

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ  
Кафедра компьютерных технологий и систем**

**ДУНАЕВ ВИКТОР АНДРЕЕВИЧ**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ПРОСТЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ**

Курсовая работа

Научный руководитель:  
доцент кафедры КТС ФПМИ,  
кандидат физ.-мат. наук  
Василевский Константин  
Викторович

Минск, 2018

## РЕФЕРАТ

Курсовая работа, 28 с., 13 рис., 8 источников.

Microsoft HoloLens, КАЛИБРУЕМЫЙ ОБЪЕКТ, Open CV, UNITY3D

Объект исследования – калибруемый объект, представленный в виде изображения (набора изображений).

Цели работы – исследовать и изложить методы создания приложения для использования дополненной и виртуальной реальности в проведении простых хирургических операций. В частности, обработка и калибровка изображения.

Методы исследования – методы моделирования в среде Unity3D с помощью библиотеки Open CV, методы создания приложения виртуальной реальности в Android Studio 3.0.

Результатом является приложение, обрабатывающее изображение.

Полученные результаты могут быть использованы в учебных целях или в области медицины.

## РЭФЕРАТ

Курсавая праца, 28 с., 13 мал., 8 крыніц.

Microsoft HoloLens, КАЛІБРАВАНЫ АБ'ЕКТ, Open CV, UNITY3D

Аб'ект даследвання – калібраваны аб'ект, прадстаўлены ў выглядзе малюнка (набору малюнкаў).

Мэта працы – даследаць і выкласці метады стварэння прыкладання для выкарыстання дапоўненнай і віртуальнай рэальнасці ў правядзенні простых хірургічных аперацый. У прыватнасці, апрацоўка і каліброўка малюнка.

Метады даследвання – метады мадэлявання ў асяроддзі Unity3D з дапамогай бібліятэкі Open CV, метады стварэння прыкладання віртуальнай рэальнасці ў Android Studio 3.0.

Вынікам з'яўляецца прыкладанне, апрацоўчае малюнак.

Атрыманыя вынікі могуць быць выкарыстаны ў навучальных мэтах або ў галіне медыцыны.

## SUMMARY

Course work, 28 p., 13 pic., 8 sources.

Microsoft HoloLens, CALIBRATED OBJECT, Open CV, UNITY3D

The object of study – is a calibrated object represented as an image (set of image).

The purpose of the work – is to research and present methods of creating applications for the use of augmented and virtual reality in simple surgical operations. In particular, image processing and calibration.

Research methods – methods of modeling in the Unity3D environment using the Open CV library, methods of creating a virtual reality application in Android Studio 3.0.

The result is an application that processes the image.

The results can be used for educational purposes or in the field of medicine.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
ГЛАВА 1. MICROSOFT HOLOLENS .....	6
1.1    Типы приложений и инструменты для их создания .....	6
1.2    Общая схема приложения.....	7
1.2.1    Обработка входных данных.....	7
1.2.2    Переход из режима «чтение» в режим «калибровка».....	8
ГЛАВА 2. ОСНОВЫ СТЕРЕОЗРЕНИЯ .....	10
2.1    Проективная геометрия.....	10
2.2    Модель проективной камеры .....	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	14

## ВВЕДЕНИЕ

Дополненная реальность (от англ. augmented reality, AR) – это технология представления контекстной информации и наложения ее в виде многослойных визуальных образов на объекты реального мира в режиме реального времени.

Дополненная реальность является основой принципиально нового интерфейса для обращения к информации и перехода взаимодействия с ней на новый интерактивный уровень. Отличие дополненной реальности от виртуальной заключается во взаимодействии компьютерных устройств с объектами реального мира.

Задача дополненной реальности – расширить информационное взаимодействие пользователя с окружением. Накладываемые посредством компьютерного устройства слои с контекстными объектами на изображение реальной среды носят вспомогательно-информативный характер.

Таким образом, информация, контекстно связанная с объектами реального мира, с помощью дополненной реальности, становится доступной пользователю в режиме реального времени.

Примеры применения дополненной реальности: отображение информации на лобовом стекле в современных истребителях и авто премиум класса, сетка золотого сечения и другие вспомогательные элементы на экране цифрового фотоаппарата, указатели траектории парковки автомобиля при помощи камеры заднего вида.

