

**Технология  
Дополненной  
реальности**

**Лекция № 9**

**Промышленное применение ДР  
Платформа  
от компании PTC Vuforia  
I. Vuforia Engine**

**Принципы построения и разработка Приложений ДР  
в среде Vuforia Engine + Unity 3D**

vuforia® engine™



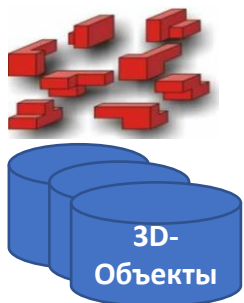
— мировой лидер среди средств разработки игровых приложений – «игровой движок».

→ как разрабатываются Приложения ДР

Имеющийся на сегодня опыт разработки **AR-Приложений** свидетельствует о том, что парадигма использования связки **Vuforia Engine + Unity 3D** позволяет добиться максимального эффекта при реализации задач, поставленных заказчиками Приложений в самых разных областях.

Приложения AR, разработанные в данной комбинации, это программные приложения, использующие **Vuforia** для управления проектами **AR**. При этом такие проекты **AR** содержат сцены и переходы между ними (сценарии), которые разрабатываются средствами движка **Unity 3D**.

В Проектах **AR Unity 3D** отвечает за содержание и наполнение сцен объектами (т.н. – контент). А **Vuforia Engine** – обеспечивает специфику Дополненной реальности, добавляя расширенную функциональность компьютерного зрения: распознавание (**recognition**) специальных меток, топологическую привязку объектов контента, отслеживание пространственного размещения (**trekking**).



Объектная разработка →  
Создание контента  
при помощи

- Unity
- Android Studio
- XCode
- Visual Studio



Проектная разработка

Публикация на  
marketplaces или локально



Передача клиенту  
Приложения ДР  
собственного бренда



~~Vuforia Engine поддерживает различные среды объектной разработки Приложений ДР, что позволяет реализовывать различные требования к таким приложениям со стороны заказчиков, а разработчика – выбрать наиболее удобную для них платформу (инструментарий, среду...)~~

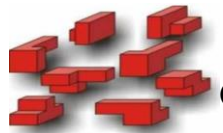
# ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЙ ДР С ПОМОЩЬЮ ПЛАТФОРМЫ

vuforia® engine



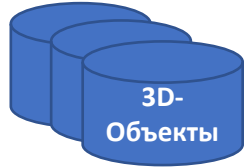
# vuforia® engine™ → как разрабатываются Приложения ДР

vuforia® engine™ - это платформа дополненной реальности и инструментарий разработчика программного обеспечения дополненной реальности.



Объектная разработка →

Создание контента  
при помощи



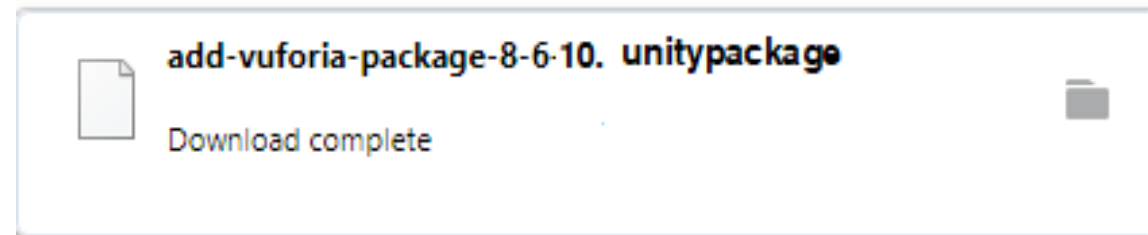
Проектная разработка →  
УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ AR

**Vuforia** - это облачное решение **Application as a Service**.  
Необходимый функционал **Vuforia Engine** для управления **AR**-  
Проектами получается как **набор сервисов**, предоставляемых  
компанией **PTC**, на сайте <https://developer.vuforia.com>

Кроме этих **сервисов**, если «**Объектную поддержку**» выполняет другая  
платформа, необходимо организовать **связку** сервисов **Vuforia Engine**  
и одного из доступных средств, реализующих эту **поддержку**. Для  
**Vuforia Engine** это «игровой» движок **Unity 3D**.

## Организация среды разработки →

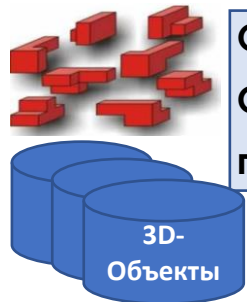
- создание аккаунта разработчика в облаке **Vuforia**,
- получение лицензии,
- скачивание на локальное рабочее место специфического для  
выбранной среды «**Объектной поддержки**» (у нас это **Unity 3D**)  
объекта **Vuforia** установочного файла в формате **.unitypackage**.  
Именно он обеспечивает связь сервисов **Vuforia** с функционалом  
**Unity**.



<https://library.vuforia.com/getting-started/getting-started-vuforia-engine-unity#intro>

# vuforia® engine™ → как разрабатываются Приложения ДР

vuforia® engine™ - это платформа дополненной реальности и инструментарий разработчика программного обеспечения дополненной реальности.



