



Сфериические видеокамеры: применение

Михаил В. Шохирев

Клуб программистов
Шадринск
2021

О чём пойдёт речь:

- Виды панорам.
- Чем снимаются сферические фото- и видео-панорамы.
- Особенности сферических видео-камер.
- 360°-фото.
- Сферическое видео.
- Съёмка и приспособления для съёмки.
- Просмотр сферических фото и видео.
- Трансляция сферического видео и её применение.
- Сфера применения 360°-ных видео.
- Области применения сферических фото-панорам.
- Постпроизводство.
 - Преобразование в 2D видео (reframing).
 - Монтаж, эффекты, трансформации.



Виды панорам

CYLINDRICAL



Горизонтальная
(цилиндр, 360°)

SKYDOME



Полусферическая
(купол, 360°×90°)

FULL SPHERE



Сферическая
(шар, 360°×180°)

QTVR CUBE



Кубическая
(QuickTime VR)

Горизонтальная панорама (360°)



Съёмка по окружности в горизонтальной плоскости.

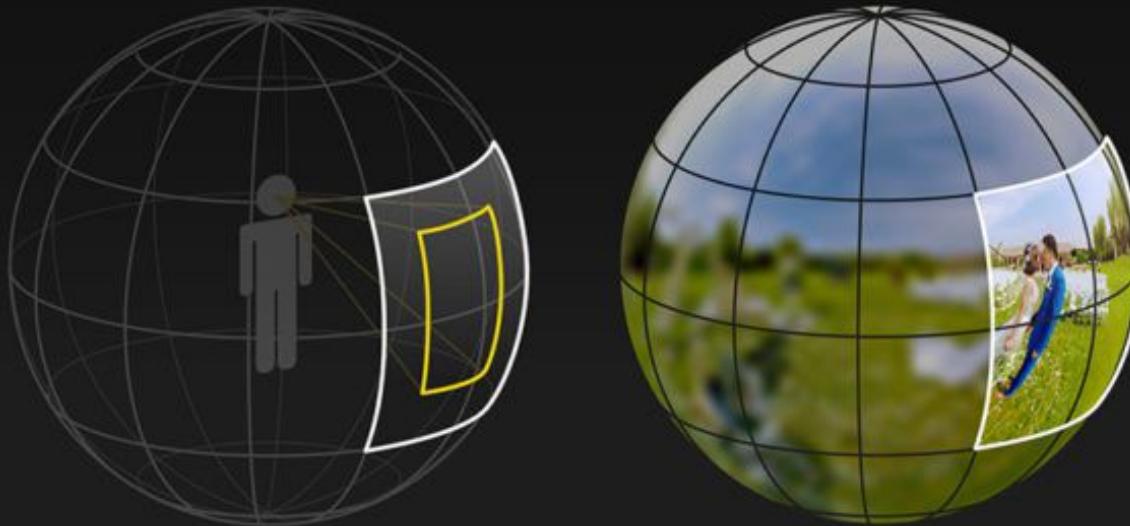


Можно представить в виде развёртки цилиндра.

Сферическая панорама (360°x180°)

Когда говорят о 360-градусном фото и видео, имеется в виду 360° во всех направлениях, то есть речь идёт о снимаемой сфере.

Часто для краткости вместо «сферическая» пишут просто «360°».



В отличие от цилиндрических панорам, сферические панорамы кроме горизонтального угла обзора в 360° включают и вертикальный угол обзора 180°.

Сферическую панораму можно снять:



- 1) вращая фотокамеру во всех направлениях и последовательно делая при этом снимки** (6 и более) – например, с квадрокоптера, а затем программно или аппаратно «сшить» из всех снимков *фото-панораму*;
 - 2) специальной камерой с многими объективами, направленными в разные стороны**, одновременно снимая части панорамы, которые [автоматически] обединяются в сферическое фото или видео;
- минимальная конструкция – камера с 2-мя полусферическими объективами.

Asteroom 3D Tour Kit



- 1) **Rotator** – обеспечит нужное вращение камеры смартфона на 360° по горизонтали;
- 2) **Ultra-wide fisheye lens** – насадка «рыбий глаз» позволит снимать на 180° по вертикали;
- 3) **Phone case** – для крепления насадки «рыбий глаз» на смартфон и выравнивания с объективом камеры;
- 4) **Tripod** – для фиксации ротатора со смартфоном при съёмке.



Комплект за \$109.99 позволит делать 360° **фотопанорамы** с лучшим разрешением (32 MP), но за большее время съёмки.

Сферическое фото в виде 2-х полусфер



Развёртка «глобуса» на плоскости в виде полуширий: dual fish-eye.

Особенности сфера-камер



- **Снимается сразу всё окружение:** не нужно выбирать ракурс съёмки.
- **Съёмка выполняется одномоментно** в отличие от покадровой съёмки.
- **Камеру можно направлять в любую сторону:** стабилизатор выравнивает изображение относительно горизонта.
- **Разрешение камеры относится ко всей снимаемой сфере:** на ближние объекты приходится больше пикселей, они чётче.
- **Из отснятого сферического видео можно сохранять отдельные кадры в виде 360°-панорам:** видео-съёмка предпочтительнее.
- **Аппаратура и встроенное ПО определяет качество** «сшивания» (stitching) двух снимаемых полушарий.
- **Сфéricaльная панорама даёт богатый материал для постпроизводства.**

Insta360 One X



Производитель: Insta360

Матрицы: 2 × 1/2.3" Sony CMOS sensors

Угол обзора: 200° для каждой камеры FishEye

Разрешение фото 360°: 18 MP=6080×3040px, JPEG / DNG

Разрешение видео 360°: 5.7K =5760×2880 @ 30fps

Формат видео: H.264, INSV → MP4

Широкоформатное видео: нет

Режим ночной съёмки: нет

Стабилизация изображения: 6-осевая FlowState™ gyro-based

Запись звука: 2 микрофона (stereo)

Память: 1 карта памяти microSD (\leq 128 GB)

Работа от батареи: 60 минут (1200 mAh, сменная)

Водонепроницаемость: нет

Экран: LCD, монохромный, не сенсорный

Дистанционное управление: смартфон, пульт ДУ

Обработка видео: смартфон (Insta360 app), ПК (Insta360 Studio)

Размеры: 115 × 48 × 28 мм

Вес: 115 г

Дата выпуска: 2018-10-17

Цена: \$ 399 (больше не производится)

Insta360 One R



Производитель: Insta360

Матрицы: 2 × 1/2.3" Sony CMOS sensors

Угол обзора: 200° для каждой камеры FishEye

Разрешение фото 360°: 18 MP=6080×3040px, JPEG / DNG

Разрешение видео 360°: 5.7K =5760×2880 @ 30fps

Формат видео: H.264, H.265, INSV → MP4

Широкоформатное видео: 4K Mod: 4K, 1-Inch Mod: 5.3K

Режим ночной съёмки: Night Shot

Стабилизация изображения: 6-осевая FlowState™ gyro-based

Запись звука: 2 микрофона (stereo)

