



# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

## Создание приложения дополненной реальности. Разработка AR-Приложения для совместной работы с сервером IoT/IIoT (часть III из III)

### Оглавление

1. Введение.....	2
2. Разработка Приложения ДР для совместной работы с сервером IoT/IIoT ..	4
3. Практическое задание.....	33

Дата	Автор	Версия	Описание
09.12.2020	Пирогова М.А.	1	Разработка ЛР № 4
09.12.2021	Пирогова М.А.	2	Коррекция ЛР № 4

## 1. Введение

**Применение Vuforia Studio Enterprise Suite** в качестве платформы разработки **AR**-приложений Интернета Вещей (**IoT**) и промышленного Интернета Вещей (**IIoT**) значительно упрощает и сокращает сам процесс разработки **AR**-приложения, а за счёт облачного размещения результата разработки – облегчает доступ к самому **AR**-приложению в любом месте при наличии интернет-соединения.

**AR**-приложения, разработанные в **Vuforia Studio**, размещаются в «облаке» и загружаются на устройство пользователя только в момент использования. Однако реальная промышленная потребность в **AR**-приложениях часто связана с необходимостью взаимодействия с пространством данных интернета вещей. В этом случае Приложение **AR** должно быть настроено на получение данных от сервера **IoT/IIoT**, а физический объект, отслеживаемый приложением ДР, должен являться источником данных для интернета вещей. Иными словам и, на него должен существовать т.н. **Цифровой двойник (ЦД)** на сервере **IoT/IIoT**.

**В данной ЛР №4** необходимо модифицировать ранее разработанный **AR**-Проект, использующий способ таргетирования **ThingMark**. Средствами **Vuforia Studio** требуется обеспечить связь с сервером **IoT/IIoT**; на сервере **IoT/IIoT** необходимо выбрать значения соответствующих свойств реального объекта (в нашем случае – это **3D-Принтер MakerBot Replicator 2**) и передать эти данные в заранее подготовленные в **AR**-Проекте виджеты для их отображения.

Предполагаемый внешний вид разработанного в рамках **ЛР №4** Приложения **AR** – см. ниже.



## 2. Разработка Приложения ДР для совместной работы с сервером IoT/IIoT

Как и в предыдущих Лабораторных работах, будем считать, что тренировочный сервер ThingWorx Experience Service (TWx ES) находится по адресу (актуальный URL уточнять у преподавателя):

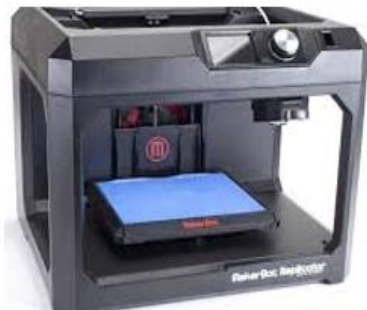
<http://rrr.kkk.com:2019>

В данной ЛР будет использован тренировочный сервер IoT/IIoT – Thing Worx Foundation (TWx Fndtn), доступный по адресу (актуальный URL уточнять у преподавателя):

<http://rrr.kkk.com:8085/Thingworx>

На сервере заранее [администратором] создаются цифровые двойники умных подключаемых вещей (SCT) – Thing Model, каждая из которых имеет уникальное имя (свойство name). В данном описании ЛР будем использовать Thing Model с именем Replicator01. Для выполнения индивидуальных заданий обучающимся будут предоставлены уникальные имена ЦД для их работы. Для данного описания:

- # [HeadTemperature](#)
- I23 [HUMIDITY](#)
- T- [Model](#)
- I23 [Model3DLoad](#)
- I23 [PLA\\_Filament](#)
- # [PRESSURE](#)
- # [Price](#)
- # [TEMPERATURE](#)



При разработке AR-приложения считаем, что Физический объект (3D-принтер) - содержит в своем составе такие обязательные сенсоры и датчики, как :

- **Измеритель** температуры сопла в экструдере (в градусах Цельсия) ; # [HeadTemperature](#)
- **Индикатор** готовности выполнения работы (в процентах готовности); I23 [Model3DLoad](#)
- **Указатель** запаса рабочего тела на бобине (в сантиметры); I23 [PLA\\_Filament](#)
- **Идентификатор** устройства – уникальное имя для распознавания при сетевом опросе (строка символов] -T- [Model](#)

Кроме того, для контроля параметров окружающей среды в составе сенсоров устройства также есть:

- **Термометр** воздуха рядом с принтером (в градусах Цельсия); # [TEMPERATURE](#)
- **Датчик** атмосферного давления (в гектопаскалях) # [PRESSURE](#)
- **Сенсор** определения влажности воздуха рядом с рабочей открытой зоной (в процентах). I23 [HUMIDITY](#)

Кроме того в список свойств добавлена цены # [Price](#)

Перечисленные свойства определены на сервере **Thing Worx Foundation (TWx Fndtn)** [администратором] →

The screenshot shows the ThingWorx web interface. The browser address bar indicates the URL: `web0.pts-russia.com:8085/Thingworx/Composer/Apps/Composer/#/modeler/details/Thing~Replicator01/properties`. The interface includes a top navigation bar with 'SEARCH', '+ NEW', 'Import/Export', 'User08', and 'Help'. A left sidebar shows a 'Recent' list of projects, including 'ExcavatorDigitalTwin' and 'Replicator01'. The main content area displays the 'Properties and Alerts' for 'Thing: Replicator01'. It features a search bar, a 'Choose category' dropdown, and a 'My Properties' section with buttons for '+ Add', 'Duplicate', 'Delete', 'Manage Bindings', and 'Refresh'. Below this is a table of properties with columns for Name, Actions, Source, Default Value, Value, Alerts, Category, and Additional Info. A 'Generic' section is also visible at the bottom.

Name	Actions	Source	Default Value	Value	Alerts	Category	Additional Info	🗄️	🔒	☰
<input type="checkbox"/> # <u>HeadTemperature</u>				58.12126534	0	5 to 150 Celsius				
<input type="checkbox"/> 123 <u>HUMIDITY</u>				24	0	0 to 100 %				
<input type="checkbox"/> - <u>T-Model</u>				MaterBot-02	0					
<input type="checkbox"/> 123 <u>Model3DLoad</u>				53	0	0 to 100 %				
<input type="checkbox"/> 123 <u>PLA Filamet</u>				430	0	5 to 512 cm				
<input type="checkbox"/> # <u>PRESSURE</u>				1024	0	100 to 1600 HectoPascal				
<input type="checkbox"/> # <u>Price</u>				2000	0	200 to 20000 \$				
<input type="checkbox"/> # <u>TEMPERATURE</u>				10	0	-20 to 80 Celsius				

Name	Actions	Source	Default Value	Value	Alerts	Category	Additional Info	🗄️	🔒	☰
- <u>T-description</u>					0	Metadata				
- <u>T-name</u>				Replicator01	0	Metadata				
tags						Metadata				
thingTemplate						GenericThing	Metadata			