Объектная разработка →  
Создание контента  
при помощи



Проектная разработка →  
УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ AR

Важнейшие облачные сервисы **Vuforia**, к которым получает доступ разработчик с аккаунтом, это –

- **License Manager → лицензионный менеджер** (возможность получения лицензии для работы – импортирования - в **Unity 3D**): как уже отмечалось выше, работа по созданию приложений ДР заключается в заведении проекта и объектов проекта (Контент) в **Vuforia**, а разработка 3D-сцен для объектов этого проекта осуществляется в **Unity 3D**. При этом **Vuforia** отвечает за идентификацию проекта через **License key**;
- **Target Manager** - привязка к будущей сцене виртуального контента (например, 3D-модели, плоских изображений, видеоклипов и пр.) будет осуществляться через определяемую в **Vuforia** метку (**Target**) → за счет формирования и импорта в **Unity 3D БД таргетов** из облака (пакет в специальном формате **.unitypackage** для работы формируется в облаке, выгружается для сохранения на локальном рабочем месте разработчика, а затем импортируется в **Unity 3D**); **допустимые в Vuforia Engine возможности привязки вообще и таргетов, в частности, их эволюция в процессе развития платформы, будут подробно рассмотрены ниже.**

# vuforia® engine™ → как разрабатываются Приложения ДР

 **unity** — мировой лидер среди средств разработки игровых приложений – «игровой движок».

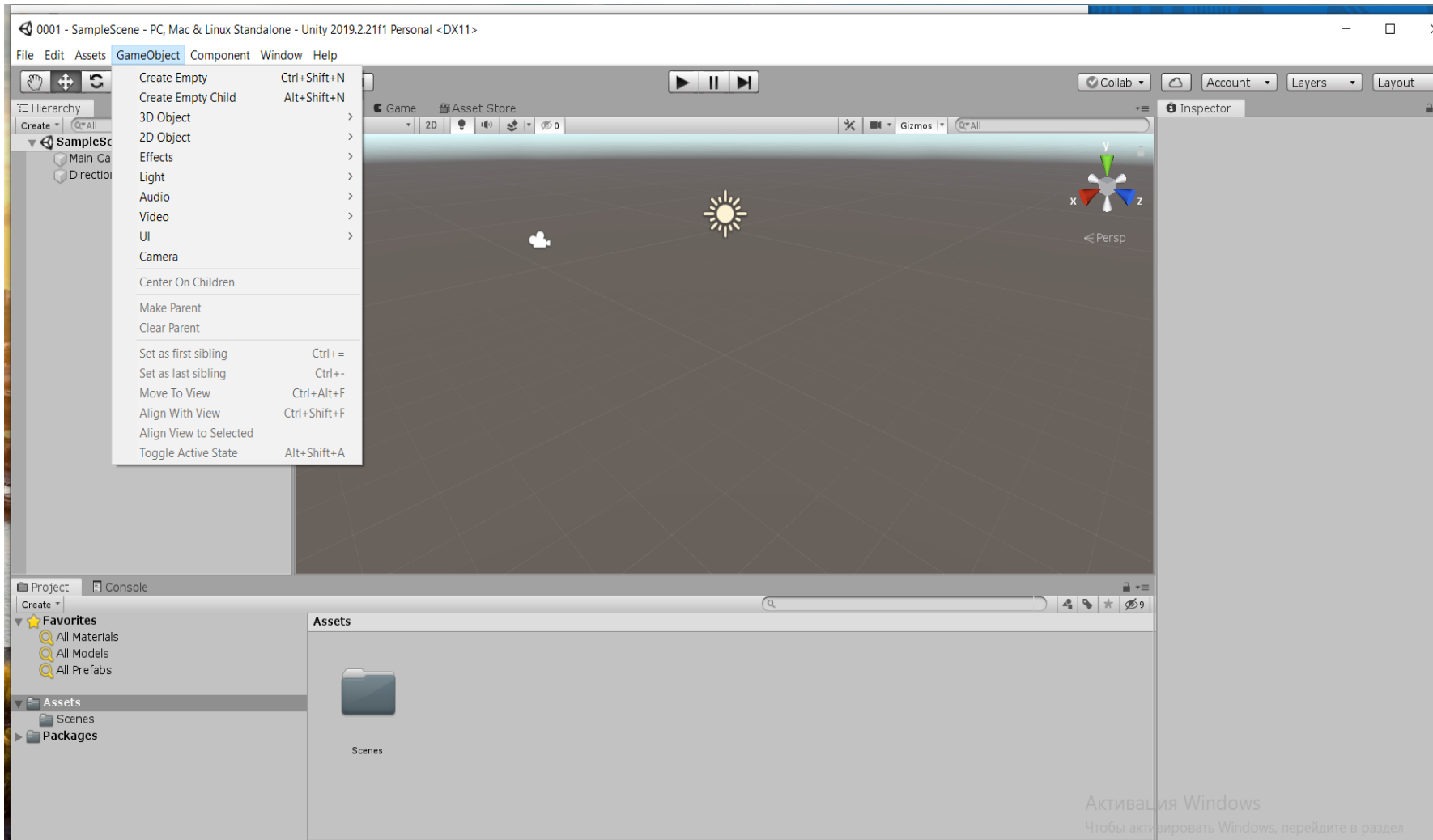
Для того, чтобы организовать соответствующую среду разработки приложений, в локально установленную **Unity 3D** (редактор сцен) необходимо импортировать два заранее подготовленных в облаке **Vuforia** файла в специфическом формате **.unitypackage**:

- **Базу Данных меток** (например, изображения в допустимых для **Unity** форматах - **.jpg, .png**): **<Имя проекта>.unitypackage** [дополнительные возможности управлением привязки контента в сцене, которые предоставляет Vuforia, будут рассмотрены ниже]
- Файл **add-vuforia-package-[номер используемой версии Vuforia].unitypackage**, подготавливающий **структуру данных** в приемлемом для **Unity 3D** формате, для импортируемых в среду управления сценами объектов контента Приложения ДР – **видео, 2D- объектов (изображений), 3D-Моделей** [в допустимых форматах];
- Указанные файлы импортируются в **Unity 3D** с помощью специальных средств (**управление пакетами, актуализируется от версии к версии**), а их подключение для использования функционала **Vuforia** (специфика **AR** – см. предыдущий слайд) реализуется за счет подгруженной из облака лицензии – **«ЛИЦЕНЗИОННЫЙ КЛЮЧ»**;



# vuforia® engine™ → как разрабатываются Приложения ДР

 - мировой лидер среди средств разработки игровых приложений – «игровой движок».