Память: 1 карта памяти microSD (\leq 128 GB)

Работа от батареи: 70/~120 минут (1630/2380 mAh, сменная)

Водонепроницаемость: IPX8 (до 5 м)

Экран: OLED, цветной, сенсорный, видоискатель, reversible

Дистанционное управление: смартфон, пульт ДУ

Обработка видео: смартфон (Insta360 app), ПК (Insta360 Studio)

Размеры: 72 × 48 × 43 мм

Вес: 130.5 г; Модули: Dual-Lens 360, 4K-WideAngle, 1-Inch, Aerial

Дата выпуска: 2020-01-07

Цена: \$430+ = 41999+ ₽

Insta360 One X2



Производитель: Insta360

Матрицы: 2 × 1/2.3" CMOS sensors

Угол обзора: 200° для каждой камеры FishEye

Разрешение фото 360°: 18 MP=6080×3040px, JPEG / DNG

Разрешение видео 360°: 5.7K =5760×2880 @ 30fps

Формат видео: H.264, H.265, INSV / MP4

Широкоформатное видео: Steady Cam - 2560×1440 @ 50fps

Режим ночной съёмки: PureShot

Стабилизация изображения: 6-осевая FlowState™ gyro-based

Запись звука: 4 микрофона (360° direction spatial audio)

Память: 1 карта памяти microSD (≤ 1 TB)

Работа от батареи: 80 минут (1630 mAh, сменная)

Водонепроницаемость: IPX8 (до 10 м)

Экран: OLED, цветной, сенсорный, видоискатель

Дистанционное управление: смартфон, пульт ДУ, голосовое

Обработка видео: смартфон (Insta360 app), ПК (Insta360 Studio)

Размеры: 113 × 46 × 30 мм

Вес: 149 г

Дата выпуска: 2020-10-28

Цена: \$ 430 = € 485 ≈ 42900 ₽

Сравнение моделей Insta360

Insta360 One X

(2018-10-17)

- + 1-я легендарная популярная.
- + Линзы, матрицы, bitrate, угол обзора, разрешение фото / видео, процессор, стабилизация как у старших моделей.
- Больше не выпускается.
- ПО не обновляется.
- Нет защиты от влаги.
- Нет защиты линз.
- Работа от батареи: 60 мин.

Insta360 One X2

(2020-10-28)

- + Цветной сенсорный OLED экран видоискатель.
- + Водонепроницаемая (IPX8, 10 м).
- + Поддержка кодека H.265.
- + Работа от батареи: 80 мин
- + Режимочной съёмки PureShot.
- + Режим Steady Cam 2560×1440 @ 50fps.
- + Наилучшее качество съёмки (за счёт нового ПО).
- + Защита линз.
- + 4 микрофона (360° audio).
- + Адаптер для внешнего микрофона.
- + Голосовое управление.
- + Micro SD ≤ 1TB.

Insta360 One R

(2020-01-07)

- + Цветной сенсорный OLED экран видоискатель.
- + Водонепроницаемая (IPX8, 8 м).
- + Поддержка кодека H.265.
- + Работа от батареи: 70/120 мин.
- + Режимочной съёмки Night Shot.
- + USB Type C.

~ Модульная.

- Менее удобная, чем монолит.
- Толстый корпус мешает сшивке.
- Дополнительные модули: Dual-Lens 360, 4K-WideAngle, 1-Inch, Aerial / Drone Edition (Split-Lens), 3D Edition (Split-Lens).

Съёмка сферических видео-панорам

Запись 360° видео нужна для съёмок окружения неподвижного объекта или событий при движении от объекта к объекту.

- **Запись 360° видео в движении подобна съёмке на action-камеру**, только снимается сразу всё вокруг оператора, выбирать ракурс съёмки не требуется: съёмка проще.
- **Камера может крепиться на снаряжении человека (каска, шлем, привязь, одежда)**, при этом руки остаются свободными для действий.
- **Камеру можно закрепить на моноподе (selfie stick) и направлять её при съёмке объекта**: ближе/далше, выше/ниже, снаружи/изнутри.
- **Камеру можно закрепить стационарно** на приспособлении для съёмки или на (не)подвижном объекте.
- **Звук записывается встроенными микрофонами**, но можно подключать внешний микрофон.
- **Результат – видеозапись в сферическом формате**, при просмотре которой можно менять направление обзора.



Приспособления для съёмки сферических панорам



Пульт ДУ



Монопод



Штатив



Защитный чехол



Drifter



Крепление
для
квадрокоптера



Монопод-невидимка (Invisible Selfie Stick).

Съёмка сферических фото-панорам

Съёмка 360° фото нужна для создания объёмных панорам внутри помещений или на территории.

- **Съёмка 360° фото обычно делается со стационарного штатива** (трипода / монопода).
- **Съёмка со штатива необходима при длительной выдержке** из-за слабого освещения или при съёмке time-lapse.
- **Монопод-невидимка автоматически вырезается из кадра** при обработке снятого материала (Invisible Selfie Stick).
- **Для дистанционного управления съёмкой используется смартфон или пульт ДУ**, когда не нужно, чтобы оператор попал в кадр — съёмка безлюдного пространства.
- **Для съёмки большого помещения камеру переставляют в разные его места:** в каждый угол, посередине, у каждого входа.
- Часто сферические панорамы объединяются в последовательность (virtual tour) с добавлением переходов и дополнительной информации.
- **Результат — панорамная фотография в сферическом формате**, которую можно просматривать, выбирая направление обзора.



Просмотр сферических панорам

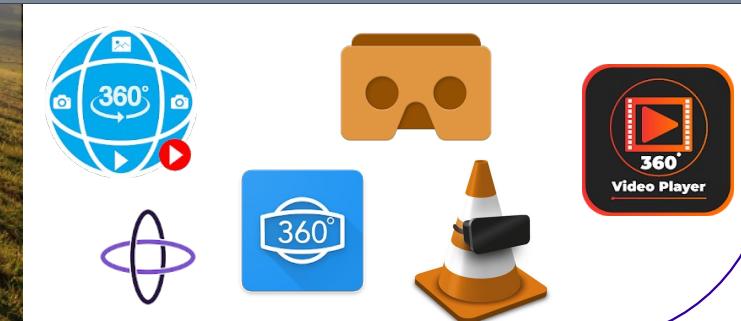
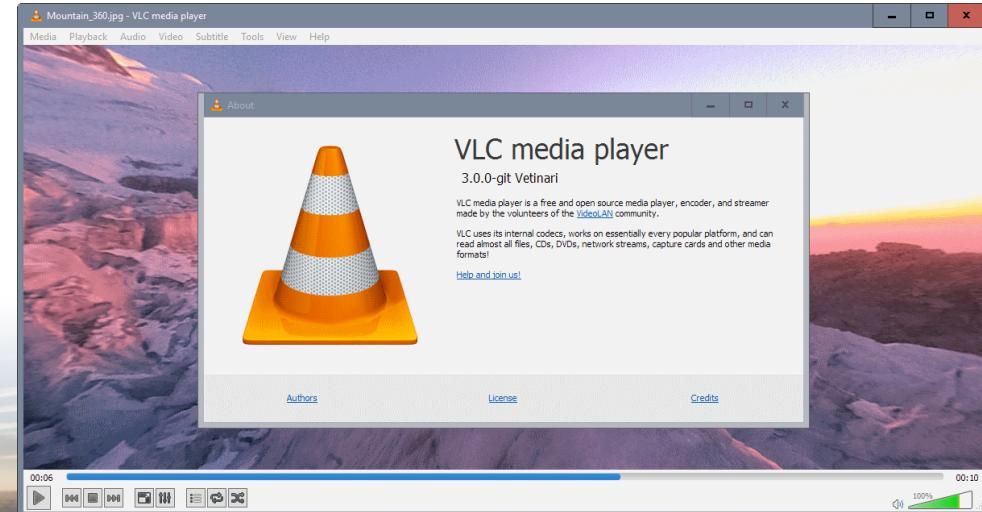


