.thermalState // текущее состояние
    trackThermalEvent(name: .thermalStateChanged, state: state)
  }
}
```



МЕТРИКИ НАГРЕВА: ОБЗОР

01

Max thermal state per session

Насколько сильно нагрелось устройство?

02

Time to thermal state

Как быстро?

03

Total time in thermal state

Как долго остается нагретым?

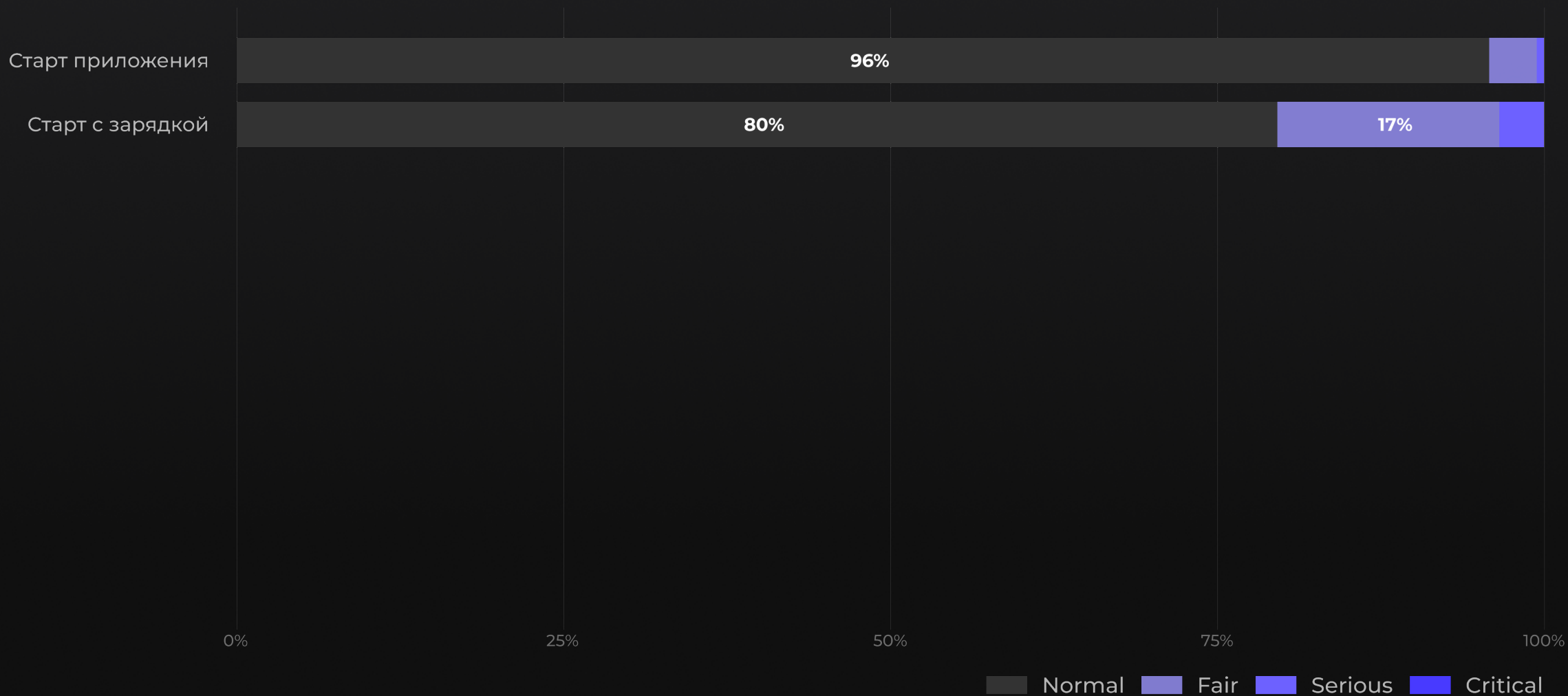
04

Падение playback session time при нагреве

Как сильно нагрев сокращает плейбек?

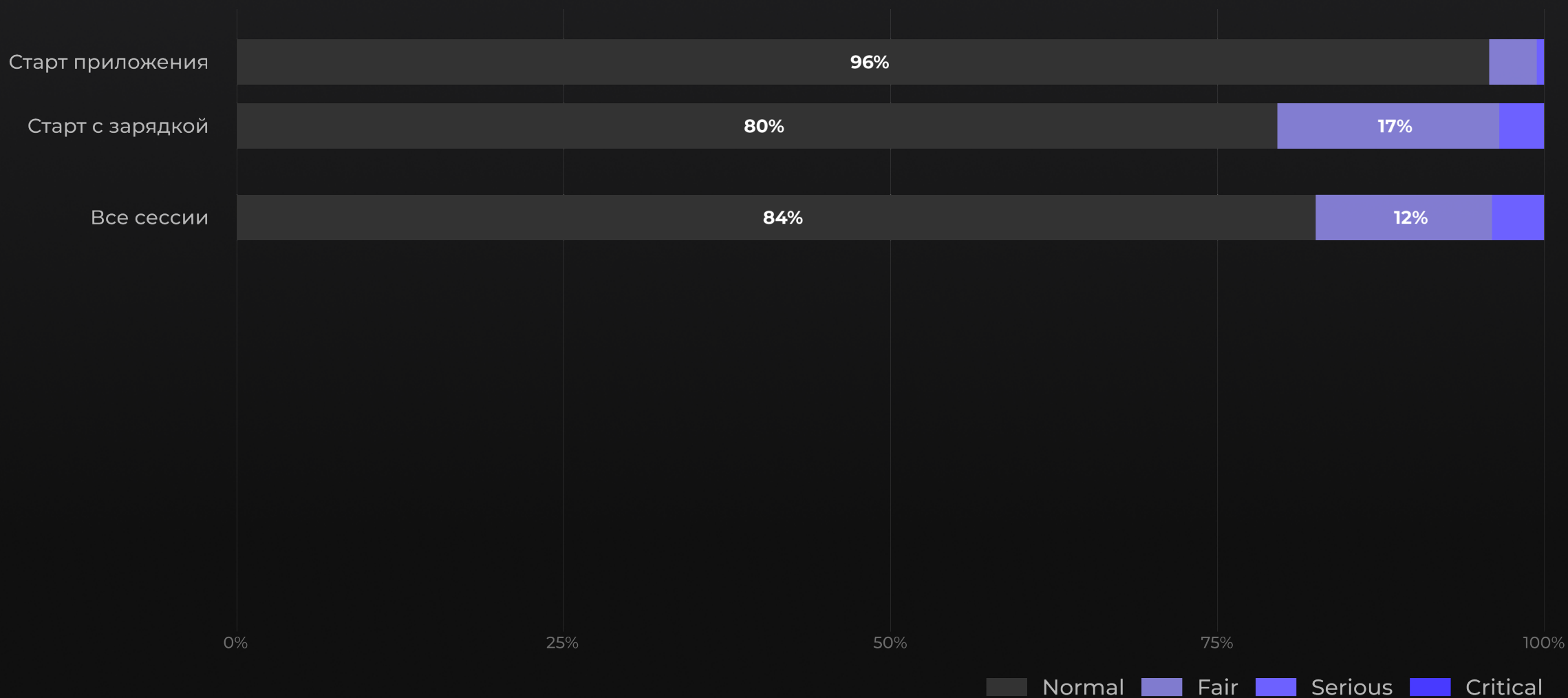


MAX THERMAL STATE: ДАННЫЕ ПО СЦЕНАРИЯМ



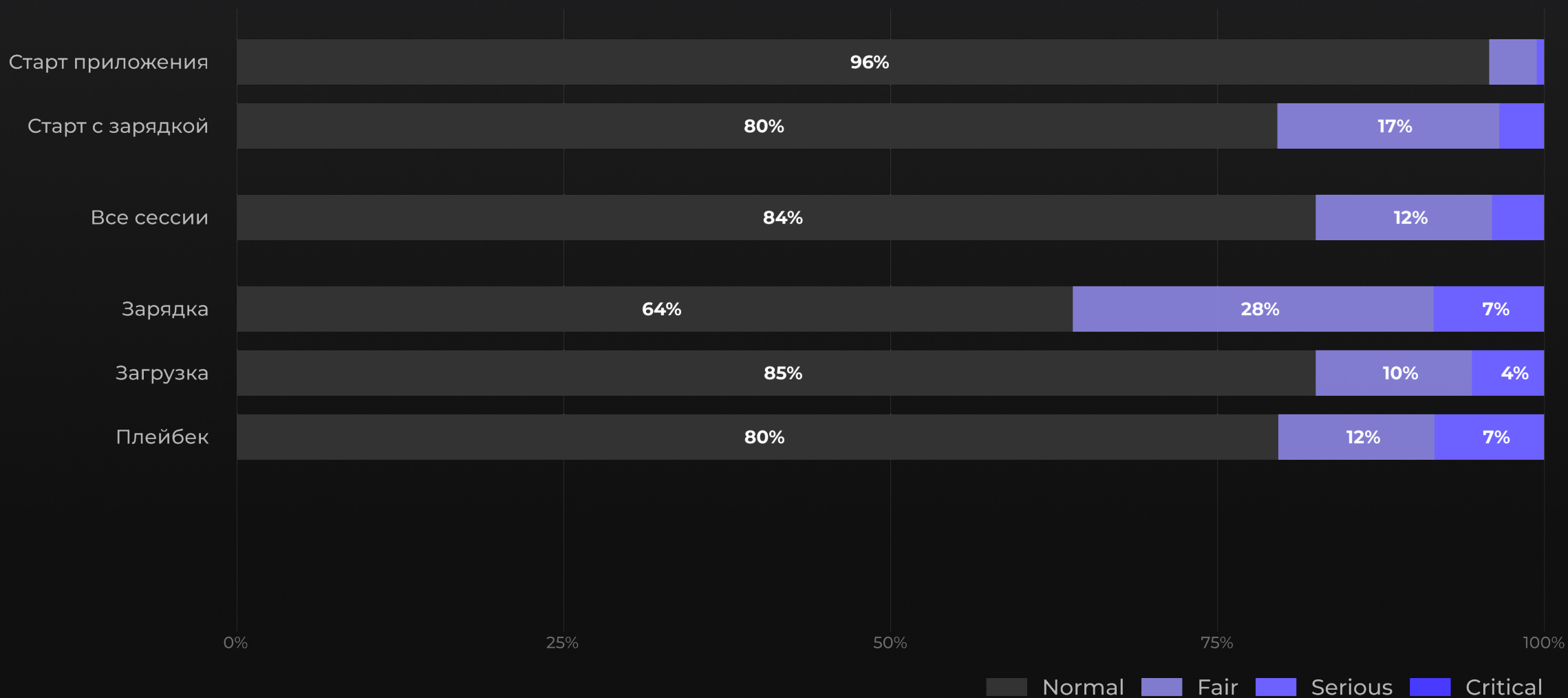


MAX THERMAL STATE: ДАННЫЕ ПО СЦЕНАРИЯМ



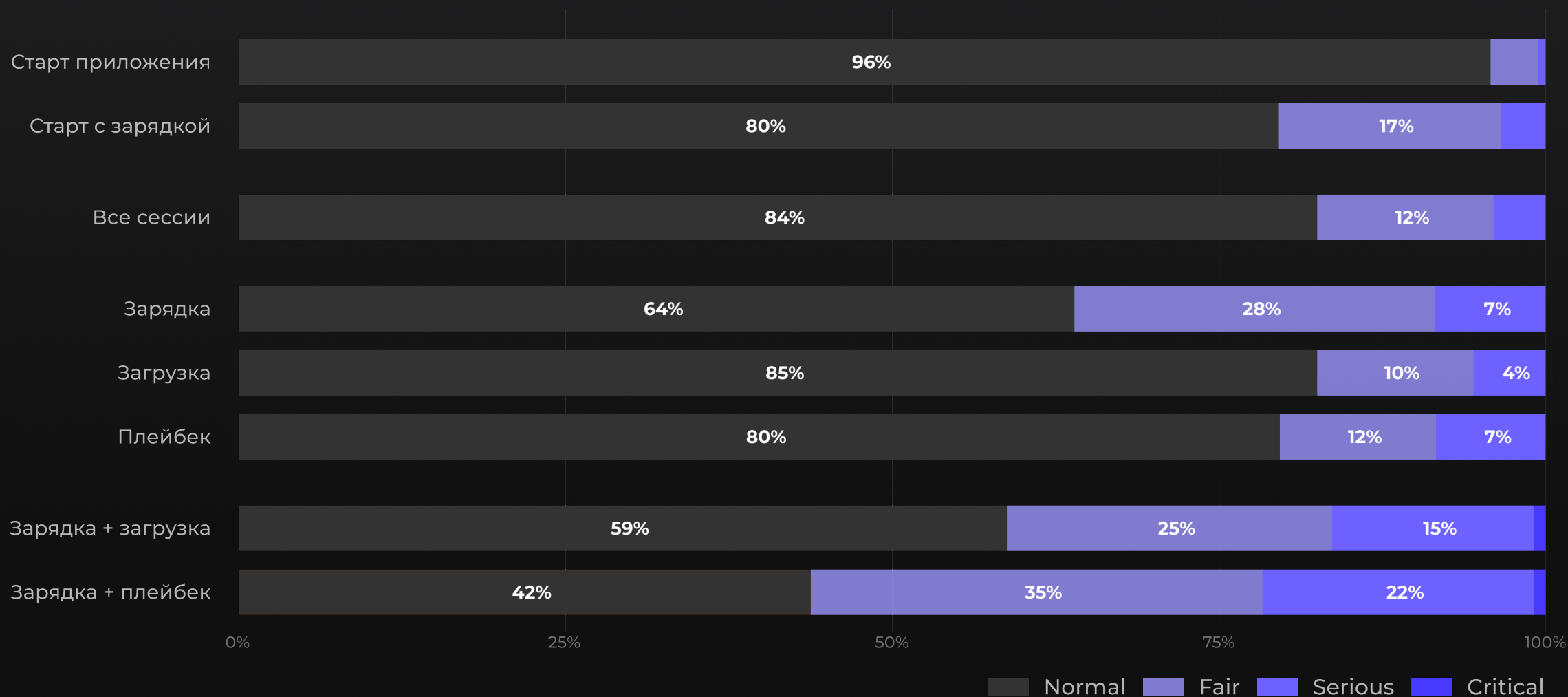


MAX THERMAL STATE: ДАННЫЕ ПО СЦЕНАРИЯМ





MAX THERMAL STATE: ДАННЫЕ ПО СЦЕНАРИЯМ





РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ СЦЕНАРИЕВ

39,6%

Сессий
с плейбеком

0,8%

Сессий
с загрузкой



РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ СЦЕНАРИЕВ

39,6%

Сессий
с плейбеком

0,8%

Сессий
с загрузкой

26,7%

Сессий с зарядкой
Все девайсы

20,8%

Сессий с зарядкой
iPhone 17 Pro

32,3%

Сессий с зарядкой
iPhone 11



TIME TO THERMAL STATE: ОБЩАЯ СЕССИЯ

Как быстро с момента начала сессии устройство впервые достигает определенного температурного режима.

Сценарий	Nominal	Fair	Serious	Critical
Общая сессия	—	31 мин	51 мин	77 мин