## Шаг 1.

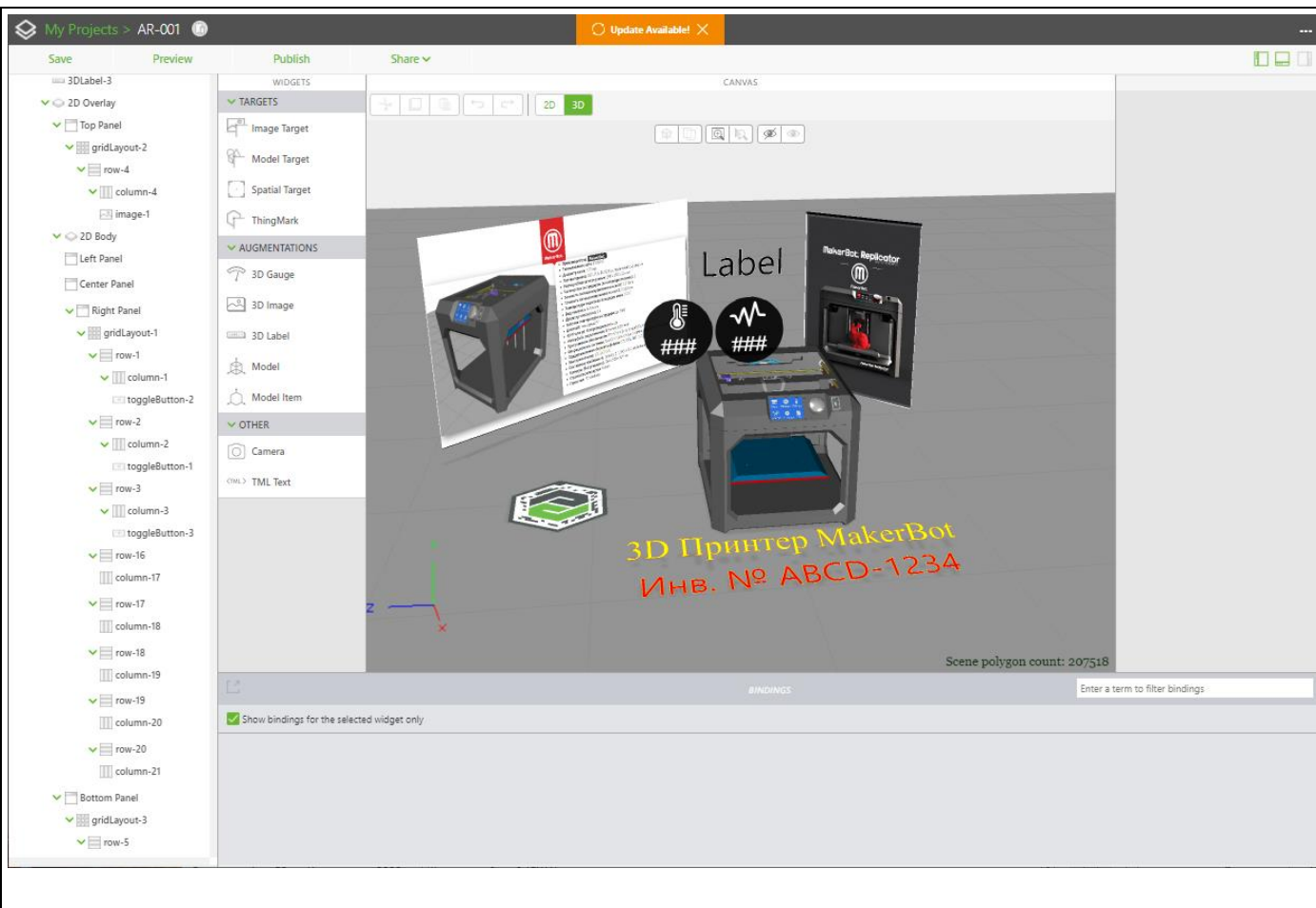
Стартуем известным вам способом **Vuforia Studio** (см. ЛР №2) и открываем Проект ДР с методом таргетирования – **ThingMark**.

**ВАЖНО!!** В открывшемся Проекте д.б. следующие виджеты из набора **3D**:

- как минимум один **3D Gauge**;
- как минимум один **3D Label**.

К ним, по ходу выполнения **ЛР** будет добавлен как минимум один **2D Label** и **2D Gauge**.

Все эти виджеты будем использовать для отображения свойств **ЦД** целевого устройства (**3D Принтера**), получаемых от сервера **IoT/IIoT**

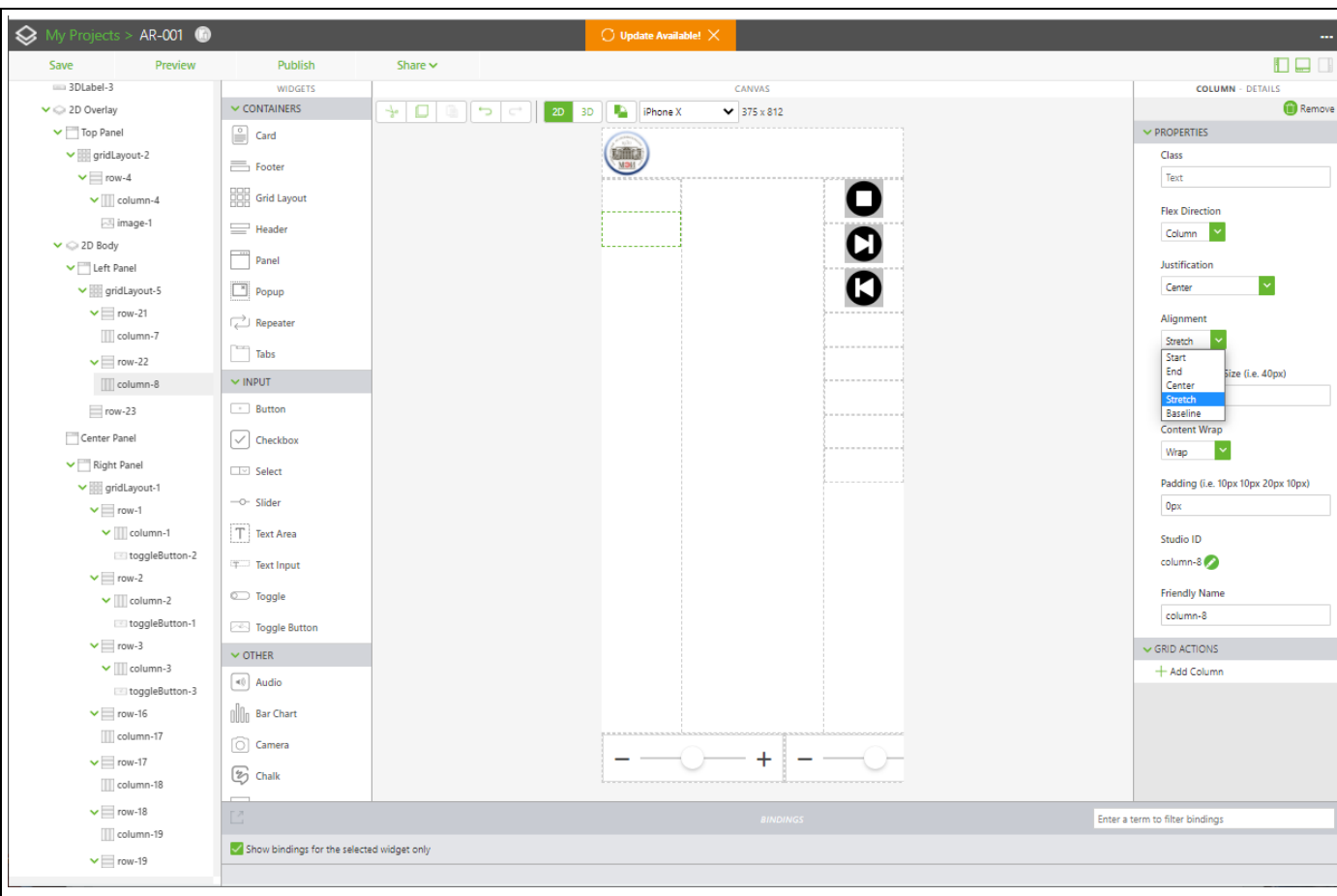


## Шаг 2.

Подготовим заранее **2D**-Виджеты типа **Label** и **Gauge** для отображения на «стекле» значений свойств **ЦД**, получаемых с сервера **TWx Fndtn**.

Для этого на левую панель канвы **2D** переносим **Grid Layout**, формируем в нем минимум 2 ряда, один из которых будет предназначен для **Label**, а второй – для **Gauge**.

Колонку для **Label** предлагается выравнить методом **Center/Center**, а колонку для **2D Gauge** – методом **Center/Stretch**.



### Шаг 3.

Начинаем подключать сервер **TWx Fndtn**.  
Для этого в редакторе **Vuforia Studio**  
открываем правую панель →



В открывшейся правой панели для связи с  
внешними данными сервера **TWx Fndtn**  
выбираем опцию **EXTERNAL DATA +**

The screenshot shows the Vuforia Studio interface with the right panel open. The 'EXTERNAL DATA +' option is selected in the 'DATA' section. The interface includes a top bar with 'My Projects > AR-001', 'Update Available!', and 'Save', 'Preview', 'Publish', 'Share' buttons. The left sidebar shows a tree view of the project structure. The central canvas displays a 3D scene with a 'MENU' button and a slider. The right panel shows the 'COLUMN DETAILS' for 'column-8', with the 'EXTERNAL DATA +' option selected. The 'DATA' section shows 'APPLICATION PARAMETERS' and 'EXTERNAL DATA'.