Главная особенность сферических панорам — **активный просмотр**: эффект присутствия и возможность по своему желанию управлять просмотром 360° фото- (статических) и видео- (динамических) материалов.

Просмотр сферических панорам: программы

360° Photo viewer / Video player: «смотри на сферу через экран»

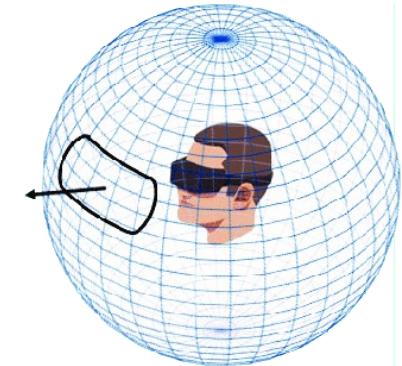
- Программа-просмотрщик для ПК.
- Плеер в web-браузере (*JavaScript*).
- Приложение для мобильного устройства.



Просмотр сферических панорам: гаджеты

Устройства для просмотра: «смотри изнутри сферы»

- Google Cardboard (=VRbox) + смартфон.
- VR-очки, VR-гарнитура.
- Шлем виртуальной реальности (VR).



Управление просмотром 360° панорам



Программное управление просмотром фото-панорам: вращение, масштабирование, ...

Чем управлять:

- **Направлением «взгляда»:** влево, вправо, вверх, вниз (вращением).
- **Приближением** (увеличением) и **удалением** (уменьшением) изображения.
- Паузами, перемоткой видео.

Как управлять:

- Стрелками на клавиатуре.
- Мышкой и колёсиком.
- Пальцами на сенсорном экране.
- Поворотами смартфона.
- Поворотами головы в гарнитуре.

Трансляция сферического видео



провод

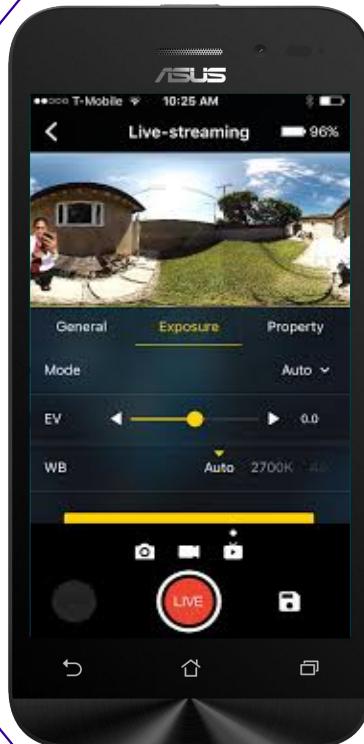


Wi-Fi / 4G

Одновременный просмотр
многими в реальном времени



Трансляция сферического видео и её применение



Трансляция в реальном времени (*live streaming*) сферического видео со звуком (на сервер RTMP / YouTube) для многочисленной аудитории с возможностью для зрителей индивидуально управлять просмотром.

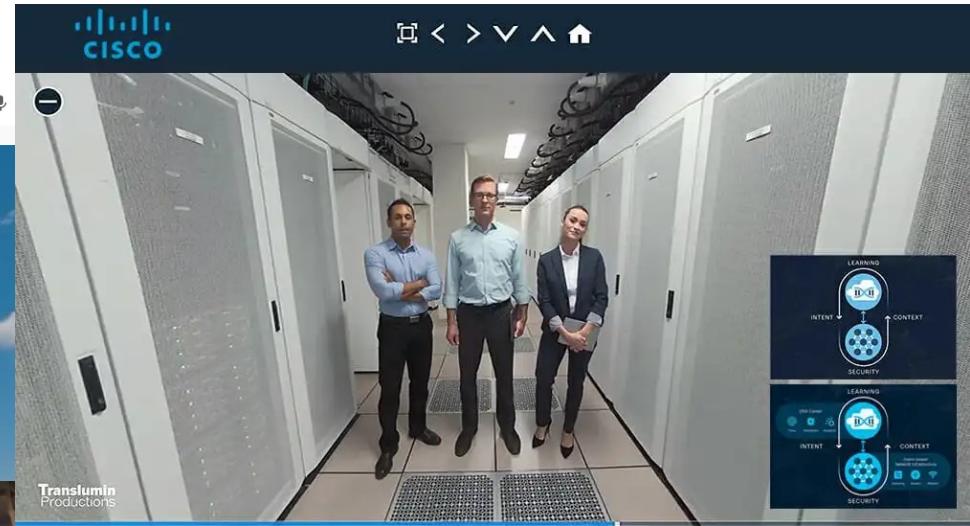
При этом можно вести запись трансляции в формате 360°-видео.

- **Видеоконференции с обзором на 360°**: настоящий «круглый стол».
- **Прямой репортаж о событии** – с эффектом присутствия.
- **Репортаж о путешествии** – от первого лица.
- **Отслеживание передвижения** / транспортировки / похода / поездки.
- **Вideo-отчёт о функционировании** процесса / оборудования.
- **Всестороннее обследование объекта**: снаружи, изнутри, вокруг.
- **Инспекция состояния** сооружений, аппаратуры, природных объектов.
- **Постоянный мониторинг** [производственного] процесса.
- **Дистанционное наблюдение** за выполнением действий стажёром.
- **Контроль соблюдения работником правил**: безопасности, санитарных.
- **Демонстрация мастер-класса для обучающихся** «в прямом эфире».
- **Проведение online-экскурсии** для дистанционных экскурсантов.

360°-ные видео-ролики

YouTube

Search



**Индивидуальный просмотр
«по требованию» в удобное
время**

Сфера применения 360°-ных видео-роликов

Индивидуальный просмотр записанного сферического видео со звуком с возможностью для зрителя управлять просмотром – эффект присутствия. Программная обработка 360°-видео для пространственного анализа и моделирования.