TIME TO THERMAL STATE: ОБЩАЯ СЕССИЯ

Как быстро с момента начала сессии устройство впервые достигает определенного температурного режима.

Сценарий	Nominal	Fair	Serious	Critical
Общая сессия	—	31 мин	51 мин	77 мин
По устройству				
iPhone 17 Pro	—	88 мин	115 мин	159 мин



TIME TO THERMAL STATE: ОБЩАЯ СЕССИЯ

Как быстро с момента начала сессии устройство впервые достигает определенного температурного режима.

Сценарий	Nominal	Fair	Serious	Critical
Общая сессия	—	31 мин	51 мин	77 мин
По устройству				
iPhone 17 Pro	—	88 мин	115 мин	159 мин
iPhone 16 Pro	—	40 мин	65 мин	109 мин
iPhone 15 Pro	—	46 мин	65 мин	112 мин
iPhone 14 Pro	—	37 мин	53 мин	96 мин



TIME TO THERMAL STATE: ОБЩАЯ СЕССИЯ

Как быстро с момента начала сессии устройство впервые достигает определенного температурного режима.

Сценарий	Nominal	Fair	Serious	Critical
Общая сессия	—	31 мин	51 мин	77 мин
По устройству				
iPhone 17 Pro	—	88 мин	115 мин	159 мин
iPhone 16 Pro	—	40 мин	65 мин	109 мин
iPhone 15 Pro	—	46 мин	65 мин	112 мин
iPhone 14 Pro	—	37 мин	53 мин	96 мин
iPhone 11	—	28 мин	46 мин	71 мин

iPhone 11 нагревается до Fair за 28 мин, iPhone 17 Pro — за 88 мин (в 3.1x медленнее).
Запас прочности нового железа значителен.



TIME TO THERMAL STATE: ПЛЕЙБЕК

Как быстро с момента начала сессии плеейбека устройство впервые достигает определенного температурного режима.