# ГЛАВА 1. MICROSOFT HOLOLENS

Microsoft HoloLens – очки смешанной реальности, разработанные Microsoft. Используют 32-разрядную операционную систему Windows Holographic (версия Windows 10).

В отличие от шлемов виртуальной реальности, которые передают картинку через непрозрачные светодиодные или жидкокристаллические дисплеи и стеклянные линзы, которые искажают картинку для правильного восприятия зрительным аппаратом человека, в устройстве Microsoft установлены прозрачные волноводные линзы. Это линзы с волнообразной призматической структурой, которые правильным образом преломляют и отправляют в глаз картинки с расположенных по бокам [1] микродисплеев. Картинка формируется на основе данных с датчиков местоположения шлема и окружающих объектов, и в результате пользователь видит перед собой «голограммы» – компьютерную графику, интегрированную в окружающую действительность, или смешанную реальность.

## 1.1 Типы приложений и инструменты для их создания

В оптике выходной зрачок – это виртуальная апертура оптической системы, и из системы могут выйти только лучи, проходящие через виртуальную апертуру (другими словами – это область с образом, видимая в окуляр). В данном случае, входной зрачок глаз пользователя, а выходным является проекция. Для правильной работы системы (1.1). необходимо, чтобы расширение выходного зрачка осуществлялось через максимальное расширение области, доступной обзору человеческого зрачка с любой его позиции. Этого позволяет добиться регулировка линз в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

$$\sigma_{rr} = \frac{2G}{1-2\mu} \left( (1-\mu) \frac{\partial U}{\partial r} + 2\mu \frac{U}{r} - (1+\mu)\alpha T \right) \quad (1.1)$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{2G}{1-2\mu} \left( \mu \frac{\partial U}{\partial r} + \frac{U}{r} - (1+\mu)\alpha T \right) \quad (1.2)$$

Для передачи картинки в HoloLens используются (1.2) линзы с призматическими структурами – волноводами. Их трудно изготовить прямо в

стекле, поэтому инженеры [8] покрывают линзы несколькими дифракционными решётками. Это нужно для того, чтобы «голограммы» отображались правильно, а пользователь не испытывал дискомфорт. Проходя через оптическую систему, изображение дифрагируется внутри волновода, отправляясь в точном направлении с определёнными цветами.

## 1.2 Общая схема приложения

Опуская все, что можно в этой жизни. Бессмысленный текст абзаца, как и наша тленная жизнь. Я мог бы цитировать Гёте, но я из Вилейки, а ты лишь печаль.

### 1.2.1 Обработка входных данных.

Выполняя для (2.2) преобразование Рисунок 1.1 и подставив решение (2.3) в (2.1) находим

$$\begin{aligned} \frac{1}{r^3} \int_R^r x^2 T(x, t) dx &= \frac{R^3}{r^3} \int_R^r \left( \frac{x}{R} \right)^2 T_0 \left( \frac{R}{x} \right) \operatorname{erfc} \frac{\frac{x}{R} - 1}{\frac{2\sqrt{at}}{R}} d \left( \frac{x}{R} \right) = \\ &= \frac{T_0}{\xi^3} \int_R^r \left( \frac{x}{R} \right) \operatorname{erfc} \frac{\frac{x}{R} - 1}{2\sqrt{\tau}} = T_0 \frac{1}{\xi^3} \int_1^\xi y \operatorname{erfc} \frac{y-1}{2\sqrt{\tau}} dy = \frac{T_0}{\xi^3} F(\xi, \tau) \end{aligned} \quad (1.3)$$

Обратимся к Рисунок 1.2.