- **Запись видео-трансляции** в сферическом формате.
- **Видео-фиксация события** для последующего просмотра.
- **Виртуальная экскурсия по объекту**: культурному, промышленному.
- **Демонстрационное / рекламное видео**: деятельности, объектов.
- **Обучающее видео** с комментариями преподавателя.
- **Запись мастер-класса** для повторного просмотра обучающимися.
- **Тематическая информационная запись** в формате 360°.
- **Анализ обследования** объекта / механизма (в т. ч. его внутренностей).
- **Журналистика, туризм, спорт, видео-обзоры** (vlogging).
- **Размещение 360°-видеоматериалов в Internet**: YouTube, соцсети.
- **Построение 3D-модели** изменения объекта во времени на основе программного анализа сферических записей.



Сферические панорамные фото



Области применения сферических панорамных фото

Пространственные фото-панорамы объектов как основа для объёмного моделирования и создания виртуальных туров и цифровых двойников.

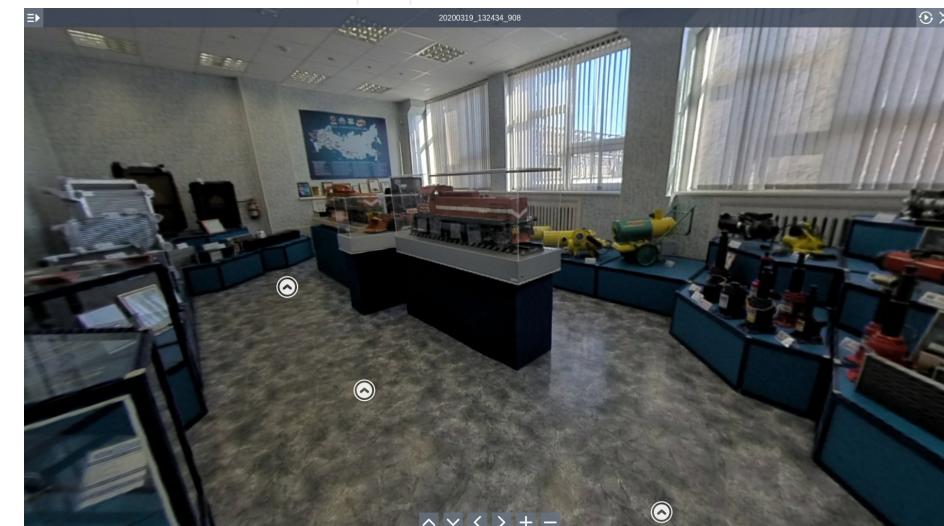
- **Панorama объекта:** промышленного / архитектурного / культурного / природного.
- **Виртуальная экскурсия** по объекту (virtual tour).
- **Постоянный виртуальный музей / выставка.**
- **Разовая экспозиция** / витрина / стенд для мероприятия.
- **Модель комплексного объекта** для изучения учащимися.
- **Размещение информационных панорам** на общедоступных сервисах Google Maps / Google Street View.
- **Создание 3D-моделей и поэтажных планов** объектов с размерами – для BIM (Building Information Modelling) и GIS (Geo Information Systems).
- **Создание цифровых двойников** (digital twin) для инженерных, промышленных и строительных объектов .



Виртуальные экскурсии (Virtual Tour)

Сферические фото-панорамы объектов, объединённые в последовательность. С помощью добавленных в панорамы интерактивных элементов можно получать дополнительную информацию и переходить между панорамами.

- Виртуальные экскурсии – эффективное и удобное **средство мультимедийного знакомства с различными сложными объектами**.
- **В панорамы можно внедрять интерактивные точки** (hotspots): надписи, метки, текстовые описания, фото-, аудио- и видео- материалы, ссылки на внешние ресурсы.
- **Виртуальное проведение экскурсий – часто единственный способ изучить объект дистанционно**, особенно, если доступ на него ограничен: санитарные ограничения, закрытая территория, требования промбезопасности и т. п.
- **Можно запрограммировать автоматический показ** (вращение, изменение ракурса, масштабирование) и переходы между панорамами, программное воспроизведение информации.



Просмотр виртуальных экскурсий

Видео (видеозапись в формате 360°):

- Сматрим 360°-ролик со звуком и движением, как его отснял оператор и смонтировал режиссёр или живую трансляцию.
- Можем управлять направлением «взгляда» при просмотре: в любую желаемую сторону.
- А также приближением и удалением видимого в кадре изображения.
- Можем поставить воспроизведение на паузу, перемотать, посмотреть снова видеозапись.

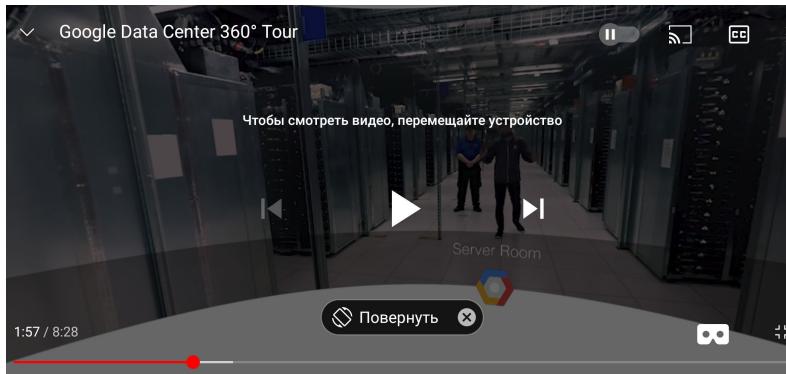
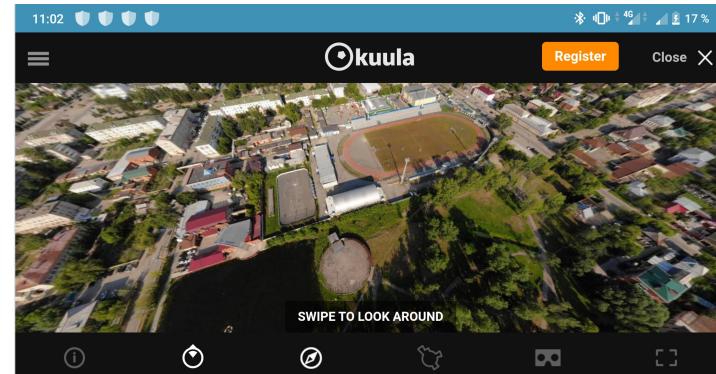


ФОТО → сложный мультимедийный объект:

- Просматриваем одно статическое панорамное фото и можем переходить к просмотру следующей панорамы.
- Можем осматривать части окружающего пространства: интерьер, экстерьер, пейзаж.
- Можем масштабировать просматриваемое изображение: увеличивать и уменьшать.
- Можем активировать интерактивные элементы, размещённые на панораме (hot spots).