Сценарий	Nominal	Fair	Serious	Critical
Плейбек	—	19 мин	30 мин	41 мин

В плеейбеке нагрев наступает заметно быстрее: до Fair на 12 минут раньше (19 vs 31 мин), до Serious на 21 минуту раньше (30 vs 51 мин).



TIME TO THERMAL STATE: ПЛЕЙБЕК

Как быстро с момента начала сессии плеейбека устройство впервые достигает определенного температурного режима.

Сценарий	Nominal	Fair	Serious	Critical
Плейбек	—	19 мин	30 мин	41 мин
По устройству				
iPhone 17 Pro	—	36 мин	71 мин	100 мин

В плейбеке нагрев наступает заметно быстрее: до Fair на 12 минут раньше (19 vs 31 мин), до Serious на 21 минуту раньше (30 vs 51 мин).



TIME TO THERMAL STATE: ПЛЕЙБЕК

Как быстро с момента начала сессии плейбека устройство впервые достигает определенного температурного режима.

Сценарий	Nominal	Fair	Serious	Critical
Плейбек	—	19 мин	30 мин	41 мин
По устройству				
iPhone 17 Pro	—	36 мин	71 мин	100 мин
iPhone 16 Pro	—	29 мин	42 мин	79 мин
iPhone 15 Pro	—	26 мин	38 мин	76 мин
iPhone 14 Pro	—	22 мин	37 мин	56 мин

В плейбеке нагрев наступает заметно быстрее: до Fair на 12 минут раньше (19 vs 31 мин), до Serious на 21 минуту раньше (30 vs 51 мин).



TIME TO THERMAL STATE: ПЛЕЙБЕК

Как быстро с момента начала сессии плейбека устройство впервые достигает определенного температурного режима.