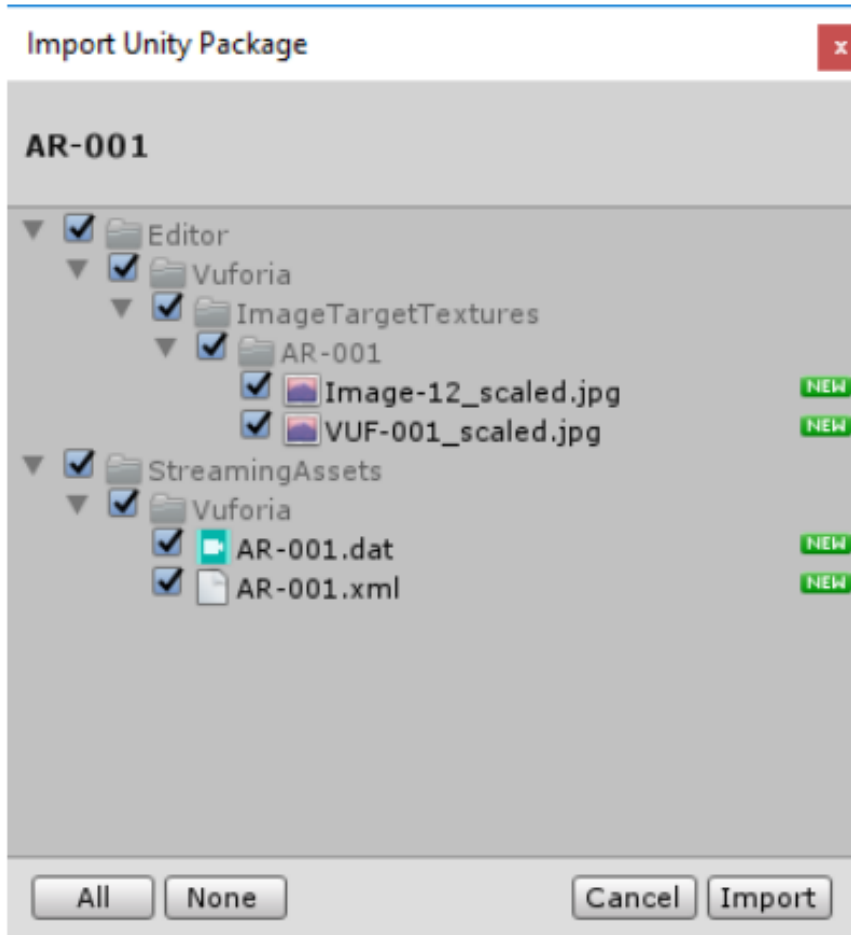
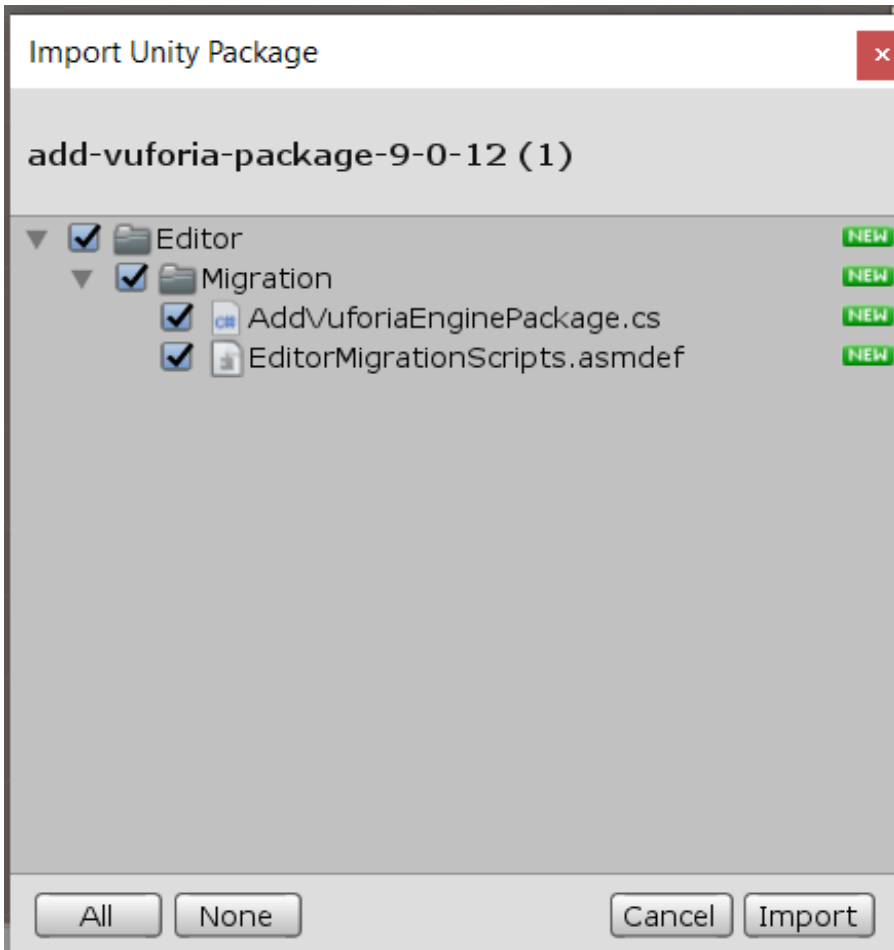


Редактор **Unity 3D** до импорта специфических файлов в формате **.unitypackage** → конкретно первого файла **add....**, без которого в **Unity** отсутствуют объекты ДР



# vuforia® engine™ → как разрабатываются Приложения ДР

 - мировой лидер среди средств разработки игровых приложений – «игровой движок».