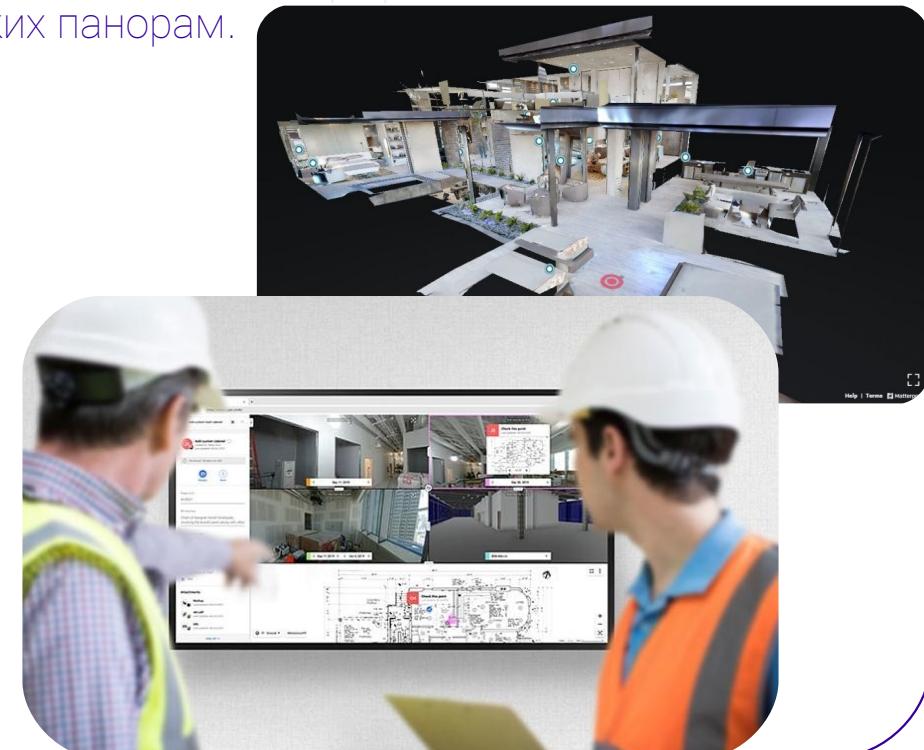


Цифровые двойники (Digital Twin)

«Цифровой двойник» (или «цифровой близнец») – виртуальный аналог реального объекта, наглядная компьютерная модель физического объекта (виртуальная реальность = VR) с внедрёнными в неё данными о нём (дополненная реальность = AR).

- **Построение реалистичных объёмных моделей объектов** сканирования или программного анализа сферических панорам.
- **По созданной 3D-модели возможно проведение гео-/стерео-метрических измерений**, вычисление площадей и объёмов.
- Помимо статического представления объекта **на модели можно выводить обновляемые в реальном времени данные о его состоянии** на основании показаний различных датчиков.
- **Наглядное представление в виде двойника сложного инженерного, промышленного, строительного объекта** помогает проводить его анализ и моделировать развитие.

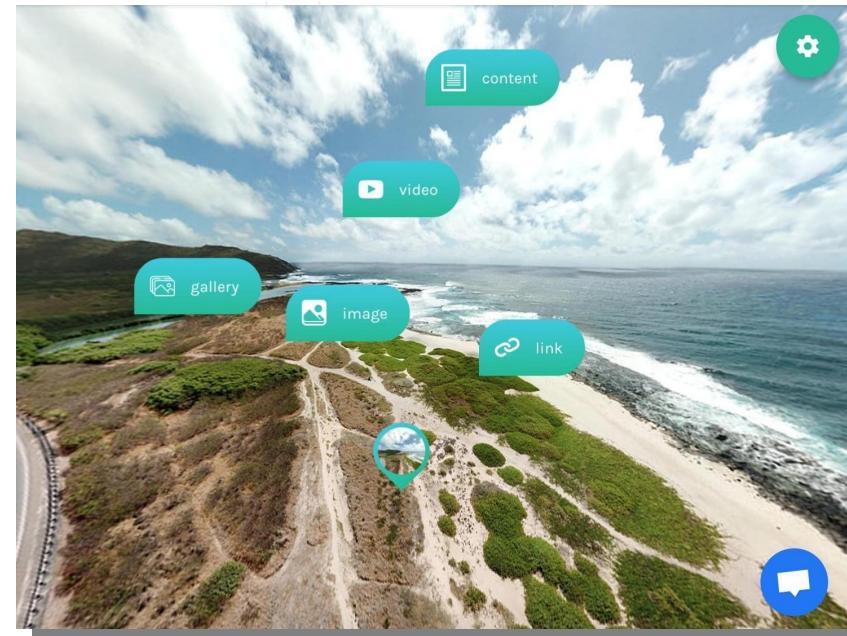
выполняется на основе 3D-



Hot Spots, Multimedia, Augmented Reality

Виртуальные экскурсии и цифровые двойники, созданные на основе сферических панорам, дополняются интерактивными элементами, которые позволяют обогатить взаимодействие объектами в виртуальной реальности.

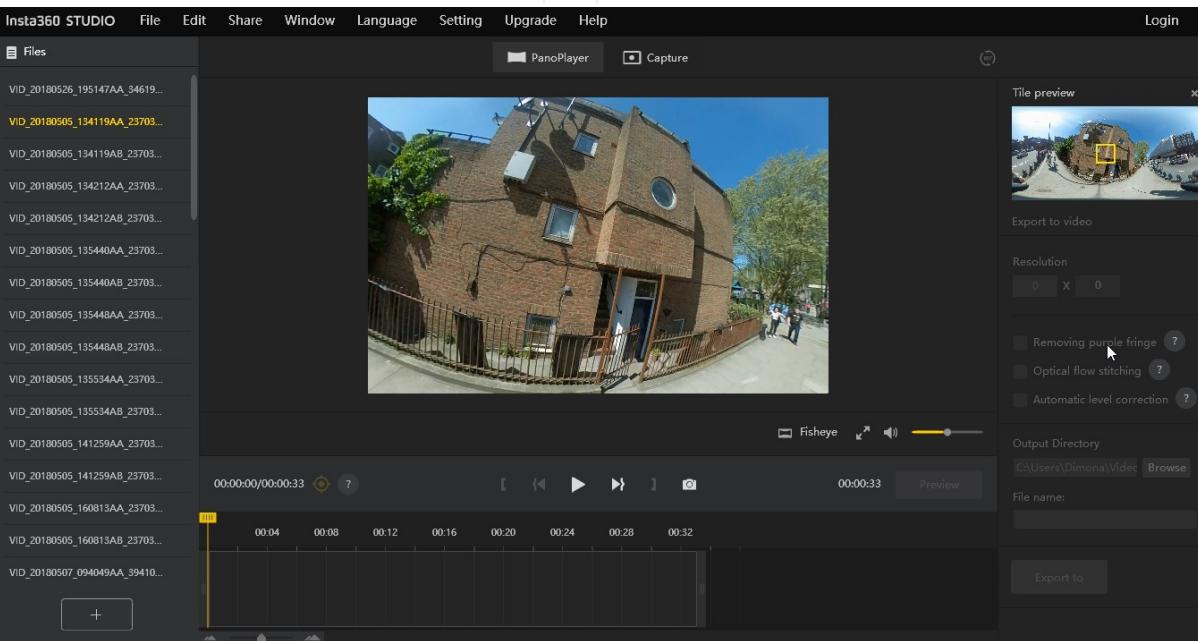
- При редактировании виртуального объекта в него добавляются **интерактивные точки** (hotspots) с иконками и надписями, при активации которых выполняются переходы между точками обзора, запускается воспроизведение аудио/видео-записей, показ фотографий, переход по гиперссылкам на внешние ресурсы, выполнение дополнительных программ.
- Объекты на панораме **дополняются поясняющими надписями, наложенными изображениями.**
- В нужных частях панорамы можно программным способом **динамически выводить сведения** об объектах.
- VT | DT = HTML5 + JavaScript + multimedia.