#### Шаг 4.

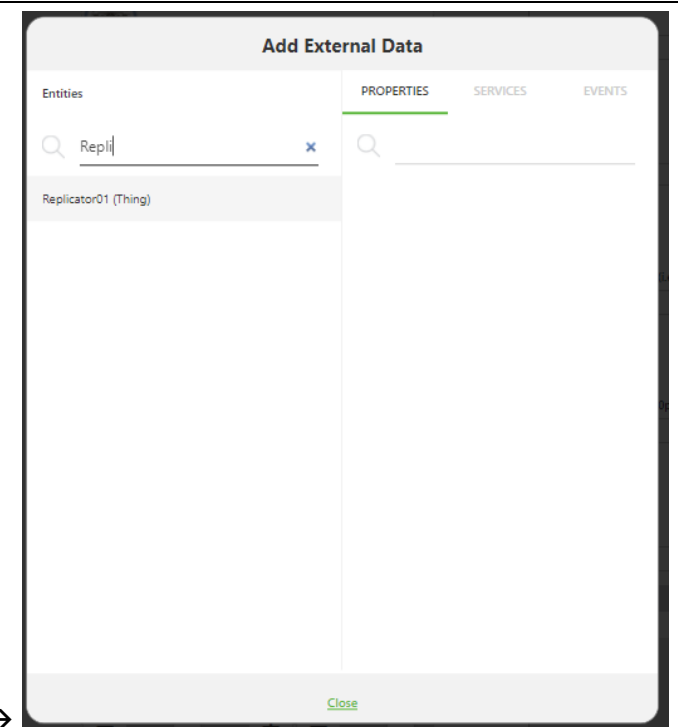
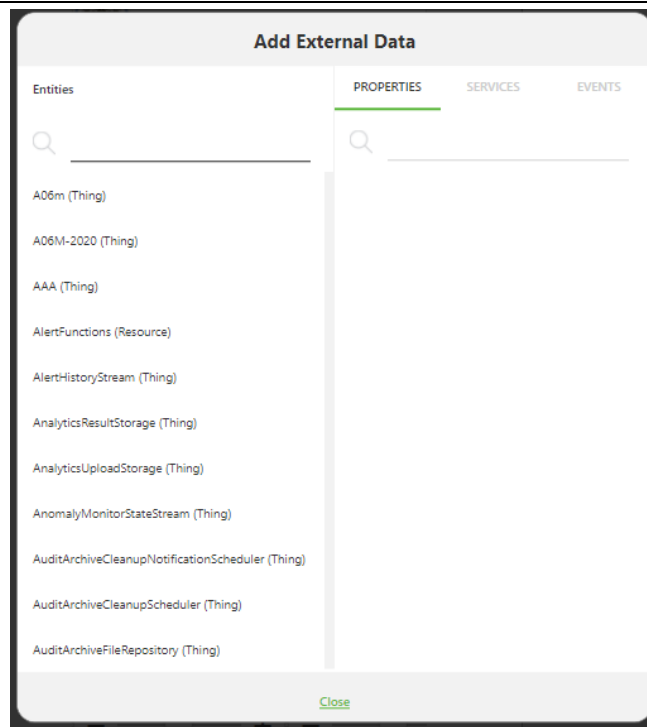
В открывающемся окне, в левой части, находим имя используемого в данном описании ЦД → **Replicator01**.

**Для ускорения** поиска в очень обширном списке можно воспользоваться средствами фильтрации поиска →



Набрав в строке первые буквы искомого имени.

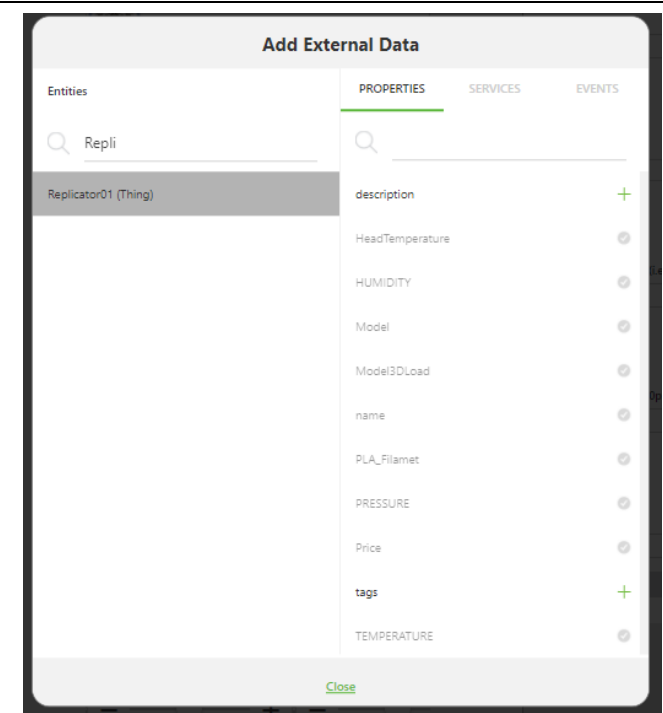
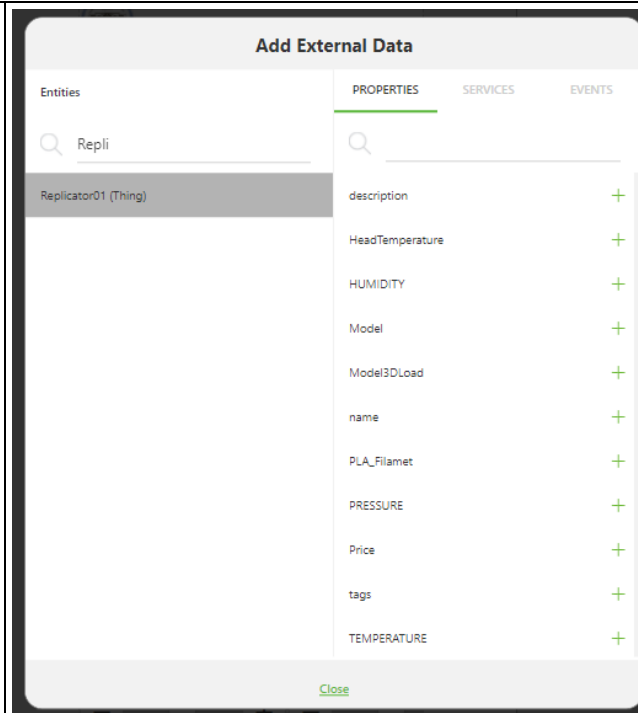
Найдя нужное имя (**Replicator01**), выбираем его →



## Шаг 5.

В правой части экрана появился список свойств **ЦД**. Для выбора свойств **3D Принтера**, которые мы хотим отображать в

Приложении ДР, нажимаем на символ **+** справа от каждого из выбранных свойств (**см. стр. 4**). По окончании процедуры – клавиша **Close**.



## Шаг 6.

В результате сформировался список передаваемых от сервера **TWx Fndtn** свойств **ЦД (Replicator01)** подключаемой умной вещи – **3D Принтера**.

Для визуализации этих свойств в Приложении ДР нам достаточно только считывать их значения. Сервер **TWx Fndtn** предоставляет нам для этого **соответствующий сервис - GetPropertyValues**. Его надо выбрать из списка доступных сервисов.

Для этого вновь выбираем опцию

**EXTERNAL DATA +**

The screenshot displays the Vuforia Studio interface for a project named 'AR-001'. The interface is divided into several panels:

- Left Panel (Tree View):** Shows a hierarchical structure of widgets. Under '2D Overlay', there is a 'Top Panel' containing 'gridLayout-2', 'row-4', 'column-4', and 'Image-1'. Below it is '2D Body' with 'Left Panel', 'gridLayout-5', 'row-21', 'column-7', 'row-22', and 'column-8'. Further down are 'Center Panel', 'Right Panel', and 'gridLayout-1' with various rows and columns.
- WIDGETS Panel:** Lists various widget categories: CONTAINERS (Card, Footer, Grid Layout, Header, Panel, Popup, Repeater, Tabs), INPUT (Button, Checkbox, Select, Slider, Text Area, Text Input, Toggle, Toggle Button), and OTHER (Audio, Bar Chart, Camera, Chalk).
- CANVAS:** A central workspace showing a 3D printer widget on a grid. The widget is currently selected, and its properties are visible in the right panel.
- RIGHT PANEL (COLUMN - DETAILS):** Shows the configuration for the selected widget. The 'CLASS' is 'Text'. Under 'PROPERTIES', 'Flex Direction' is set to 'Column', 'Justification' to 'Center', 'Alignment' to 'Stretch', and 'Content Wrap' to 'Wrap'. The 'STUDIO ID' is 'column-8' and the 'FRIENDLY NAME' is 'column-8'. There is an 'Add Column' button under 'GRID ACTIONS'.
- DATA Panel:** Shows 'APPLICATION PARAMETERS' and 'EXTERNAL DATA'. Under 'EXTERNAL DATA', there is a section for 'Replicator01' with a 'Dynamic Entity Name' field. Below it, a list of properties is shown with checkboxes for 'Auto-refresh':
  - HeadTemperature:  Auto-refresh
  - HUMIDITY:  Auto-refresh
  - Model:  Auto-refresh
  - Model3DLoad:  Auto-refresh
  - name:  Auto-refresh
  - PLA\_Filamet:  Auto-refresh
  - PRESSURE:  Auto-refresh
  - Price:  Auto-refresh
  - TEMPERATURE:  Auto-refresh