**Unity** в своем конфиденциальном формате **.unitypackage** использует язык **xml** для описания структур входящих в него объектов. В данном примере **БД таргетов** для проекта **AR-001** в результате импорта специального файла занимает свое место в иерархии объектов **Vuforia**, уже подключенной в результате импорта специального файла

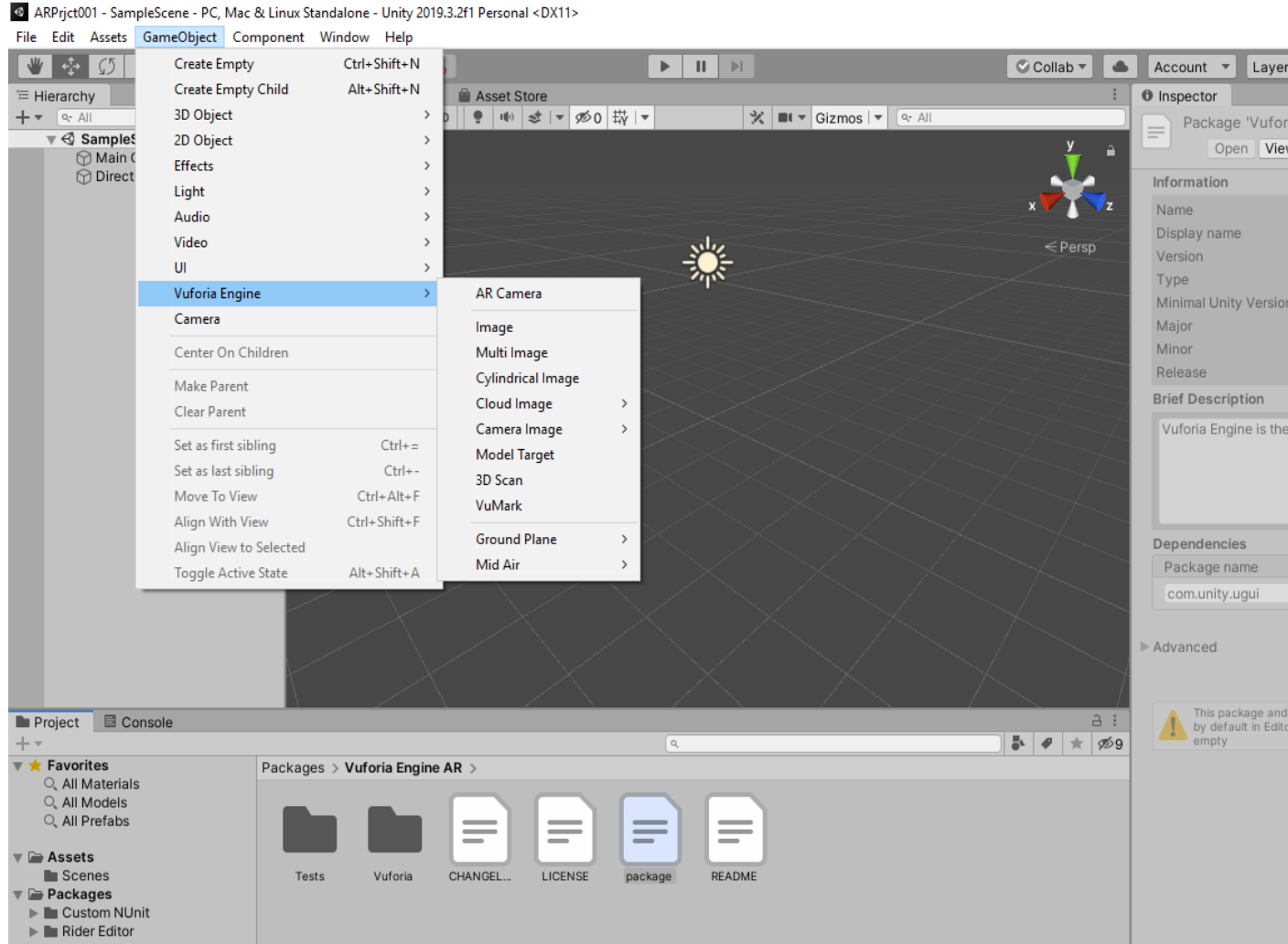
**add-vuforia-package-9-0-12.unitypackage**

vuforia® engine™

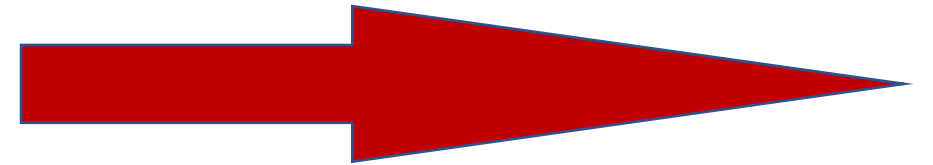
# → как разрабатываются Приложения ДР



- мировой лидер среди средств разработки игровых приложений – «игровой движок».