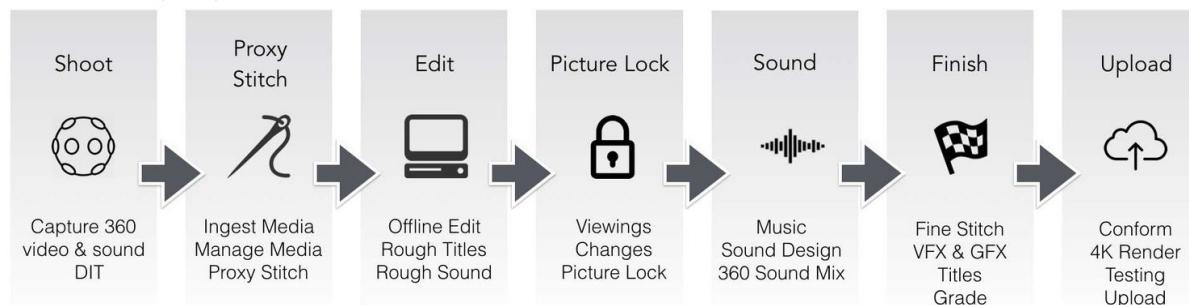
360



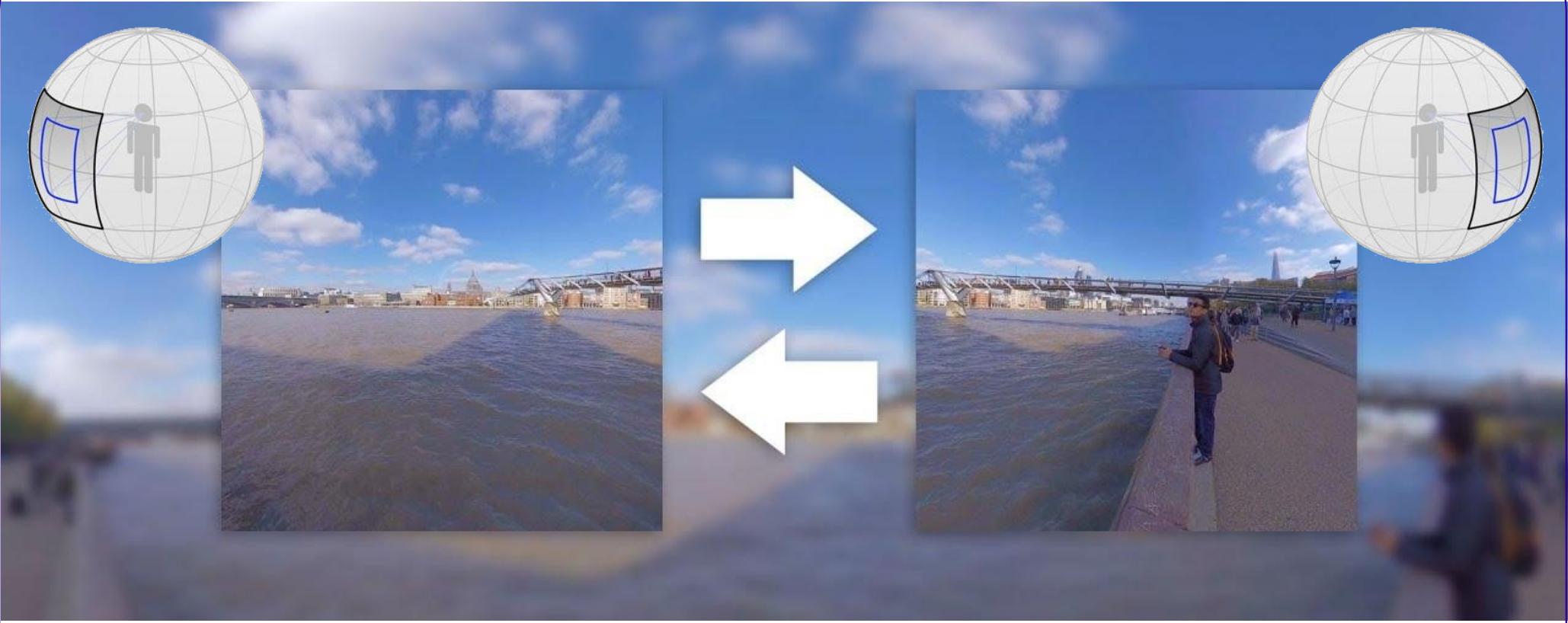
Постпроизводство: редактирование и преобразование



Особенность преобразования отснятых 360° фото- и видео-материалов: **можно выбирать, какой «кусочек» сферы нужно показать** для просмотра зрителями.



Преобразование сферического в 2D видео / фото



Одно 360° видео или фото можно преобразовать в несколько «плоских» (2D) видео или фото, показывая различные ракурсы отснятой сферы.

Преобразование сферического в 2D видео / фото



Insta360 Studio 2021 for PC / Mac

При экспорте (reframe) из сферического формата INSV (5.7K, 5760 × 2880 px) в 2D формат H.264/MP4 с соотношением сторон 16:9 и 9:16 получается разрешение Full HD 1920×1080 px, а с соотношением 1:1 (4:4) – 1280×1280 px.