## Шаг 7.

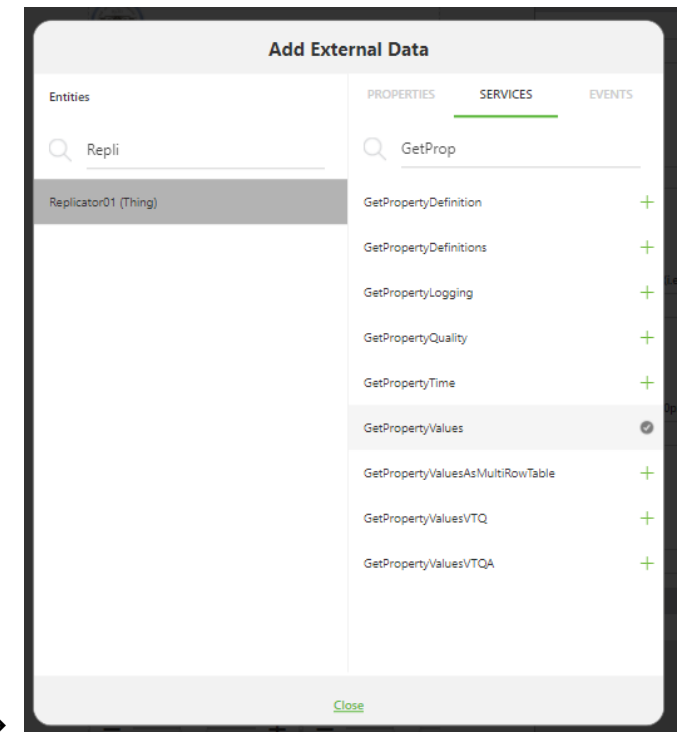
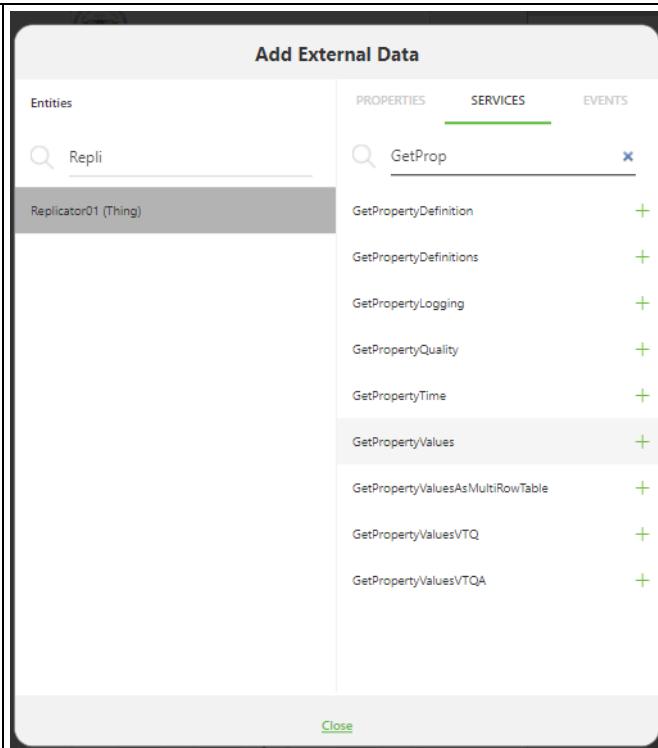
В открывающемся окне, в левой части, находим имя используемого в данном описании ЦД → **Replicator01**.

Для ускорения поиска в очень обширном списке можно воспользоваться средствами фильтрации поиска →



набрав в строке первые буквы искомого имени.

Найдя нужное имя (**Replicator01**), выбираем в правой части опцию **SERVICES** и находим – тоже с использованием фильтрации – сервис **GetPropertyValues**. Выбираем напротив имени - **+** → **Close**



## Шаг 8.

В результате в правой части интерфейса редактора **Vuforia Studio** появляется информация о подключенном сервисе сервера **TWx Fndtn**.

Для того, чтобы убедиться в корректности подключения, раскроем список **Current Selected Item** →

The screenshot displays the Vuforia Studio interface. On the left is a hierarchical tree view of the scene structure, including containers like '2D Overlay', 'Left Panel', and 'Right Panel'. The central canvas shows a 3D scene with a 'MENU' button and a slider. On the right, the 'COLUMN DETAILS' panel is open, showing properties for a selected widget. Below the properties, the 'GRID ACTIONS' section includes an 'Add Column' button. At the bottom right, the 'DATA' panel is visible, showing a table with columns for 'Thing', 'Thing Template', and 'ThingMark'. Under 'EXTERNAL DATA', there is a 'Replicator01' section with a 'Dynamic Entity Name' and a list of properties with 'Auto-refresh' checkboxes. The 'Current Selected Item' is highlighted in blue.

Property	Auto-refresh
HeadTemperature	Auto-refresh
HUMIDITY	Auto-refresh
Model	Auto-refresh
Model3DLoad	Auto-refresh
name	Auto-refresh
PLA_Filamet	Auto-refresh
PRESSURE	Auto-refresh
Price	Auto-refresh
TEMPERATURE	Auto-refresh

## Шаг 9.

Убеждаемся в том, что раскрывшийся список содержит все интересующие нас свойства.

The screenshot displays the Vuforia Studio interface for a project named 'AR-001'. The main workspace shows a canvas with a grid layout widget selected. The left sidebar contains a tree view of the widget hierarchy, including '2D Overlay', 'Top Panel', 'gridLayout-2', 'row-4', 'column-4', 'image-1', '2D Body', 'Left Panel', 'gridLayout-5', 'row-21', 'column-7', 'row-22', 'column-8', 'row-23', 'Center Panel', 'Right Panel', 'gridLayout-1', 'row-1', 'column-1', 'toggleButton-2', 'row-2', 'column-2', 'toggleButton-1', 'row-3', 'column-3', 'toggleButton-3', 'row-16', 'column-17', 'row-17', 'column-18', 'row-18', 'column-19', and 'row-19'. The central 'WIDGETS' panel lists various widget types such as Card, Footer, Grid Layout, Header, Panel, Popup, Repeater, Tabs, Button, Checkbox, Select, Slider, Text Area, Text Input, Toggle, Toggle Button, Audio, Bar Chart, Camera, and Chalk. The 'COLUMN - DETAILS' panel on the right shows the configuration for the selected widget, including properties like Class, Flex Direction (Column), Justification (Center), Alignment, Content Wrap (Wrap), and Padding. The 'EXTERNAL DATA' panel on the far right lists data sources and their properties, including 'Replicator01' and 'Dynamic Entity Name', with various properties like 'HeadTemperature', 'HUMIDITY', 'Model', 'Model3DLoad', 'name', 'PLA\_Filamet', 'PRESSURE', 'Price', and 'TEMPERATURE' all having 'Auto-refresh' checked.

## Шаг 10.

Все наши свойства объявлены обновляющимися (  Auto-refresh ).

Для отработки этого автообновления сервисом **GetPropertyValues**, сконфигурируем его → в опции **Configuration** нашего сервиса необходимо отметить **Auto-refresh**, и задать величину обновления в секундах – **Auto-refresh Rate**:

- ✓ Services +
- ) ✓ GetPropertyValues —
- ←) All Items
- ←) All Selected Items
- Current Selected Item
- Parameters
- ✓ **Configuration**
- Invoke On Startup
- Invoke On Entity Change
- Auto-select first row
- Auto-refresh
- Auto-refresh Rate
- 
- Events
- Status

The screenshot shows the Vuforia Studio interface with the 'Configuration' section of the 'GetPropertyValues' service selected. The 'Auto-refresh' checkbox is checked, and the 'Auto-refresh Rate' is set to 30 seconds. The interface also displays a 'WIDGETS' panel on the left, a 'CANVAS' in the center, and a 'COLUMN - DETAILS' panel on the right. The 'DATA' panel on the far right shows a list of properties, all of which are marked as 'Auto-refresh'.

## Шаг 11.

Возвращаемся в канву **2D**, где мы начали подготавливать виджеты для плоского экрана («стекла»), отображающие значения выбранных свойств **SCT**.

Расположим в первой строке левой панели виджет **2D Label**, а во второй – **2D Gauge**.