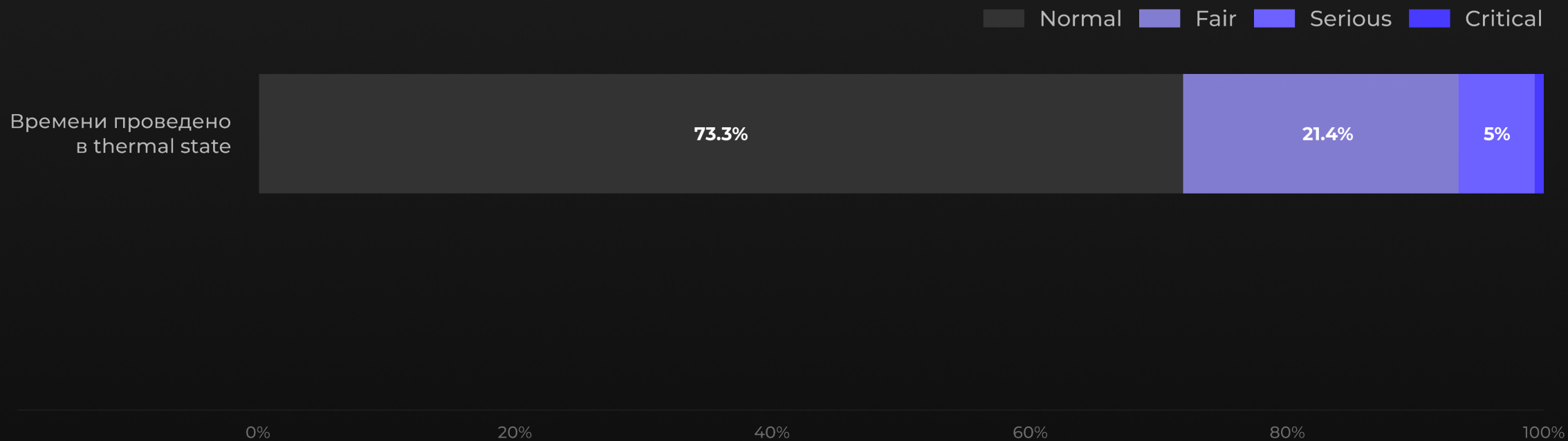
Сценарий	Nominal	Fair	Serious	Critical
Плейбек	—	19 мин	30 мин	41 мин
По устройству				
iPhone 17 Pro	—	36 мин	71 мин	100 мин
iPhone 16 Pro	—	29 мин	42 мин	79 мин
iPhone 15 Pro	—	26 мин	38 мин	76 мин
iPhone 14 Pro	—	22 мин	37 мин	56 мин
iPhone 11	—	15 мин	27 мин	42 мин

В плейбеке нагрев наступает заметно быстрее: до Fair на 12 минут раньше (19 vs 31 мин), до Serious на 21 минуту раньше (30 vs 51 мин).



TOTAL TIME IN THERMAL STATE

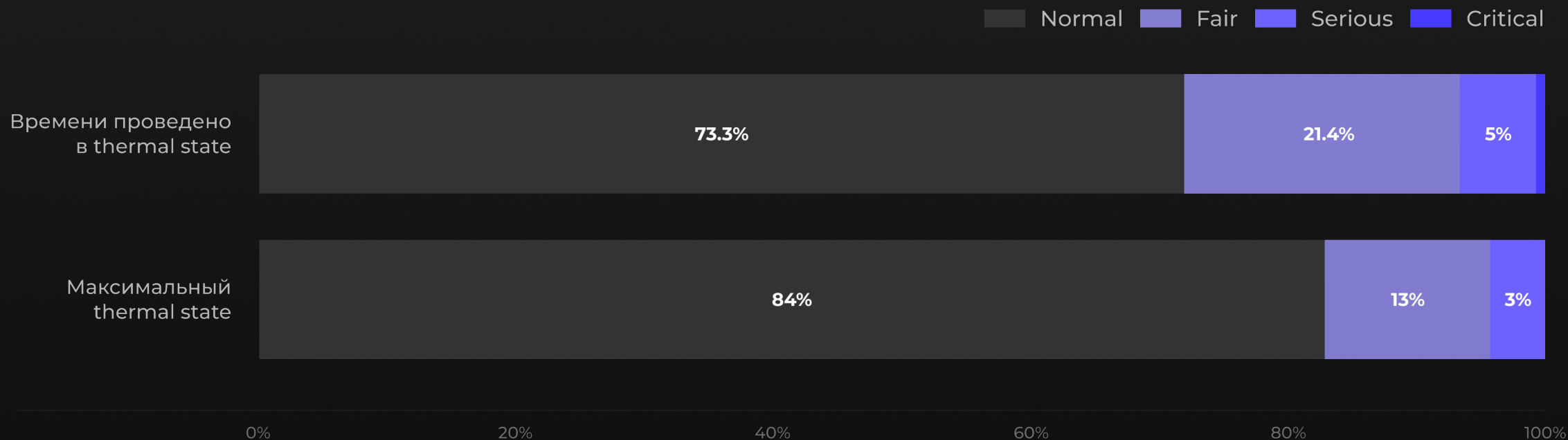
Сколько суммарно пользователь провёл в каждом тепловом состоянии за сессию.





TOTAL TIME IN THERMAL STATE

Сколько суммарно пользователь провёл в каждом тепловом состоянии за сессию.



Устройства не просто нагреваются — они остаются нагретыми надолго



ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПЛЕЙБЕКА. КАК ИЗМЕРИТЬ?

Transition analysis — сравнение сессий одних и тех же пользователей с собой.

- 1 Берём пользователей у которых за одну сессию было две или более сессий плеейбека. Измеряем длительность первых двух если во время второй сессии нагрев был выше.
- 2 Контрольная группа — те же условия (2+ плеейбека), но тепловое состояние не изменилось. Результат — второй плеейбек короче первого на 4.7% — это естественный паттерн.