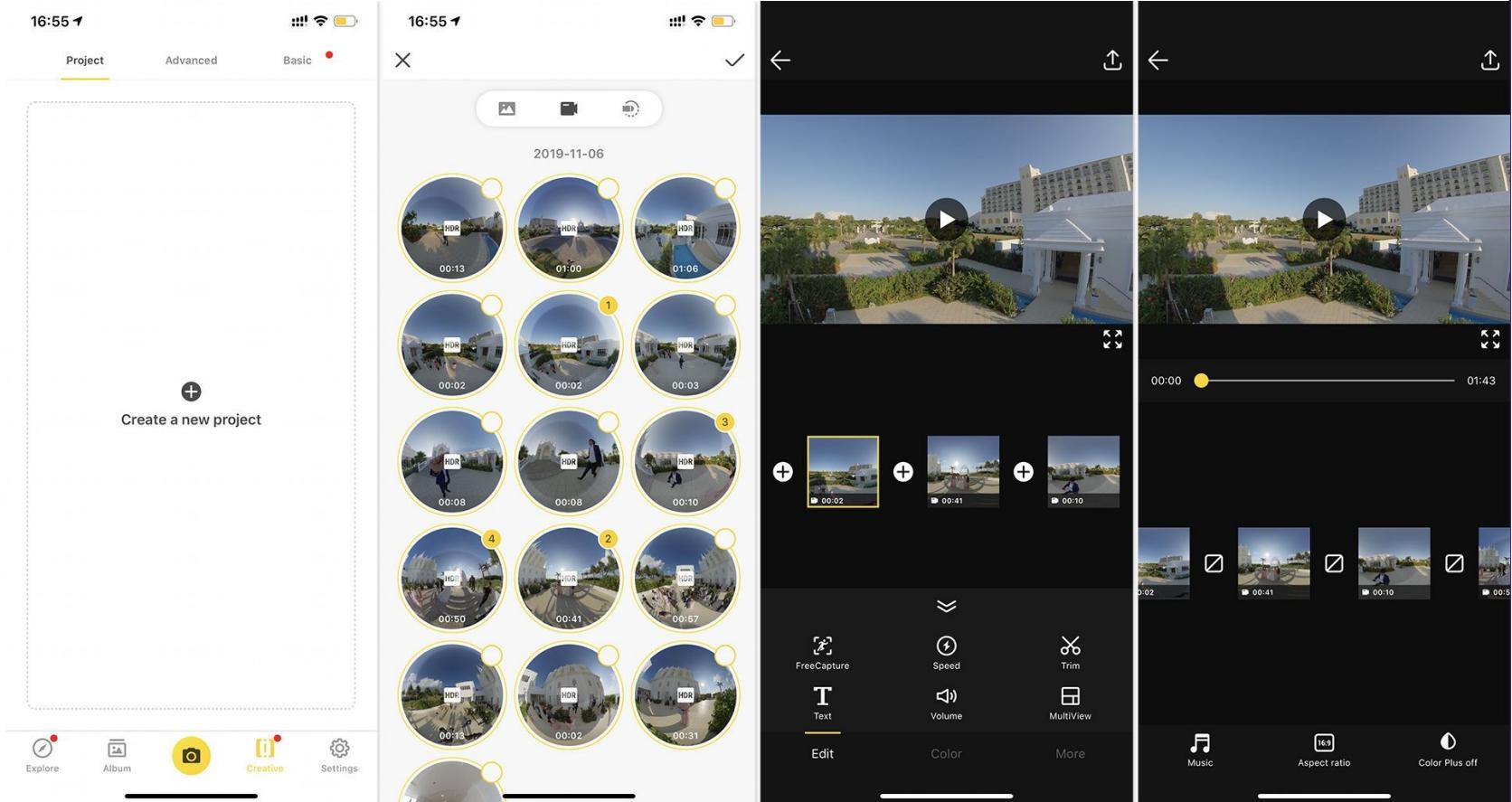
Insta360 app
for Android / iOS

Съёмка всего окружения даёт широкие возможности пост-обработки фото- и видеопанорам в сферическом формате.

Сложное редактирование и преобразование отснятых 360°-материалов лучше выполнять на компьютере, но очень многое можно сделать в приложении прямо на мобильном устройстве.

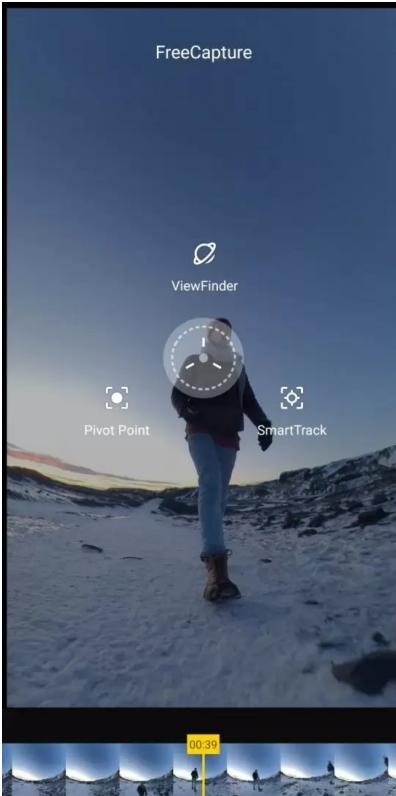
Приложение Insta360

Story Editor,
Shot Lab



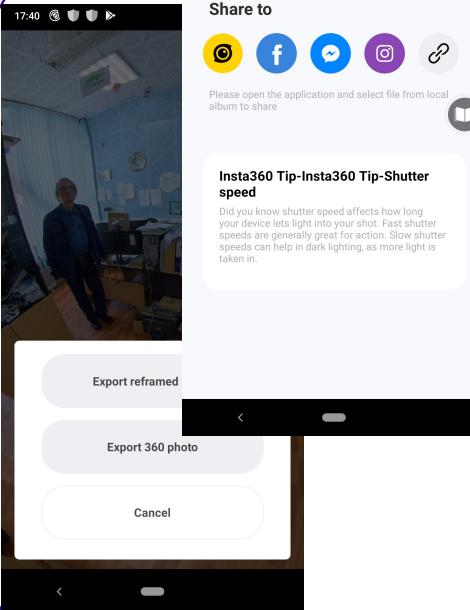
Преобразование видео 360° в 2D

Одно 360°-видео можно преобразовать в несколько «плоских» (2D) видео, динамически показывая различные ракурсы.



- **Выбор ракурсов** можно делать, направляя смартфон при просмотре видео (ViewFinder) или с помощью опорных точек (PivotPoint). Смены ракурсов имитируют различные виды съёмок: FPV, 2PV, 3PV, PiP, SplitScreen.
- При редактировании видео можно **менять формат кадра, вырезать части и объединять несколько видео**, добавляя эффекты переходов между ними.
- При редактировании и преобразовании 360° → 2D можно **добавлять разные эффекты**: ускорять (hyperlapse) / замедлять (slo-mo) скорость, отслеживать объекты, автоматически изменять ракурсы.
- **Часть эффектов выполняется с применением искусственного интеллекта:** SmartTrack, DollyZoom, StopMotion (Mix), BulletTime (Mix), CloneTrail, ShadowClone, Split/GiantJump, Pixelize, AutoTimeShift, TimeFlip, FlyLapse, StarLapse, GhostTown, Roll/Jump/ParallelPlanet, etc.
- В пополняемой **библиотеке эффектов** Shot Lab > 20 шаблонов.
- У редактируемого видео также можно **заменить аудио-дорожку** на музыку, ...
- Из записанного сферического видео можно **сохранять отдельные кадры в виде 360°-панорам**.

Преобразование фото 360° в 2D



Сферические фото-панорамы можно преобразовать в различные двумерные изображения, выбирая разные части сферы, а также применяя эффекты.