The screenshot displays the Vuforia Studio interface for configuring a 2D Gauge widget. The interface is divided into several panels:

- Left Panel (Widget Palette):** Shows a tree view of widgets. Under '2D Overlay', '2D Body', and 'Left Panel', the '2D Gauge' widget is selected.
- Canvas:** Shows a 2D view of the widget being placed on a screen. A '2D Gauge' widget is positioned in the second row of the left panel, and a '2D Label' widget is positioned in the first row.
- Properties Panel (Gauge - DETAILS):** Shows the configuration options for the selected widget.
  - PROPERTIES:**
    - Class: Text
    - Enable State-Based Formatting:
    - Minimum Value: 0
    - Maximum Value: 100
    - Value: 0
    - Decimal Scale: 0
    - Gauge Title: Text
    - Title Position: Below
    - Gauge Span: Half Circle
    - Hide Inner Shadow:
    - Title Font Color: #000000
    - Value Font Color: #000000
    - Value Fill Color: Text
- DATA Panel:** Shows application parameters and external data.
  - APPLICATION PARAMETERS:** Thing, Thing Template, ThingMark.
  - EXTERNAL DATA:** Replicator01, Dynamic Entity Name, Properties, and various sensor data points (HeadTemperature, HUMIDITY, Model, Model3DLoad, name, PLA\_Filamet, PRESSURE, Price, TEMPERATURE) with checkboxes for 'Auto-refresh'.
  - Services:** GetPropertyValues, All Items, All Selected Items, Current Selected Item, Parameters, Configuration, Invoke On Startup, Invoke On Entity Change, Auto-select first row, Auto-refresh, Auto-refresh Rate (30), Events, Status.



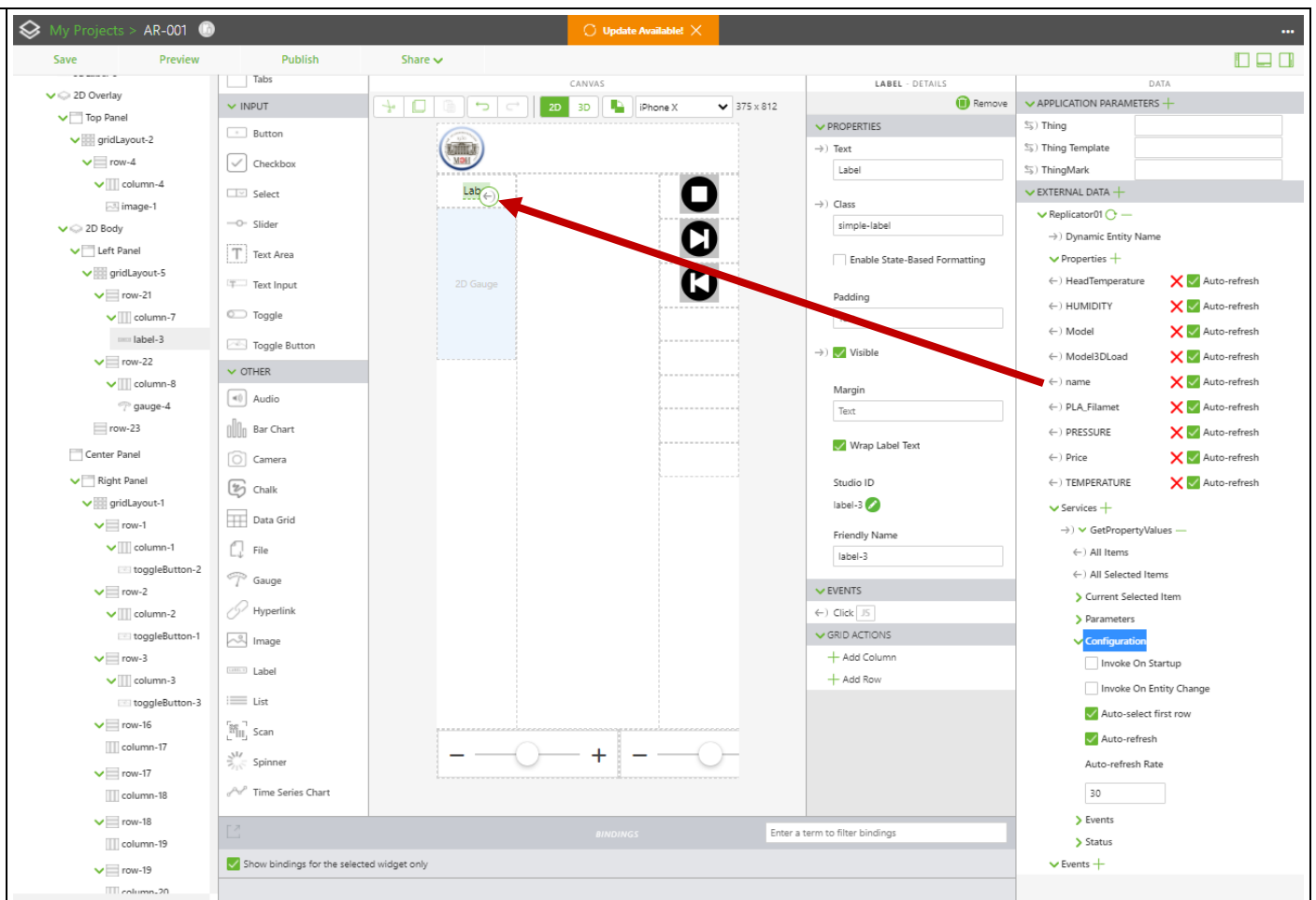
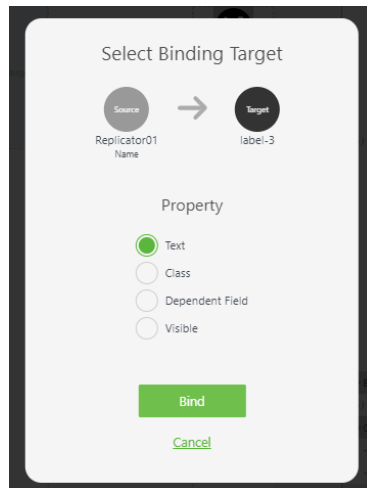
## Шаг 12.

Предлагается на «стекле» отображать следующие свойства 3D Принтера:

- **Label** → поместим наименование ЦД – свойство **name**;
- **Gauge** → поместим значение температуры «за бортом».

Начинаем с **Label** →

Предлагается в качестве свойства, отображаемого в этом виджете выбрать свойство, относящееся к классу базовых (**Generic** в **TWx Fndtn**). В нашем случае это свойство **name**. См. распределение свойств на стр. 5 данного описания.





## Шаг 14.

Настраиваем отображение **2D Gauge** → «циферблат» сделаем **полукруглым**, подпись расположим **под ним**, и сам «циферблат» будет размечен на цветовые зоны, которые будут отображать приближение к критическим зонам считываемого свойства. Сами критические зоны определены в **ЦД** на сервере **IoT/IIoT**. Как определено выше (см. начало раздела 2.) датчик **TEMPERATURE** дает значения в диапазоне **от -20 (нижняя критическая зона) до + 80 (верхняя критическая зона) градусов Цельсия**.

The screenshot shows the Vuforia Studio interface for configuring a 2D Gauge. The main canvas displays a '2D Gauge' widget with a 'Label' above it. The right-hand 'GAUGE - DETAILS' panel shows the following settings:

- Class: Text
- Enable State-Based Formatting:
- Minimum Value: -20
- Maximum Value: 80
- Value: 0
- Decimal Scale: 10
- Gauge Title: TEMPERATURE
- Title Position: Below
- Gauge Span: Half Circle
- Hide Inner Shadow:

## Шаг 15.

Промежуточный результат можно наблюдать в режиме **Preview**



## Шаг 16.

Продолжаем оформлять **Приложение AR** для связи его с сервером **IoT/IIoT → TWx Fndtn.**

Переходим в **3D-Канву**. В Проекте, который мы модифицируем, уже предусмотрены **3D-Виджеты** для отображения значений свойств целевого **ЦД** с сервера **TWx Fndtn: 3D Label** и **3D Gauge**. Работа с этими виджетами была рассмотрена в **ЛР №2**. При желании вы можете добавить новые **3D-Виджеты**.

Начинаем со связывания **3D-Виджета 3D-Label** со значения одного из свойств **ЦД 3D Принтера**.

Предлагается в качестве такого свойства выбрать свойство **Model**.