- 3 Чистый эффект нагрева — разница между группами минус базовые 4.7%



НАГРЕВ СОКРАЩАЕТ ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПЛЕЙБЕКА

-15.5%

38.6 → 30.8 мин
Normal → Fair

-21.8%

42.2 → 31 мин
Normal → Serious



МАСШТАБ НАГРЕВА — ИТОГ

39.6%

Сессий
с плейбеком

32.3%

Сессий с зарядкой
iPhone 11

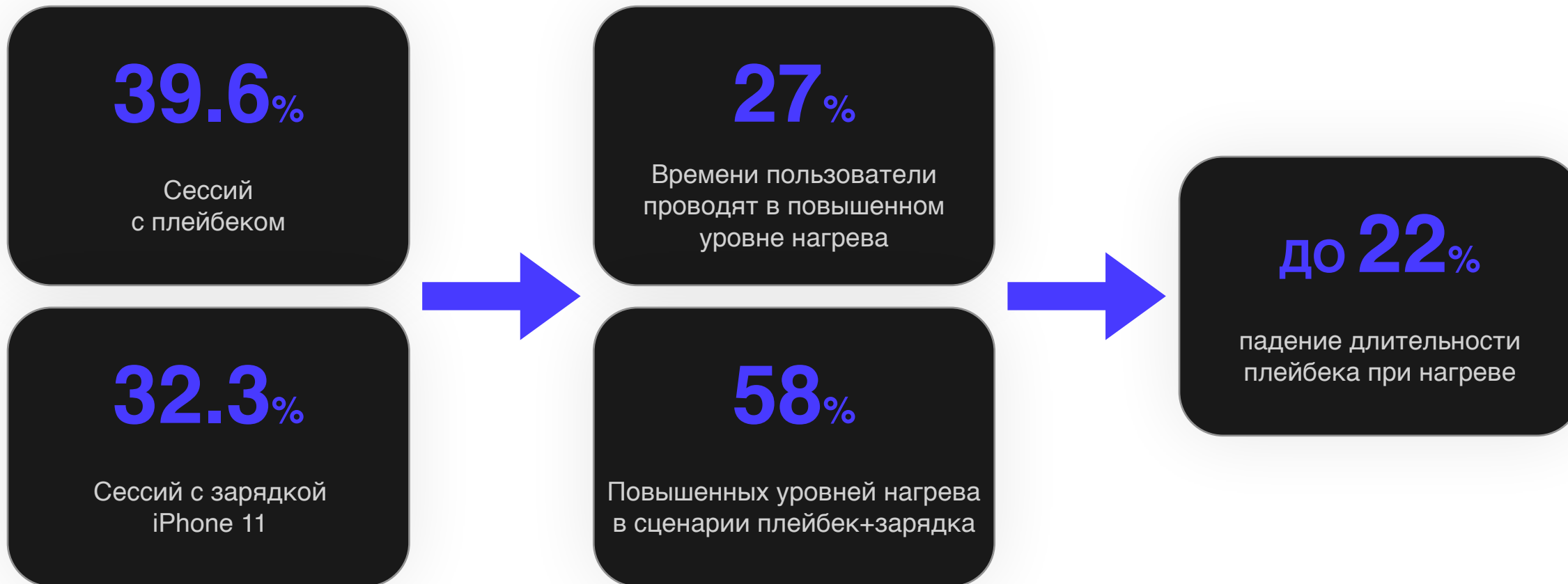


МАСШТАБ НАГРЕВА — ИТОГ





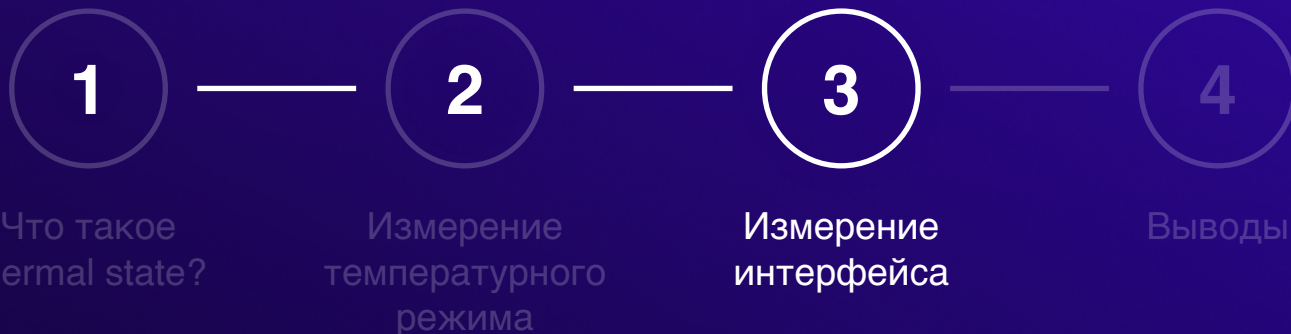
МАСШТАБ НАГРЕВА — ИТОГ





ИЗМЕРЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСА

ЧАСТЬ 3 — FPS И TOUCH LATENCY





КАК СОБРАТЬ МЕТРИКИ ПЛАВНОСТИ И ОТЗЫВЧИВОСТИ ИНТЕРФЕЙСА?



КАК СОБРАТЬ МЕТРИКИ ПЛАВНОСТИ И ОТЗЫВЧИВОСТИ ИНТЕРФЕЙСА?

MetricKit

Системный фреймворк Apple

- + Данные о hangs
- + Не требует реализации
- + Нет контекста сценария
- Нет привязки к thermal state
- Нет контроля над агрегацией



КАК СОБРАТЬ МЕТРИКИ ПЛАВНОСТИ И ОТЗЫВЧИВОСТИ ИНТЕРФЕЙСА?

MetricKit

Системный фреймворк Apple

- + Данные о hangs
- + Не требует реализации
- Нет контекста сценария
- Нет привязки к thermal state
- Нет контроля над агрегацией

CADisplayLink

+ Собственная логика агрегации

- + Метрики плавности и отзывчивости
- + Полный контекст — сценарий, thermalState
- + Контроль над сбором данных
- Требуется реализации и поддержки



CADISPLAYLINK: ОСНОВА ИЗМЕРЕНИЙ

CADisplayLink — таймер, синхронизированный с циклом обновления экрана.
С его помощью можно узнать время генерации кадра.