Редактор **Unity 3D** после импорта специфических файлов в формате **.unitypackage** → теперь в **Unity** присутствуют все необходимые объекты ДР в соответствии со структурами данных, обрабатываемыми этим «игровым движком»

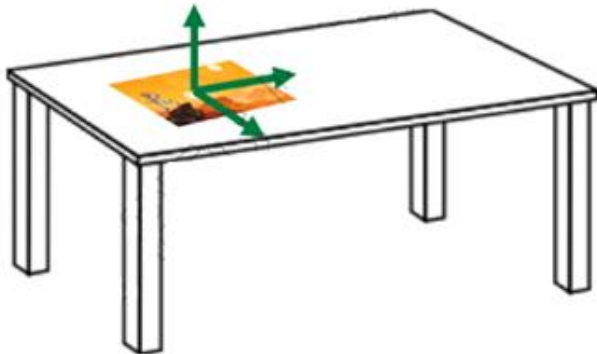
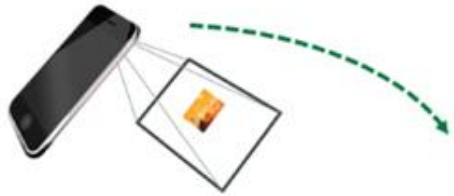


Возможности **Vuforia Engine**, обеспечивающие **специфику ДР**: добавление расширенной функциональности компьютерного зрения (распознавание – **recognition** - специальных меток, топологическую привязку объектов контента, отслеживание пространственного размещения – **trekking**) будут рассмотрены на следующих лекциях.

# vuforia® engine™ → как разрабатываются Приложения ДР

 **unity** - мировой лидер среди средств разработки игровых приложений – «игровой движок».

Как уже отмечалось, в Проектах **AR Unity + 3D Vuforia Engine** – обеспечивает специфику Дополненной реальности, добавляя расширенную функциональность **компьютерного зрения**: распознавание (**recognition**) специальных меток, топологическую привязку объектов контента, отслеживание пространственного размещения (**trekking**).



## Распознавание (recognition)

→ Найти «таргет», увидеть всю его картинку (грязную, зашумленную, частично видимую...), работать во временных ограничениях

**AR - это  
распознавание  
образов и  
отслеживание  
маркеров**

**Отслеживание (trekking)** → Следовать за таргетом, производить расчет предположительного положения **3D**-сцены при движении камеры вокруг таргета (вкл. Свет), работать во временных ограничениях

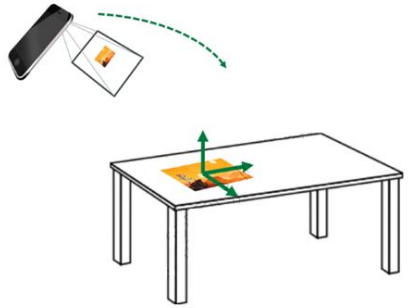
**NB! КРОМЕ ТАРГЕТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
СУЩЕСТВУЕТ И БЕЗТАРГЕТНАЯ**



# vuforia® engine™ → как разрабатываются Приложения ДР

 unity - мировой лидер среди средств разработки игровых приложений – «игровой движок».

**Vuforia Engine** – обеспечивает специфику Дополненной реальности, добавляя расширенную функциональность **компьютерного зрения**: 1. Распознавание (**recognition**) специальных меток.



**В общем случае**, в начале развития технологий ДР, большинство платформ **AR - Приложений** использовали следующие технологии распознавания для отображения виртуальных объектов контента в области воспроизведения МУ, транслирующих картинку реального окружения :

- Таргетная (маркерная) технология
- Бестаргетная (безмаркерная) технология
- Пространственная технология

**Таргетная технология** заключается в том, что **AR-Приложение** позиционирует объекты контента в привязке к этим **таргетам (маркерам)**.

Это могут быть **QR-коды**, любые **2D-изображения** на бумажных носителях или экранах. Преимущество таргетных технологий всегда отмечалось разработчиками, в первую очередь из-за их надежности: объекты контента выводятся в точно отмеченном маркером месте, практически без ошибок.

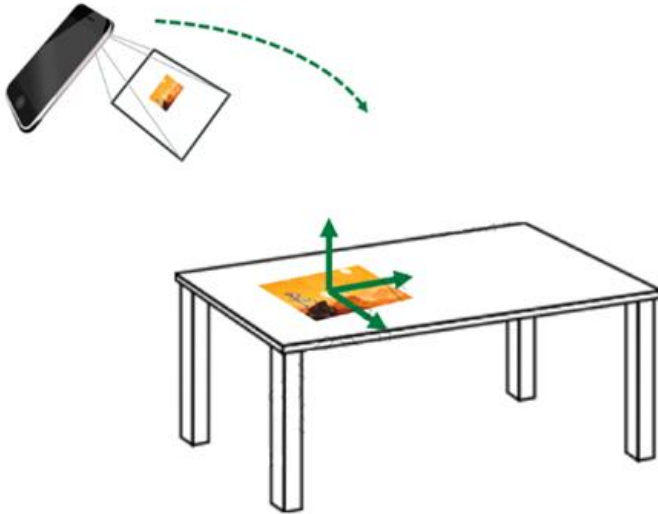
**Бестаргетная технология** работает по **алгоритмам распознавания окружающей среды**, с помощью которых в окружении «компьютерного глаза» находятся контрольные точки, а уже с их помощью определяется ландшафт, например - наличие пола (горизонтальная поверхность) или стены (вертикальная поверхность). По сравнению с таргетной она **менее надежна, но более удобна**, так как не предусматривает наличия заранее подготовленных маркеров и может использоваться практически в любом месте.

**Пространственная технология**, также успешно используется в образовательных и игровых Приложениях, наиболее известный из которых - **Pokémon GO**. Приложение выводит объекты контента ДР согласно данным, полученным от **гироскопа, компаса или GPS - системы МУ**. Например, **Pokémon GO** использует пространственную технологию (в сочетании с безмаркерной) для отображения покемона только при нахождении пользователя в непосредственной близости от места его генерации. **В последнее время получает новое развитие и области применения.**

# vuforia® engine™ → как разрабатываются Приложения ДР

 unity - мировой лидер среди средств разработки игровых приложений – «игровой движок».