The screenshot displays the Vuforia Studio interface for an AR application. The top navigation bar shows 'My Projects > AR-001'. The main workspace is divided into several panels:

- Left Panel (Assets):** Lists various widgets such as 'modelItem-10' through 'modelItem-17', '3DImage-1' through '3DImage-2', '3DLabel-1' through '3DLabel-3', '3DGauge-2' through '3DGauge-3', 'thingMark-1', '2D Overlay', 'Top Panel', 'gridLayout-2', 'row-4', 'column-4', 'image-1', '2D Body', 'Left Panel', 'gridLayout-5', 'row-21', 'column-7', 'label-3', 'row-22', and 'column-8'.
- WIDGETS Panel:** Contains categories like 'TARGETS' (Image Target, Model Target, Spatial Target, ThingMark), 'AUGMENTATIONS' (3D Gauge, 3D Image, 3D Label, Model, Model Item), and 'OTHER' (Camera).
- CANVAS:** Shows a 3D scene with a printer model and a '3D Label' widget overlaid on it. The label text reads '3D Принтер Maker' and 'Инв. № ABCD-12'. A status bar at the bottom of the canvas indicates 'Scene polygon count: 209092'.
- 3D LABEL - DETAILS Panel:** Shows the configuration for the selected widget. It includes a 'Remove' button and a 'PROPERTIES' section with fields for Text, Height, Width, Class, Font Family, and Font Color. There is also an 'Enable State-Based Formatting' checkbox.
- DATA Panel:** Shows 'APPLICATION PARAMETERS' and 'EXTERNAL DATA'. Under 'EXTERNAL DATA', there is a 'Replicator01' widget with a 'Dynamic Entity Name' field and a 'Properties' section. The properties list includes 'HeadTemperature', 'HUMIDITY', 'Model', 'Model3DLoad', 'name', 'PLA\_Filamet', 'PRESSURE', 'Price', and 'TEMPERATURE', each with a red 'X' and a green checkmark, and an 'Auto-refresh' checkbox.
- BINDINGS Panel:** At the bottom, there is a search bar for bindings and a checked checkbox for 'Show bindings for the selected widget only'.

## Шаг 17.

Связываем **EXTERNAL DATA Model** с полем **Text** выбранного **3D Label**.

The screenshot displays the Vuforia Studio interface for a project named "AR-001". The interface is divided into several panels:

- Left Panel:** A tree view of the scene hierarchy. The "3D Label-3" widget is selected and highlighted in blue.
- WIDGETS Panel:** Lists available widget types such as "Image Target", "Model Target", "Spatial Target", "ThingMark", "3D Gauge", "3D Image", "3D Label", "Model", "Model Item", and "Camera".
- CANVAS Panel:** A 3D view of the scene showing a 3D printer model with a "3D Label" widget overlaid on it. The label text reads "3D Принтер Maker ИВ. № ABCD-12".
- 3D LABEL - DETAILS Panel:** Shows the configuration options for the selected widget. The "Text" property is selected and highlighted in green, with a red arrow pointing to its input field containing "Lab". Other properties like "Height", "Width", "Class", "Font Family", and "Font Color" are also visible.
- DATA Panel:** Shows the "EXTERNAL DATA" configuration. A list of data sources is shown, including "Replicator01" and various sensor data points like "HeadTemperature", "HUMIDITY", "Model", "Model3DLoad", "name", "PLA\_Filamet", "PRESSURE", "Price", and "TEMPERATURE". Each data point has a checkbox for "Auto-refresh".

## Шаг 18.

**Результат** → обратите внимание на изменение информации в поле связывания (**Bindings**), подтверждающее успешность операции связывания.

The screenshot displays the Vuforia Studio interface for a project named 'AR-001'. The interface is divided into several panels:

- Left Panel (Project Tree):** Lists various widgets and containers, including 'modelItem-10' through 'modelItem-17', '3DImage-1' through '3DImage-2', '3DLabel-1' through '3DLabel-3', '3DGauge-2' through '3DGauge-3', 'thingMark-1', '2D Overlay', 'Top Panel', 'gridLayout-2', 'row-4', 'column-4', 'image-1', '2D Body', 'Left Panel', 'gridLayout-5', 'row-21', 'column-7', 'label-3', 'row-22', and 'column-8'. '3DLabel-3' is currently selected.
- WIDGETS Panel:** Shows categories for 'TARGETS' (Image Target, Model Target, Spatial Target, ThingMark), 'AUGMENTATIONS' (3D Gauge, 3D Image, 3D Label, Model, Model Item), and 'OTHER' (Camera, TML Text).
- CANVAS:** A 3D view of a printer with a '3D Label' widget overlaid. The label contains the text '3D Принтер Maker' and 'ИНВ. № ABCD-12'. The scene polygon count is 209092.
- 3D LABEL - DETAILS Panel:** Shows the configuration for the selected '3DLabel-3' widget. It includes a 'Remove' button and a 'PROPERTIES' section with fields for Text, Height, Width, Class, and Font Family/Color. There is also an 'Enable State-Based Formatting' checkbox.
- DATA Panel:** Shows 'APPLICATION PARAMETERS' and 'EXTERNAL DATA'. Under 'EXTERNAL DATA', there is a 'Replicator01' widget with a 'Dynamic Entity Name' and a 'Properties' section. The properties include 'HeadTemperature', 'HUMIDITY', 'Model', 'Model3DLoad', 'name', 'PLA\_Filament', 'PRESSURE', and 'TEMPERATURE', each with an 'Auto-refresh' checkbox.
- BINDINGS Panel:** A table showing the binding configuration for the selected widget.

Source	Target
Binding Expression: app.mdl[Replicator01].properties[Model]	Widget: 3DLabel-3 Property: text

## Шаг19.

Повторяем аналогичные действия для связывания **3D Gauge** со свойством **ЦД**, например, температурой сопла в экструдере (в градусах Цельсия) **HeadTemperature**;

**Обратите внимание!!!** Здесь мы воспользовались еще одним способом выполнения связывания значения (из **EXTERNAL DATA HeadTemperature**) свойства с **3D**-Виджетом: **drag-n-drop** из поля **EXTERNAL DATA** в иерархию виджетов в поле **VIEW**.

The screenshot displays the Vuforia Studio interface for a project named "AR-001". The interface is divided into several panels:

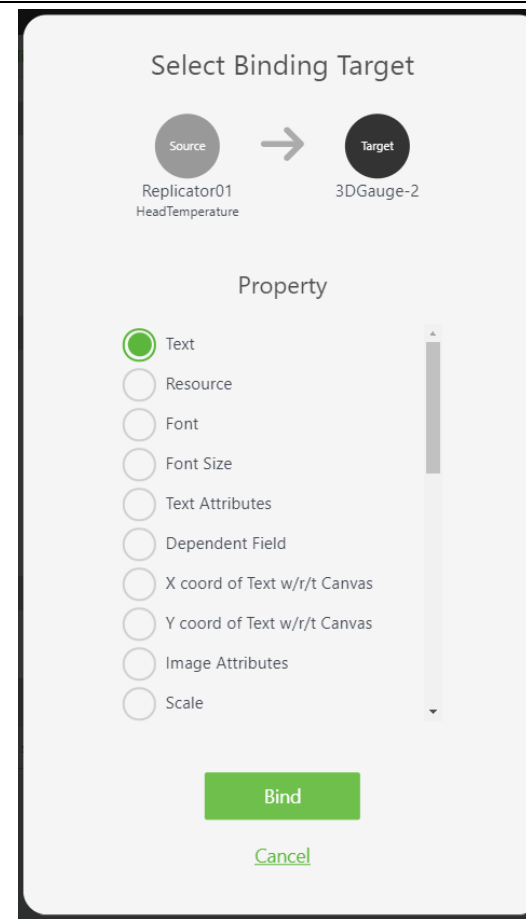
- Left Panel (VIEW):** A hierarchical tree of widgets. The "3DGauge-2" widget is highlighted with a green selection bar. A red arrow points from the "EXTERNAL DATA" section in the right panel to this widget.
- WIDGETS:** A list of available widget types, including "Image Target", "Model Target", "Spatial Target", "ThingMark", "3D Gauge", "3D Image", "3D Label", "Model", "Model Item", "Camera", and "TML Text".
- CANVAS:** A 3D view of a printer model with a "3D Gauge" widget overlaid on it. The gauge displays the value "###".
- 3D GAUGE - DETAILS:** A panel for configuring the selected widget. It includes sections for "PROPERTIES" (Text, Resource, Font, Font Size, Text Attributes, Enable State-Based Formatting, X coord of Text w/r/t Canvas) and "BINDINGS" (a search bar and a checked option "Show bindings for the selected widget only").
- DATA:** A panel for managing external data. It shows "APPLICATION PARAMETERS" and "EXTERNAL DATA". Under "EXTERNAL DATA", there is a list of data sources with checkboxes for "Auto-refresh":
  - HeadTemperature (checked)
  - HUMIDITY (unchecked)
  - Model (unchecked)
  - Model3DLoad (unchecked)
  - name (unchecked)
  - PLA\_Filamet (unchecked)
  - PRESSURE (unchecked)
  - Price (unchecked)
  - TEMPERATURE (unchecked)



## Шаг 20.

В случае использования такого способа связывания, который был описан на предыдущем шаге, появляется промежуточный запрос в виде меню выбора **Property** (свойств), где нужно выбрать в нашем случае это **Text**.