Основные поля:

timestamp

Начало
текущего кадра

targetTimestamp

Ожидаемый timestamp
следующего кадра

duration

Целевая длительность
кадра



CADISPLAYLINK: ОСНОВА ИЗМЕРЕНИЙ

```
// Setup
let link = CADisplayLink(target: self, selector: #selector(frameTick))
link.add(to: .main, forMode: .common)

@objc private func frameTick(_ link: CADisplayLink) {
    let duration = link.duration // интервал кадра (целевой – 1/60 или 1/120 с)
    let timestamp = link.timestamp // момент начала текущего кадра
    let targetTimestamp = link.targetTimestamp // ожидаемый timestamp следующего кадра

    // touch latency
    registerTouchStartLatency(session: session, timestamp: now)
    registerTouchEndLatency(session: session, id: id, timestamp: now)

    // fps metrics
    let delta = link.timestamp - lastTimestamp
    lastTimestamp = link.timestamp
    multidelegate.addFrame(duration: delta, timestamp: link.timestamp)
}
```



АРХИТЕКТУРА СБОРА МЕТРИК ИНТЕРФЕЙСА

Система измерения состоит из трёх уровней:





МЕТРИКИ ПЛАВНОСТИ

Важно не только среднее значение FPS, но и стабильность генерации кадров. Поэтому мы анализируем три компонента:

Средний FPS

Базовый показатель частоты смены кадров

Jitter

Стандартное отклонение длительности кадров — нестабильность. Зачастую пользовательский опыт более чувствителен к вариативности

Dropped frames

Доля кадров, опоздавших относительно ожидаемого времени генерации. Во время генерации может быть пропущено более 1 кадра, в зависимости от прошедшего времени



РЕАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ: БАЗОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ FPS

P50 — МЕДИАНА

58.6

Средний FPS

5 мс

Jitter

~1/26

Dropped rate
(≈ 3.8%)



РЕАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ: БАЗОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ FPS

P50 — МЕДИАНА

58.6

Средний FPS

5 мс

Jitter

~1/26

Dropped rate
(≈ 3.8%)

P90 — 10% ХУДШИХ

55

Средний FPS

13.2 мс

Jitter

~1/8

Dropped rate
(12.5%)



ВЛИЯНИЕ THERMAL STATE НА FPS

P50 — МЕДИАНА

Метрика	Nominal	Fair	Serious	Critical
Средний FPS	58.6	58.1	57.8	57.2
Jitter	5 мс	6 мс	6.2 мс	7 мс
Dropped rate	1/28	1/23	1/21	1/17

P90 — 10% ХУДШИХ

Метрика	Nominal	Fair	Serious	Critical
Средний FPS	54.6	54	53	46
Jitter	13 мс	14.5 мс	16 мс	49 мс
Dropped rate	1/8	1/7.2	1/6.5	1/2.9



ИЗМЕРЕНИЕ ОТЗЫВЧИВОСТИ ИНТЕРФЕЙСА

FPS описывает визуальную плавность. Но пользователь также чувствует задержку реакции на свои действия.

Touch latency — интервал между gesture-событием и следующим кадром CADisplayLink.

Чем выше значение, тем дольше реакция на действие пользователя.

Это не метрика плавности, а метрика отзывчивости. Рост latency приводит к ощущению зависания и потере доверия к отклику — даже при высоком FPS интерфейс может быть **НЕОТЗЫВЧИВЫМ**



РЕАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ: TOUCH LATENCY

17 мс

P50 — МЕДИАНА

70 мс

P90 — 10% ХУДШИХ



РЕАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ: TOUCH LATENCY

17 мс

P50 — МЕДИАНА

70 мс

P90 — 10% ХУДШИХ

Метрика	Nominal	Fair	Serious	Critical
p50	16 мс	17 мс	18 мс	19 мс
p90	63 мс	65 мс	69 мс	82 мс
p90, >0.05s	156 мс	171 мс	190 мс	262 мс

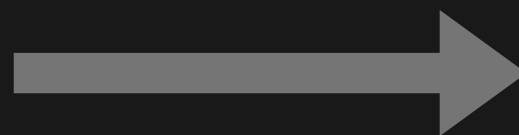
p90, >0.05s latency - пример заведомо проблемного сценария, где пропускается 3+ кадра (60гц) перед реакцией



КОГДА НАГРЕВ ЛОМАЕТ UX

5 MS

16 MS



Jitter и touch latency
p50 - normal vs critical

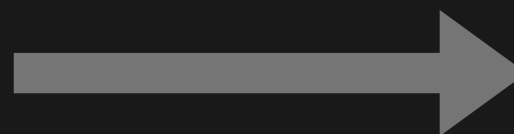
7 MS

19 MS



КОГДА НАГРЕВ ЛОМАЕТ UX

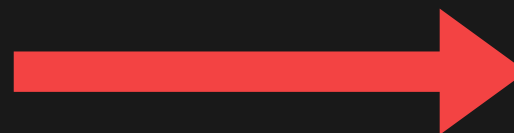
5 MS
16 MS



Jitter и touch latency
p50 - normal vs critical

7 MS
19 MS

13 MS
156 MS



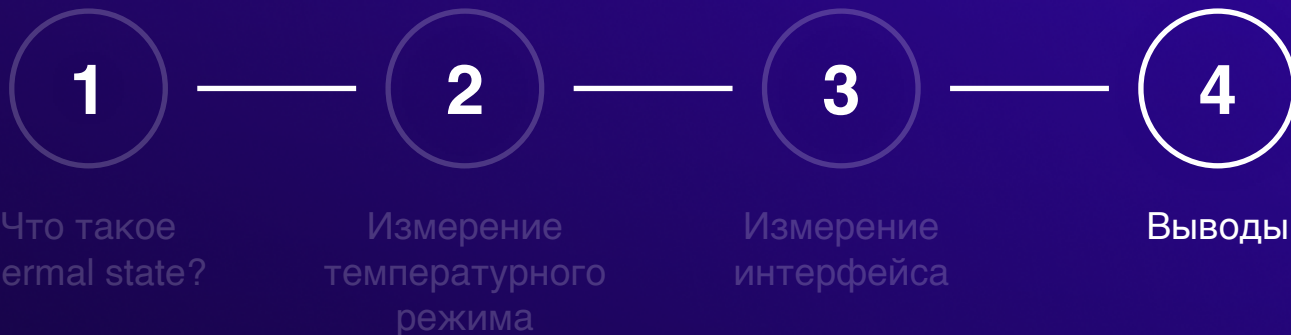
Jitter и touch latency
p90 и p90 >0.05ms
normal vs critical

49 MS
262 MS



СИНТЕЗ

ЧАСТЬ 4 — НАГРЕВ КАК МУЛЬТИПЛИКАТОР





НАГРЕВ СИСТЕМАТИЧЕН, А НЕ ИСКЛЮЧИТЕЛЕН

Повышенный thermal state является частым спутником пользовательских сессий:

- 1 ● **16%** всех сессий достигают Fair или выше. В плейбеке — **20%**.