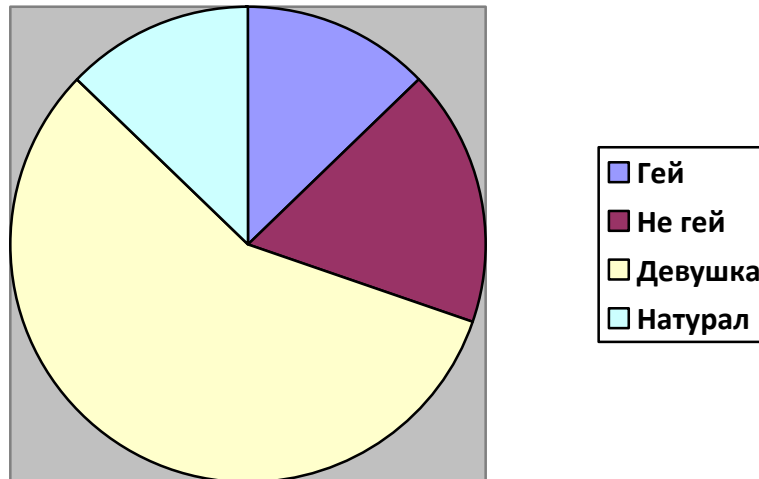


Рисунок 1.1 – Круговая диаграмма гендера

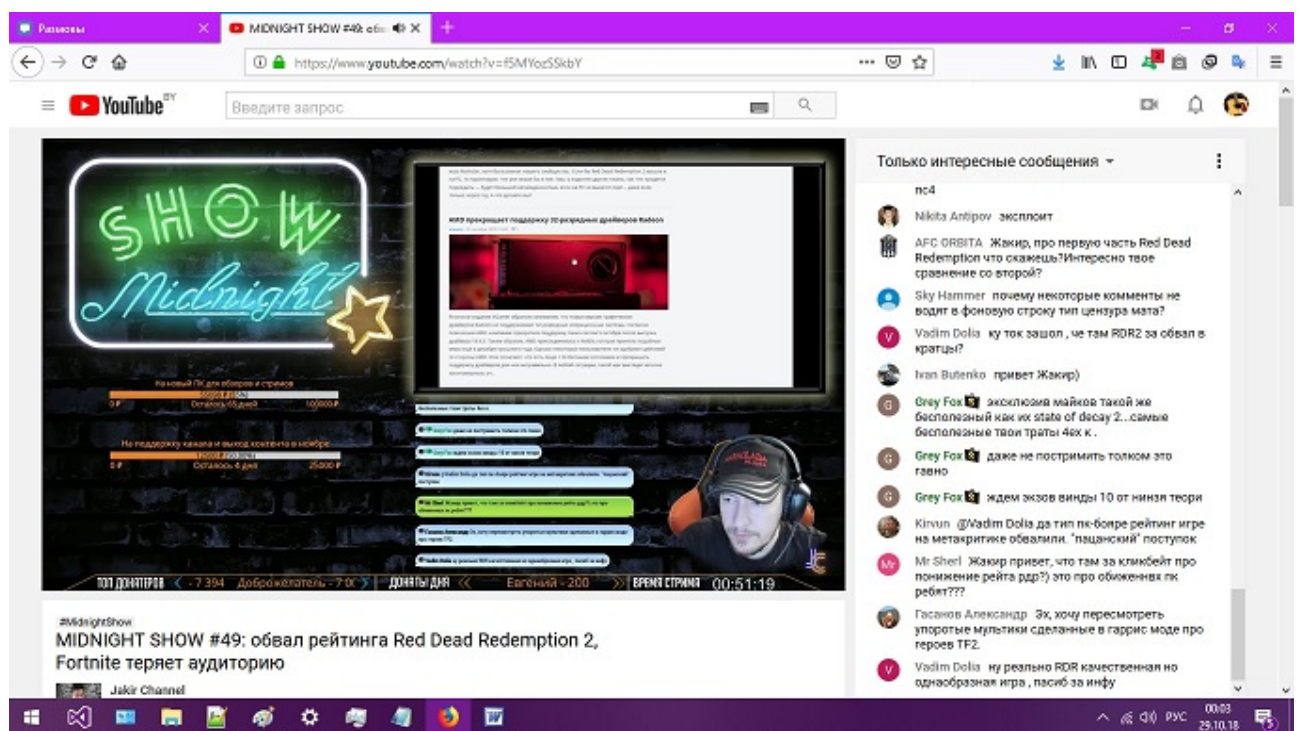


Рисунок 1.2 – Круговая диаграмма гендера

### 1.2.2 Переход из режима «чтение» в режим «калибровка».

Термоупругие напряжения в квазистатическом режиме определяются соотношениями Рисунок 1.3. В Таблица 1 что-то там указано.