Выбрать **опцию Bind** →

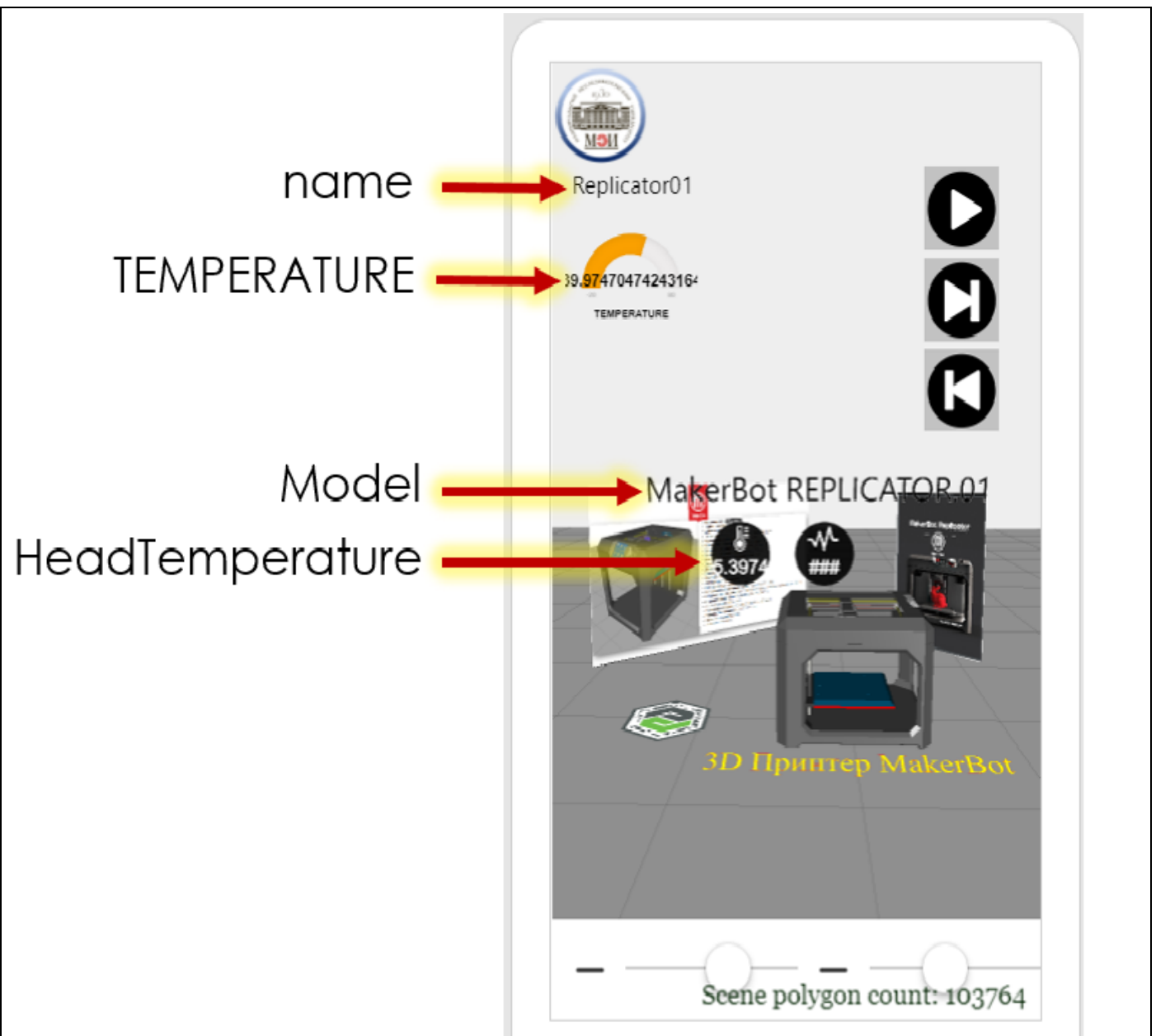


## Шаг 21.

Промежуточный результат связывания **2D** - и **3D** – Виджетов со свойствами ЦД целевого объекта (**3D Принтера**) с сервера **IoT/IIoT** в Проекте ДР можно наблюдать в **Vuforia Studio** в режиме **Preview**.

Очевидно, что результат не может быть назван удовлетворительным, т.к. численные значения внешней температуры и температуры головки рабочего инструмента (Экструдера) выводятся с избыточным количеством разрядов, что не несет никакой значимой информации. Более того, важная информация – значимые разряды значений, могут выйти за пределы отображаемой разрядной сетки, как это произошло в данном примере.

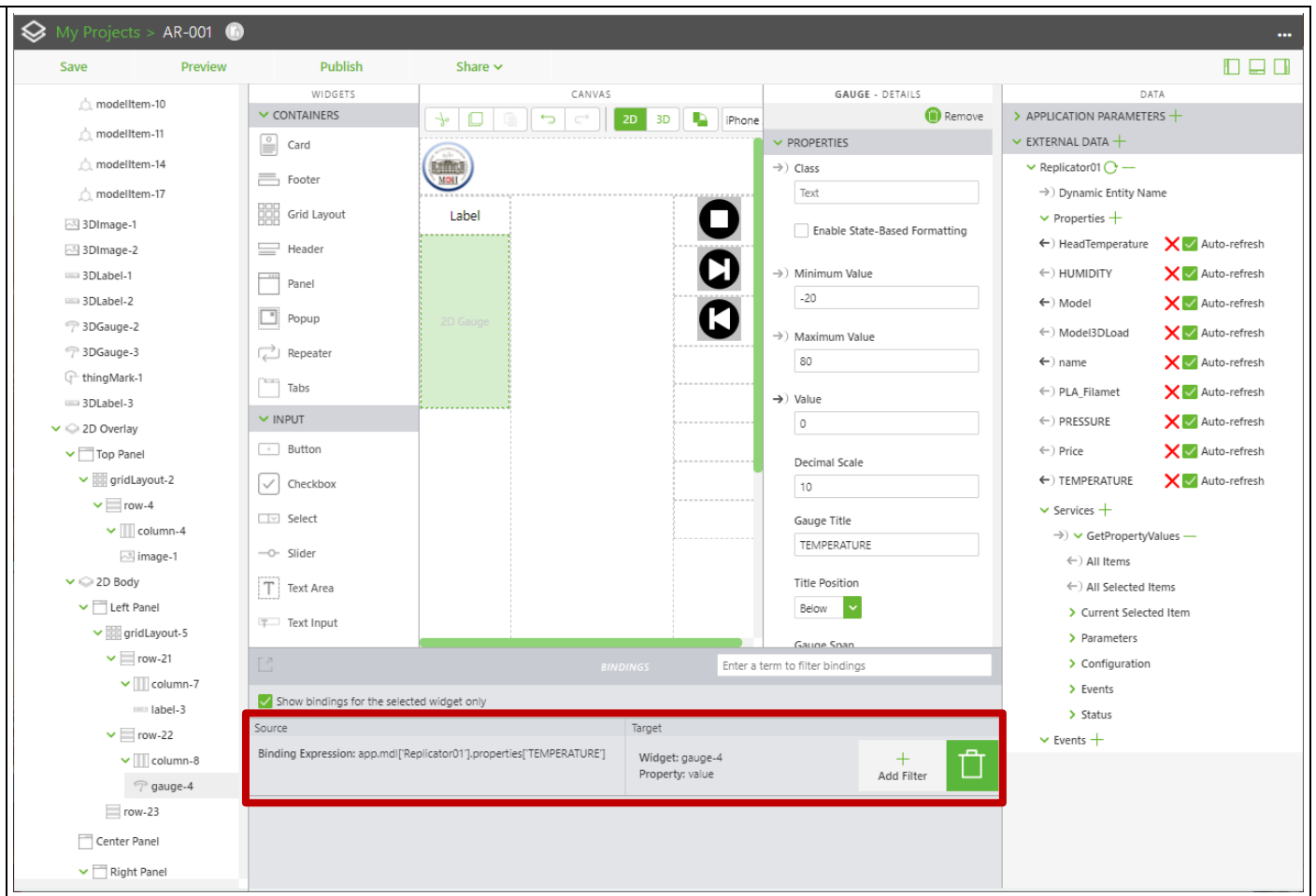
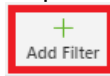
Для преодоления этой коллизии вручную пропишем дополнительный фильтр для исключения избыточной разрядности.