В Проектах **AR Unity 3D + Vuforia Engine** – обеспечивает специфику Дополненной реальности, добавляя расширенную функциональность **компьютерного зрения**: распознавание (**recognition**) специальных меток, топологическую привязку объектов контента, отслеживание пространственного размещения (**tracking**).



Одной из причин приобретения компанией PTC Vuforia SDK у Qualcomm явилась более полная, чем у конкурентов, функциональность этой платформы по реализации базовых алгоритмов **Computer Vision** по распознаванию специфических **меток (таргетов)** и **отслеживанию** пространственного размещения виртуальных объектов контента дополненной реальности.

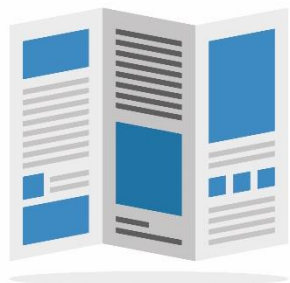
За прошедшие годы функционал **recognition** (распознавание) в **Vuforia Engine** прошел очень интересный эволюционный путь. Познакомимся с основными способами распознавания и отслеживания, реализованными в последних версиях **Vuforia Engine**.



# vuforia® engine™ Распознавание → recognition

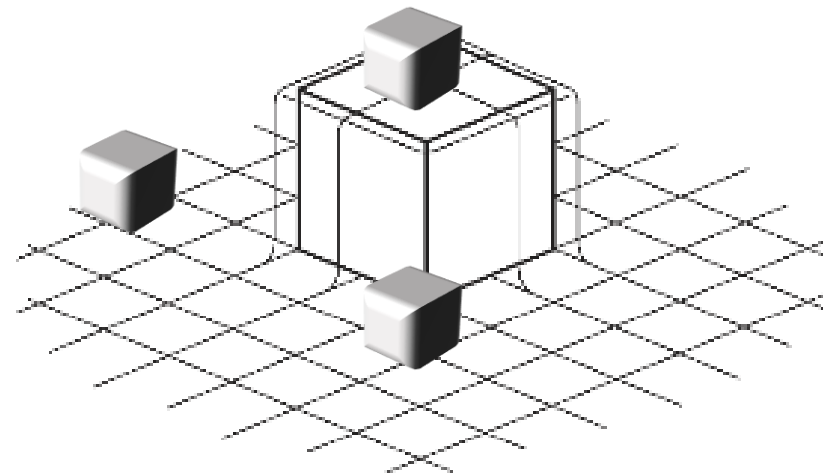
В общем случае, имея в виду функционал **Vuforia Engine**, типы объектов для **recognition** можно представить следующим образом:

На базе специфицированных **объектов**



На базе **окружающей среды**

Сверху, спереди, сзади, на плоскости



# vuforia® engine™ Распознавание → recognition

Богатое прошлое **Vuforia SDK** еще у первого ее владельца, интересные подходы к реализации **recognition**, большое значение, придаваемое этому функционалу для повышения качества разрабатываемых **AR-Приложений**, привело к развитию этой технологии компанией **PTC**.

Исследования и разработки в области расширения типов объектов для Распознавания (целевых объектов) и улучшения использования в Приложениях ДР уже существующих идут в следующих направлениях:

- **Изображения – IMAGES**
- **Объекты – OBJECTS**
- **Окружение – ENVIRONMENTS**

# vuforia® engine™ Распознавание → recognition

Схематически - разнообразие типов целевых объектов (таргетов), используемых в **Vuforia Engine** для позиционирования контента в сцене Приложения ДР можно представить следующим образом:



## VuMark

Настраиваемые в соответствии с потребностями заказчика специфические изображения.



## Image Target

Плоские, распознаваемые изображения достаточного качества



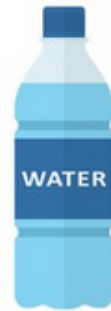
## Multi Targets

Трехмерные объекты, ограниченные в пространстве плоскостями, на каждой из которых м.б. размещено распознаваемое изображение



## Cylinder Target

Распознаваемые изображения, «наклеенные» на объекты цилиндрической формы – бутылки, чашки, банки и т.д.



## Area Target

Создаются путем сканирования замкнутых помещений и размещенного в них оборудования. Используются для AR-контента для навигации внутри



## Model Targets

Объекты распознаются по форме с использованием ранее созданных, уже существующих 3d-моделей





# vuforia® engine™ Распознавание → recognition

**Vuforia Engine** постоянно совершенствуется и расширяет возможности разработки **Приложений ДР (AR – Experience)**. Особенно это касается возможностей по позиционированию элементов трехмерного контента в пространстве. Со всем многообразием типов **таргетов** можно познакомиться по нижеприведенным ссылкам. В самом общем виде на сегодня в **Vuforia Engine** разработчику предлагаются следующие типы таргетов:

## Vuforia Engine features

MODEL TARGETS

AREA TARGETS

IMAGE TARGETS

MULTI TARGETS

CYLINDER TARGETS

### IMAGE TARGETS

Image targets are the easiest way to create AR objects on flat objects such as magazine pages, trading cards, and photographs.

GET STARTED →

<https://www.ptc.com/en/products/vuforia/vuforia-engine/ar-app-development>

## Vuforia Engine features

MODEL TARGETS

AREA TARGETS

IMAGE TARGETS

MULTI TARGETS

CYLINDER TARGETS

### IMAGE TARGETS

Image targets are the easiest way to create AR objects on flat objects such as magazine pages, trading cards, and photographs.