- 2 ● До Fair в плейбеке — **19 минут** (p50). Нагрев происходит по ходу активной сессии.
- 3 ● Устройства тратят **26.7%** времени сессий в повышенном температурном режиме — фоновое условие значительной части аудитории.



МОДЕЛЬ УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЯЕТ ЗАПАС ПРОЧНОСТИ

В одних и тех же сценариях скорость нагрева и его влияние на пользовательский опыт может быть очень разным, в зависимости от девайса:

- 1 iPhone 11 достигает Fair за 15 мин в плейбеке. iPhone 17 Pro — за 36 мин. Разрыв 2.4x.
- 2 В плейбеке iPhone 11 достигает Serious за 27 мин. Для iPhone 17 Pro это 71 мин.
- 3 На iPhone 11 jitter в Nominal от 6 мс — уже на пороге заметности. Нагрев делает эти значения неприемлемыми.



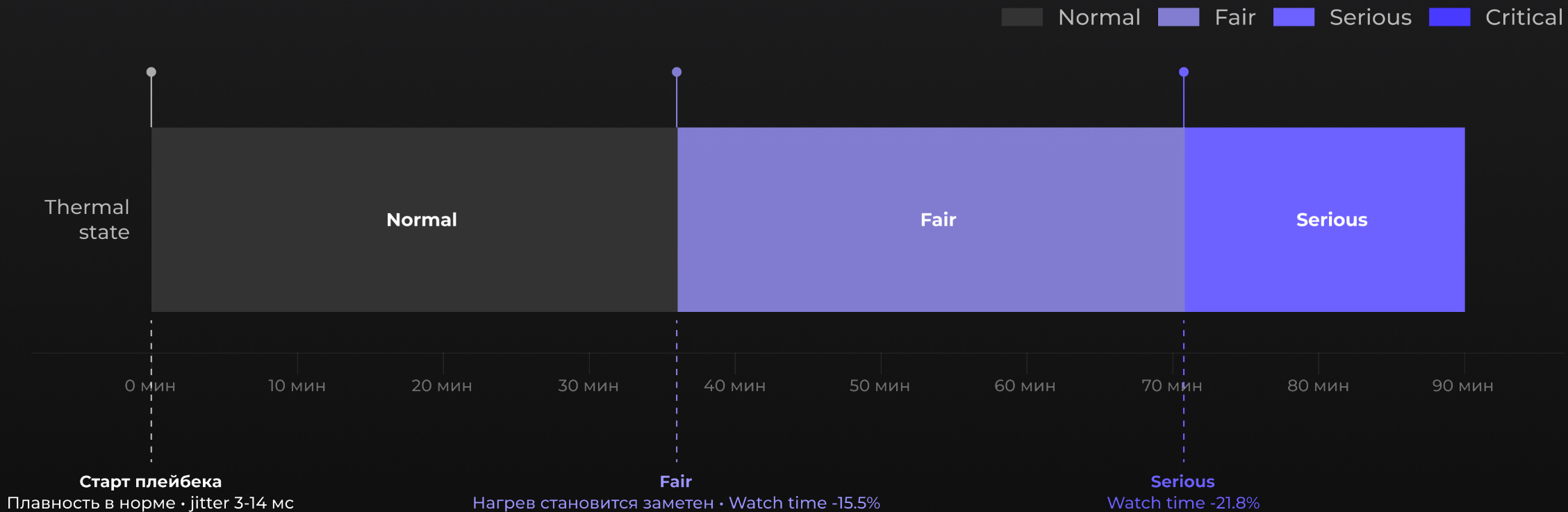
ПРОФИЛЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПО THERMAL STATE

Пользователи распределены по доле сессий с нагревом (`thermalState ≥ Fair`):

- 1 Девайсы **40%** пользователей не нагреваются никогда — для них нагрев не проблема.
- 2 До Fair — **42%** нагреваются менее чем в половине сессий — нагрев ситуативный, не постоянный.
- 3 **18%** пользователей — Fair+ в большинстве сессий, и таких 28% от всех с повышенным нагревом

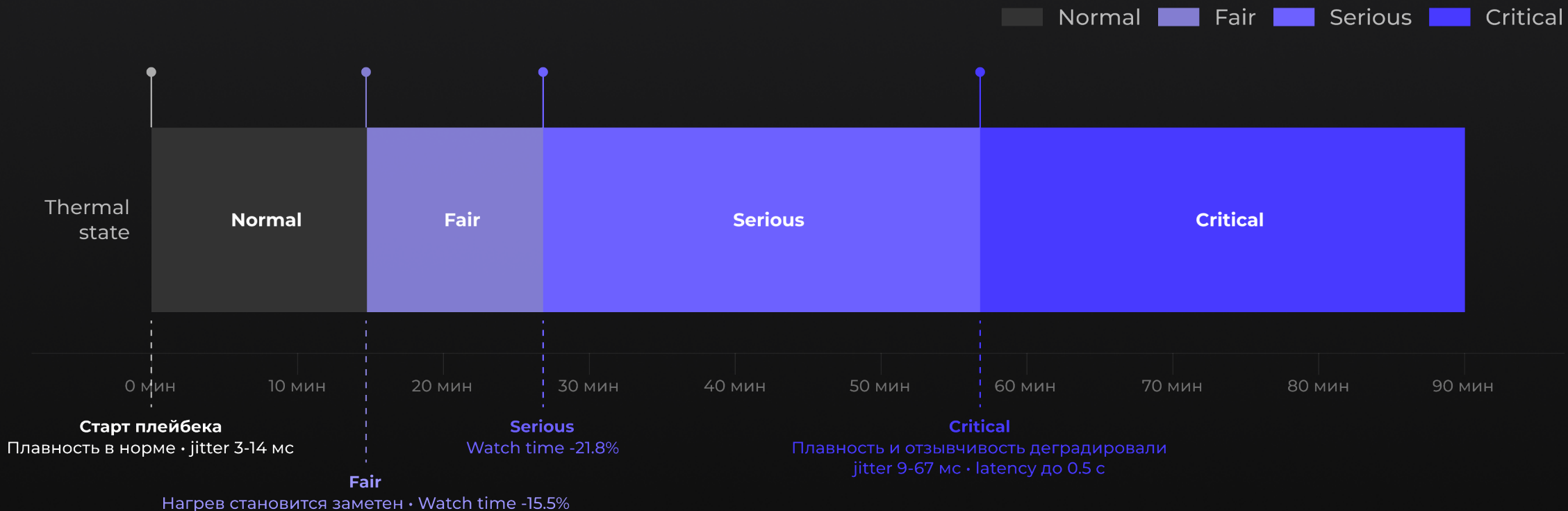


СЕССИЯ НА IPHONE 17 PRO



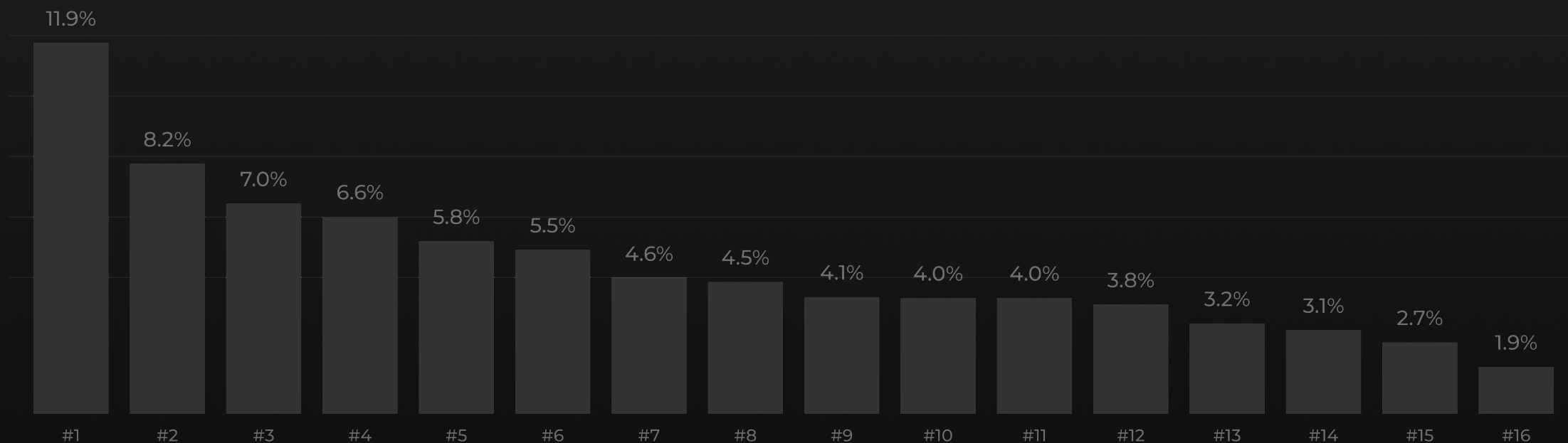