## Шаг 22.

Начнем с **2D** канвы, виджета **2D Gauge**. В поле связей (**Binding**), для выбранного

виджета добавляем фильтр



The screenshot shows the Vuforia Studio interface with the following components:

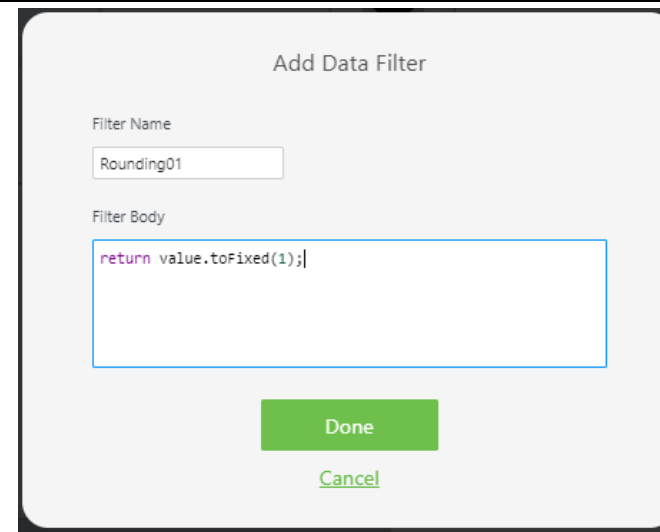
- WIDGETS:** A list of widgets on the left, including "2D Overlay", "Top Panel", "gridLayout-2", "row-4", "column-4", "image-1", "2D Body", "Left Panel", "gridLayout-5", "row-21", "column-7", "label-3", "row-22", "column-8", "gauge-4", "row-23", "Center Panel", and "Right Panel".
- CONTAINERS:** A list of containers in the center, including "Card", "Footer", "Grid Layout", "Header", "Panel", "Popup", "Repeater", and "Tabs".
- INPUT:** A list of input widgets in the center, including "Button", "Checkbox", "Select", "Slider", "Text Area", and "Text Input".
- CANVAS:** A central workspace showing a "2D Gauge" widget and a "Label" widget.
- GAUGE - DETAILS:** A panel on the right showing the properties of the selected gauge widget, including "Class", "Minimum Value", "Maximum Value", "Value", "Decimal Scale", "Gauge Title", "Title Position", and "Gauge Span".
- BINDINGS:** A table at the bottom showing the binding configuration for the selected widget.

Source	Target	Action
Binding Expression: app.mdl[Replicator01].properties[TEMPERATURE]	Widget: gauge-4 Property: value	+ Add Filter

### Шаг 23.

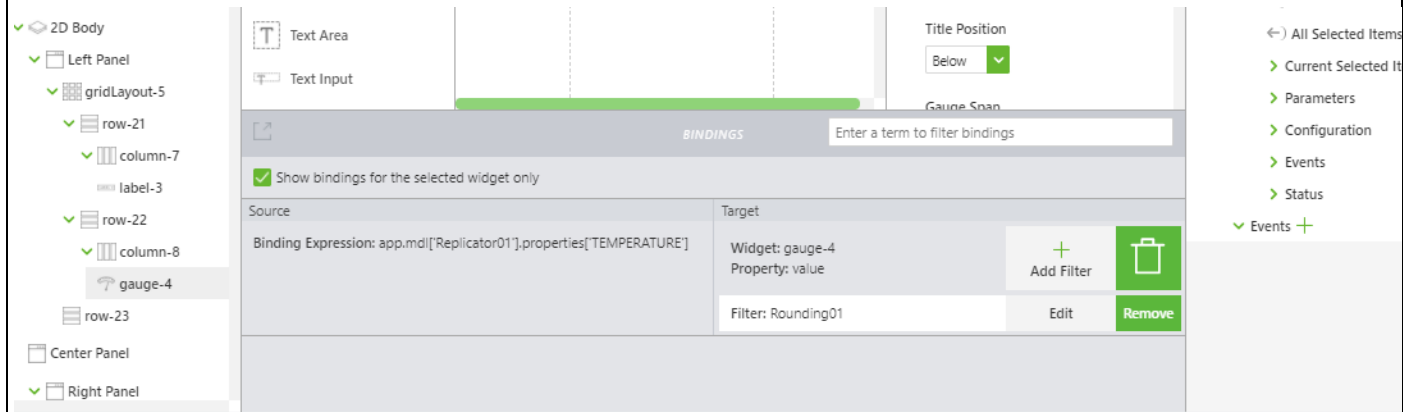
В открывшемся окне фильтра, задаем его имя (**Rounding01**) и в теле прописываем выражение **Java Script**:

```
return value.toFixed(1);
```



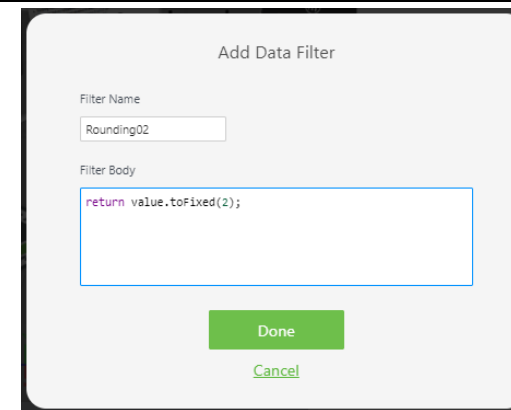
### Шаг 24.

Контролируем создание фильтра, наблюдая изменение содержания поля связывания (**Binding**) для выбранного **Widget**'а.



## Шаг 25.

Переходим в **3D** Канву и производим аналогичные действия по установке фильтра (задаем ему имя – **Rounding02**) для исключения избыточной разрядности температуры головки Экструдера. Для нас значимыми являются максимум 2 десятичных разряда после запятой.



The screenshot shows the Vuforia Studio interface with a 3D printer model. The left sidebar shows a hierarchy of widgets: 3DGauge-2, 3DGauge-3, thingMark-1, 3DLabel-3, 2D Overlay, Top Panel, gridLayout-2, row-4, column-4, image-1, 2D Body, Left Panel, gridLayout-5, row-21, column-7, label-3, row-22, column-8, gauge-4, and row-23. The central canvas shows the 3D printer with a gauge and a label. The right sidebar shows a list of properties with checkboxes: Model3DLoad (checked), name (checked), PLA\_Filamet (checked), PRESSURE (checked), Price (checked), TEMPERATURE (checked), Services (checked), GetPropertyValues (unchecked), All Items (checked), All Selected Items (checked), Current Selected Item (checked), Parameters (checked), Configuration (checked), Events (checked), Status (checked), and Events (checked). The bottom panel shows the 'BINDINGS' table with the following content:

Source	Target
Binding Expression: app.mdl[Replicator01].properties[HeadTemperature]	Widget: 3DGauge-2 Property: text
	Filter: Rounding02

## Шаг 26.

Проверим результат в режиме **Preview**.



## Шаг 27.

Теперь Проект можно опубликовать известным вам способом (см. ЛР №3) и проверить работоспособность получившегося упрощенного AR Приложения с помощью **Vuforia View** на вашем мобильном устройстве. Не забудьте, что данное Приложение ДР использует способ таргетирования – **ThingMark** для вашего аккаунта!







### 3. Практическое задание

В данной Лабораторной работе № 4 необходимо модифицировать ранее разработанный AR-Проект, использующий способ таргетирования ThingMark.

Средствами Vuforia Studio требуется обеспечить связь с сервером IoT/IIoT - TWx Fndtn;

На сервере Администратором (\*) заведены Цифровые Двойники (Things) с именами, указанными в таблице:

Таблица1.

№	Студент	Имя ЦД (Thing)	3D Label	3D Gauge	2D Label	2D Gauge
1		Replicator01	name	HeaterTemperature	Price	TEMPERATURE
2		Replicator02	Model	PLA_Filament	name	PRESSURE
3		Replicator03	Price	Model3DLoad	PLA_Filament	HUMIDITY
4		Replicator04	name	Price	Model	PRESSURE
5		Replicator05	Model	Model3DLoad	name	TEMPERATURE
6		Replicator06	Price	PLA_Filament	Model	PRESSURE
7		Replicator07	name	HeaterTemperature	Model	HUMIDITY
8		Replicator08	Model	Price	PLA_Filament	PRESSURE
9		Replicator09	Price	HeaterTemperature	name	HUMIDITY

Для выполнения задания на ЛР №4 из таблицы Таб.1 в соответствии с фамилией студента выбираются :

- имя Thing (цифрового двойника) в ThingWorx Foundation;
- свойства цифрового двойника для 2D – виджетов;
- свойства цифрового двойника для 3D – виджетов.

\*) В случае, если физическое устройство отсутствует, если речь идет о разработке учебного или демонстрационного **AR-Приложения (Experience)**, работоспособность полученного решения проверяется с использованием **аппаратного или программного эмулятора устройства**. Данный эмулятор транслирует значения типового набора свойств **3D-Принтер MakerBot Replicator 2 (умного подключаемого устройства)** в состав свойств соответствующего **ЦД** на сервере – **Thingworx Foundation** - сервере интернета вещей. **Администратор TWx Fndtn** может иметь прямой доступ к данным в случае необходимости, или в случае отказа эмулятора. Проверить работоспособность опубликованных Приложений возможно только при включенном и корректно работающем сервере **Thingworx Foundation**.