**Image Targets** представляют собой изображения, которые **Vuforia Engine** может обнаруживать и отслеживать. **Engine** обнаруживает и отслеживает изображение, сравнивая извлеченные из видеопотока камеры, транслирующей окружающую реальность устройства отображения ДР, образы (изображения) с созданной базой данных **таргетов**. Как только **Image Target** обнаруживается (**распознается - reco**), **Vuforia Engine** начинает **отслеживать (track)** соответствующее **Image Target** изображение, позиционируя относительно него **виртуальный контент**, т.е. дополняя им транслируемую реальность. **Распространенное использование Image Targets →**

- в печати (печатные издания, снабженные ДР),
- в рекламных целях (упаковка продуктов и изделий разной конфигурации) маркетинговых кампаний, игр и визуализации продуктов в той среде, в которой продукт был предназначен для использования.

## Vuforia Engine features

AREA TARGETS

IMAGE TARGETS

**MULTI TARGETS**

CYLINDER TARGETS

### MULTI TARGETS

Multi targets are for objects that have flat surfaces and multiple sides or contain multiple images. Product packaging, posters, and murals all make great multi targets.



Multi Targets представляет собой объединение нескольких **Image Target**, связанных друг с другом в виде некоторой геометрической структуры. Типичный пример – коробка, имеющая на каждой грани отдельное, распознаваемое изображение - **Image Target**. Т.о. в системе может быть распознано любое из изображений, образующих подобную совокупность, при этом механизм **Multi Targets** обеспечивает одновременное отслеживание всех «граней» **Multi Targets**, т.к. они имеют известную ориентацию относительно «начала координат» и связаны с ней и друг с другом по известному закону. Виртуальный контент соотносится с **Multi Targets** заданным разработчиком образом и визуализируется поверх транслируемого камерой видеопотока. Области применения подобны **Image Target**. Особенно привлекательным этот способ таргетирования является для рекламных целей, когда объектом для разработки Приложения ДР являются, например, упаковки.

## Vuforia Engine features

IMAGE TARGETS

MULTI TARGETS

CYLINDER TARGETS

### CYLINDER TARGETS

Cylinder targets enable you to place AR content on objects with cylindrical shapes. Soda cans, bottles, and tubes with printed designs are great candidates.



**Cylinder Targets** позволяют обнаруживать и отслеживать изображения, соотнесенные с объектами, имеющими цилиндрическую или коническую формы. **Vuforia Engine** может отслеживать стороны, а также плоские верх и низ у **Cylinder Targets**. Цилиндрические формы широко используются для товаров народного потребления (бутылки, банки различной формы) и часто имеют уникальные этикетки, которые идеально подходят для реализации интересных и разнообразных сценариев для Приложений дополненной реальности.

Чаще всего имеют в виду упаковки продуктов - жестяные банки, бутылки с разнообразными напитками, чашки и т.д. Одно из популярнейших на данный момент Приложений ДР с базовым методом таргетирования **Cylinder Targets** - Приложение для определения рейтинга вина <https://www.vivino.com/> (+ **Vuforia Cloud Recognition Service** для хранения каждого изображения винной этикетки в облаке, управления миллионами **Cylinder Targets**, динамического обновления БД таргетов без изменения самого **Experience**) <https://www.ptc.com/en/case-studies/vivino>

## Vuforia Engine features

CYLINDER TARGETS

VUMARKS

MODEL TARGETS

AREA TARGETS

### VUMARKS

VuMarks allow you to identify and add content to a series of objects. They're a great way to add information to product lines, inventory, and machinery.

GET STARTED →



**VuMarks** это штрих-код нового поколения. Они предоставляют свободу для индивидуального и ориентированного на бренд дизайна, одновременно кодируя данные и выступая в качестве отслеживаемой цели дополненной реальности. Дизайн **VuMark** полностью настраивается, предоставляя возможность иметь уникальный **идентификатор** для каждого уникального объекта. **VuMarks** предоставляет простой метод кодирования данных, таких как:

**URL**-адрес или серийный номер продукта, и т.д.

При этом **VuMark** преодолевает ограничения существующих решений для матричных штрих-кодов, которые не поддерживают возможности **AR**, а также портят внешний вид продукта. Тот же визуальный дизайн **VuMark** можно использовать для кодирования ряда уникальных идентификаторов или данных, например – в виде узнаваемого значка или логотипа, что полезно для добавления единого идентификатора для всего ассортимента товаров одной фирмы.

Самый популярный пример - **LEGO Powers up Nexo Knight Toy Sets with Augmented Reality** →