СЕССИЯ НА IPHONE 11



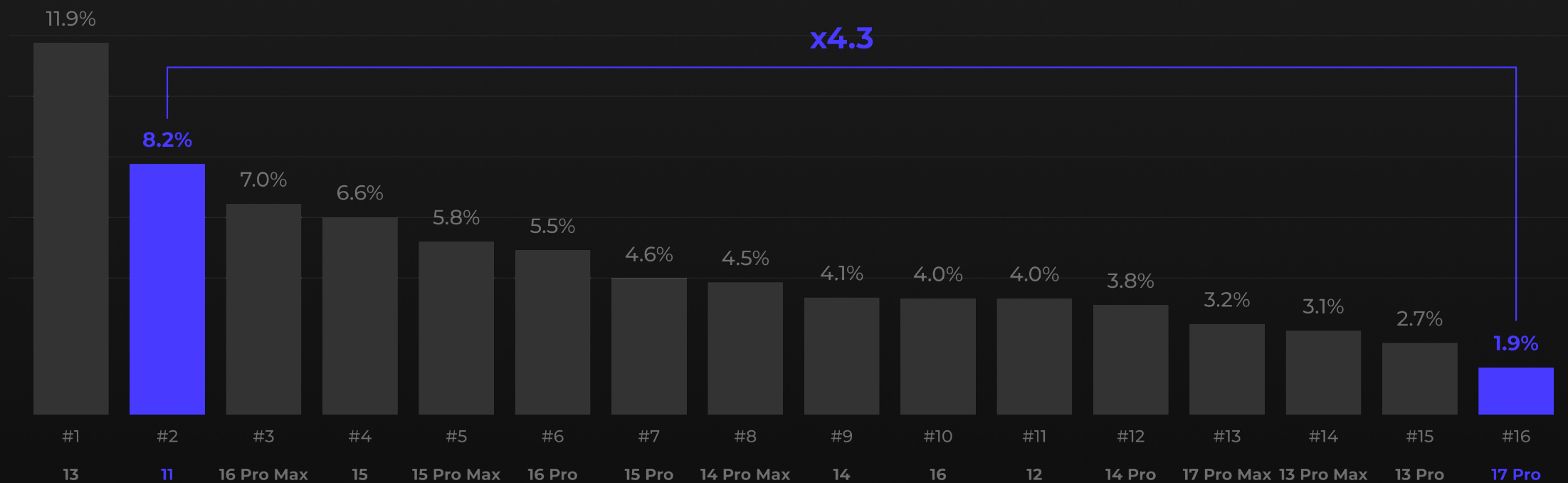


ТАК ЛИ ВАЖЕН IPHONE 11?





ТАК ЛИ ВАЖЕН IPHONE 11?





ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ

Адаптивное качество плеейбека при нагреве

Плейбек является основным сценарием, но также зачастую и приводит к нагреву. Уменьшение битрейта может замедлить нагрев, а также снизить необходимость частой зарядки

Пауза загрузок при активном плеейбеке

В таком случае приоритет отдается плеейбеку. Приостановка загрузок контента заметно снизит скорость нагрева, пусть и для достаточно редкого сценария

Уведомление пользователя о перегреве

Также как и iOS уведомляет пользователя при критическом перегреве, мы можем добавить нотификации для `serious` и `critical`. Это поможет пользователю вовремя исключить внешние условия нагрева



НАГРЕВ КОМПЛЕКСНО ЛОМАЕТ UX. ЧАСТЬ СЦЕНАРИЕВ НАИБОЛЕЕ УЯЗВИМА

Что мы выяснили:

Модель девайса

Старые устройства нагреваются намного быстрее, а их запас прочности пользовательского опыта гораздо ниже.

Длительность плейбека

Даже Fair заметно сокращает время сессий плейбека. Пользователь уходит до ухудшения метрик плавности и отзывчивости.

Плавность и отзывчивость

Serious и выше — заметное ухудшение плавности и отзывчивости. На старых устройствах граничит с невозможностью использования.

öökko