- Сферическую панораму **можно сохранить в разных двумерных проекциях** (плоских развёртках с искажениями или компенсацией wide lens distortion).
- Из сферического изображения **можно выбрать нужный 2D-ракурс**, выбрав его при вращении и масштабировании панорамы.
- Можно **сделать несколько 2D-фото с разными частями одной сферической панорамы**.
- При экспорте в 2D **можно выбрать для фото нужное соотношение сторон** (1:1, 9:16, 16:9, 2.35:1).
- К 360°-фото **можно применить различные эффекты, трансформирующие изображение**: tiny planet, inverted tiny planet, ...
- Из сферической панорамы **можно получить горизонтальную панораму**: 360° или 180°.
- Из серии фотографий **можно сделать ускоренное видео**: time-lapse, StarLapse, ...

Одномоментное
сферическое фото –
источник разнообразных
преобразований.



Inverted Tiny Planet.



Часть сферы в равнопромежуточной проекции (equirectangular).

Сферическое фото, свёрнутое в виде *Tiny Planet*.

Где используются сферические панорамы

Виртуальные туры, панорамы (включая аэро-панорамы)

- **Путешествия:** гостиницы и отели, квартиры, курорты, рестораны и кафе, вокзалы и аэропорты, ...
- **Достопримечательности:** архитектура, памятники, парки, пейзажи, ...
- **Культура:** музеи, галереи, выставочные залы, театры, кинозалы, ...
- **Развлечения:** концерты, шоу, выставки, мероприятия, фестивали, ...
- **Туризм:** турбазы, маршруты, заповедники, памятники природы, ...
- **Спорт:** выступления, матчи, экстремальные виды спорта, тренажёрные залы, ...
- **Торговля:** магазины, торговые центры, шоу-румы, салоны, ...
- **Недвижимость:** квартиры, дома, участки, офисы, бизнес-центры, ...
- **Реклама:** предприятие, продукция, производство, деятельность, ...
- **Строительство:** обследование, мониторинг, инспекции, измерения, ...
- **Промышленность:** мониторинг, обследование, отчёты, ...
- **Коммуникации:** репортажи, трансляции, видеоконференции, ...
- **Образование:** лекции, занятия, мастер-классы, экскурсии, ...
- **Наука:** визуальные наблюдения, мониторинг, видеозапись, ...
- **Инженерия:** оцифровка данных, 3D-моделирование, распознавание образов, ...



Ссылки:

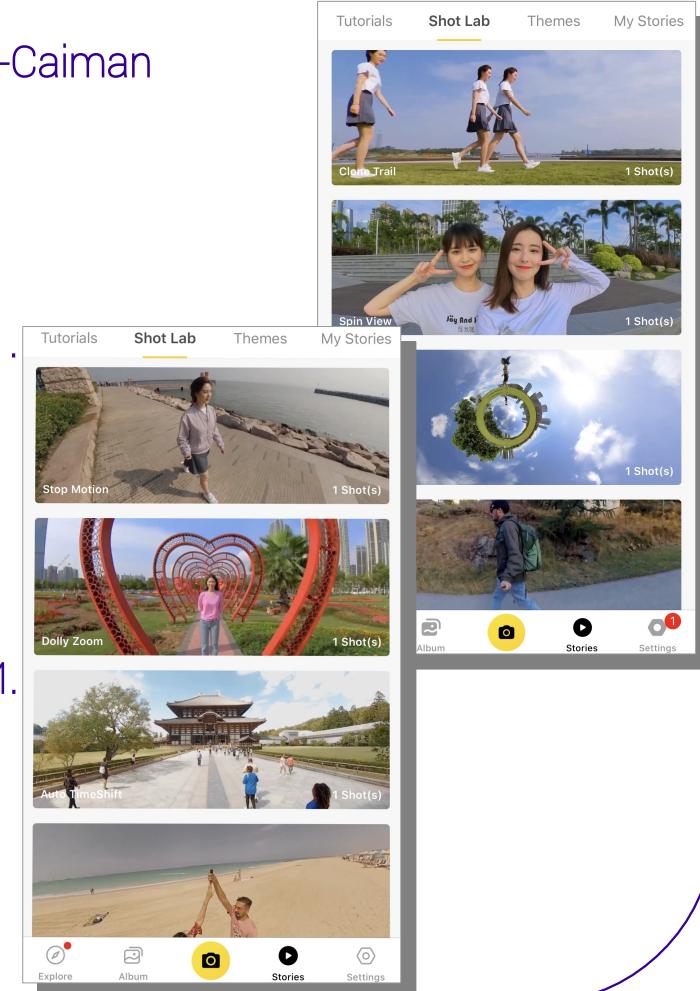
Эта презентация @ github.com/mike-shock/Programmers_Club-Caiman

Видео-обзоры @ YouTube

- Insta360 One X2 - карманная камера 360 градусов.
- Insta360 One X2 – Эффекты.
- 21 creative Insta360 ONE X2 / ONE R video tricks & ideas for 2021.
- Как сделать виртуальный тур в Marzipano 360
- 360 видео: Инструменты для работы

О камерах, съёмке, обработке

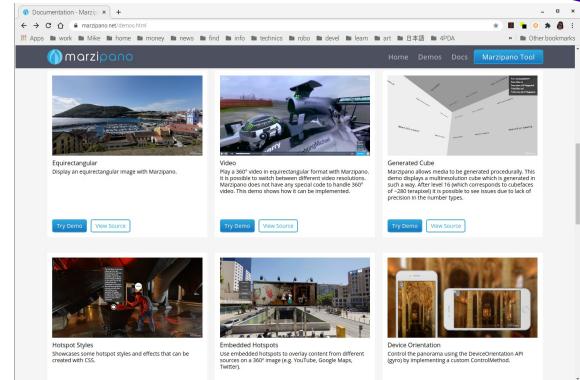
- Insta360 на русском
- Insta360 Shot Lab: творческое редактирование с помощью ИИ.
- Дрифтер для камеры Insta360 ONE X
- Google Cardboard
- Asteroom 3D Tour Kit
- How To Shoot & Upload to Google Street View



Ссылки:

Виртуальные туры

- Исследовательский центр NASA им. Дж. Гленна
- Примеры - 3Dvista
- Недвижимость и 3D-модели - примеры
- 41 лучший виртуальный музей мира, который необходимо посетить
- Храм в честь Покрова Пресвятой Богородицы @ GoogleMaps



Программное обеспечение

- 3 примера @ marzipano.net + демо активных элементов с исходниками
- Marzipano: HotSpots
- The Best 10 Free and Open-Source Virtual Tour Software Solutions
- Virtual Tour Software: > 70 products
- Обзор программ для просмотра панорамного видео 360° на компьютере
- 360° JavaScript Viewers – сравнение: описание и примеры

Ссылки:

Видео в 360°

- VR 360 | Кавказский природный биосферный заповедник им. Шапошникова
- Yandex data center 360° tour
- Google Data Center 360° Tour
- 360 Degree Construction Time-Lapse
-
- Панорамы в 360°
- 360gigapixels.com
- 360cities.net
- Kuula.co
- Шадринск, ул. Февральская

Благодарю за внимание!

Готов ответить
на ваши вопросы

Insta360 One R: Aerial Edition