<https://www.ptc.com/en/case-studies/lego-augmented-reality-game-engine>

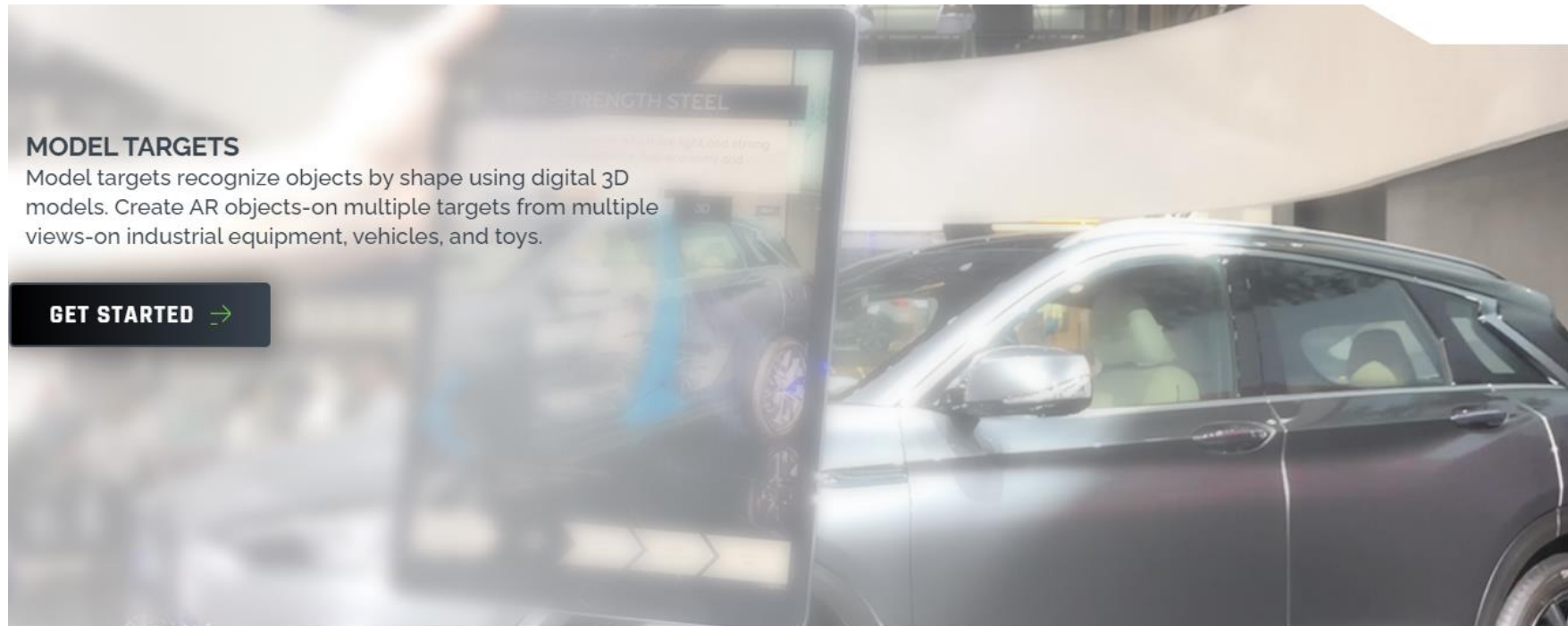
<https://library.vuforia.com/features/objects/vumark.html>



## Vuforia Engine features

В актуальных версиях Vuforia представлены два типа распознавания и отслеживания объектов

**Model Target:** позволяют распознавать объекты по форме с использованием уже существующих **3D-моделей**. Контент ДР можно разместить на самых разных предметах, таких как промышленное оборудование, автомобили, игрушки и бытовая техника.



**Model Targets from a 3D scan: Model Target** создаются в результате **3D-сканирования** и особенно полезны, когда модель **CAD** недоступна.

<https://library.vuforia.com/features/objects/object-reco/compare-tracking-methods.html>

## Vuforia Engine features

### Ground Plane

**Vuforia Ground Plane** позволяет размещать виртуальный контент на горизонтальных поверхностях в выбранном окружении, например на полу или на столе. Он поддерживает обнаружение и отслеживание горизонтальных поверхностей, а также позволяет размещать контент в воздухе с помощью точек привязки.

<https://library.vuforia.com/features/environments/ground-plane-guide.html>



**Area Targets** - это функция отслеживания среды на базе **Vuforia**, которая позволяет отслеживать и дополнять области и пространства. Используя **3D-сканирование** в качестве точной модели пространства для создания базы данных **Area Targets**, можно легко добавлять элементы контента к стационарным объектам в сканируемой среде. Это позволяет создавать игры, **навигационные приложения** и пространственные инструкции, которые используют окружение как интерактивные элементы для исследования. Офисы, производственные цеха, квартиры, общественные места, музеи и многие другие пространства - идеальные места для выполнения задач **Area Target**.

# vuforia® engine™ Распознавание → recognition

## Add Target

Type:



Single Image



Cuboid



Cylinder



3D Object

File:

Choose File

Browse...

.jpg or .png (max file 2mb)

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

Cancel

Add

Организуя Проект по разработке Приложения ДР в среде Vuforia Engine с использованием допустимого средства объектного проектирования, прежде всего необходимо определиться с типом **таргета**. Традиционно, и после приобретения Vuforia компанией ПТС, набор применимых таргетов у системы был весьма разнообразен. В качестве таргета можно было выбрать самый надежный – **«Single Image»**, Специфические объекты, которые в окне создания базы данных таргетов названы **«Cuboid»**, **«Cylinder»** и **«3D Object»**.

Самым распространенным **таргетом** в подавляющем большинстве случаев использования Vuforia Engine является **Image Target, Target** на базе **Single Image (Image-Based Target)**. При выборе изображения следует придерживаться некоторого набора правил, чтобы удовлетворять требованиям, предъявляемым к таргетам для реализации наилучшего распознавания. Если речь идет об изображениях на жестких носителях (на бумаге), то эти носители должны быть «жесткими», т.е. изображение, на них нанесенное, не должно искажаться за счет изгибов носителя; изображения не должны иметь слишком большие размеры – небольшие объекты с изображениями (карточки, например) удобнее для манипулирования пользователями, изображение не должно быть глянцевым, отражающим световые лучи. Все эти параметры улучшают качество **recognition**.



# Стратегия разработки Приложений ДР - эффективное объединение физического и цифрового миров

Augmented Reality  
раскрывает ценность  
КОНВЕРГЕНЦИИ  
ФИЗИЧЕСКОГО,  
ЦИФРОВОГО и  
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО  
МИРОВ