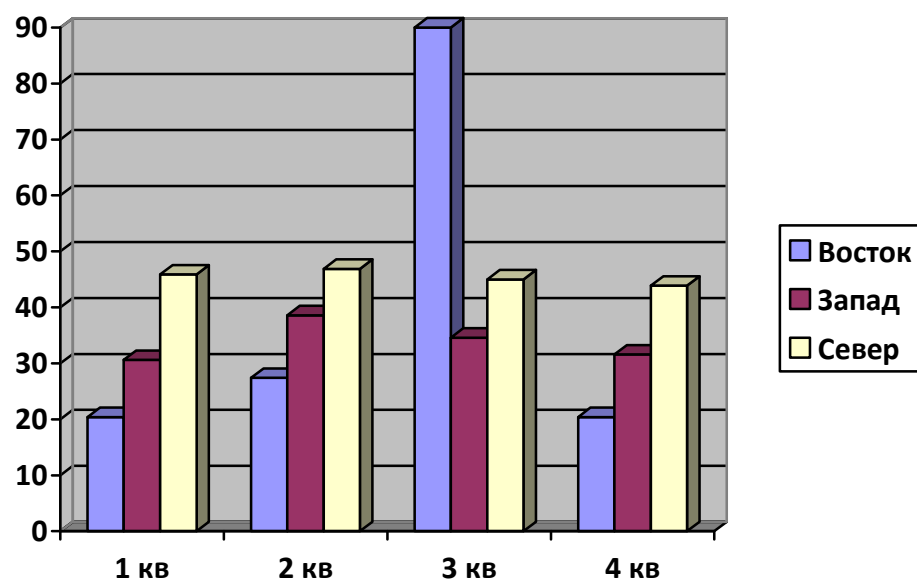


Рисунок 1.3 – Диаграмма

## ГЛАВА 2. ОСНОВЫ СТЕРЕОЗРЕНИЯ

Для того чтобы построить графики зависимостей, описанные формулами (1.3) зададим диапазон безразмерных [1] величин. Графики приведены на рисунках. Графики построены с помощью программы MatLab. Далее на Рисунок 2.1 мы увидим нечто приятное.

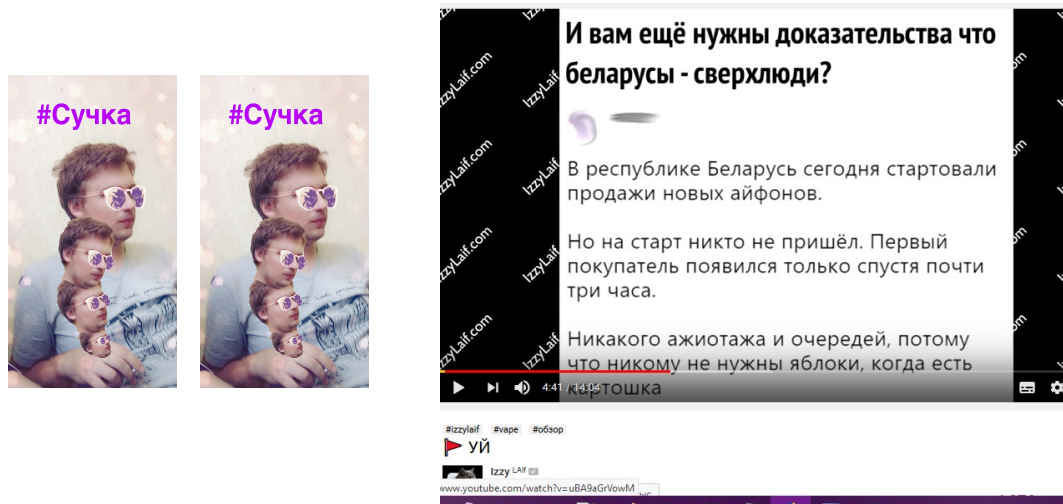


Рисунок 2.1 – Составной рисунок

### 2.1 Проективная геометрия

Этот интеграл можно вычислить.

$$\frac{\partial^2 \left( \frac{T}{T_0} \right)}{\partial \left( \frac{r}{R} \right)^2} + \frac{2\partial \left( \frac{T}{T_0} \right)}{\frac{r}{R} \partial \left( \frac{r}{R} \right)} = \frac{\partial \left( \frac{T}{T_0} \right)}{\partial \left( \frac{at}{R^2} \right)} \quad (2.1)$$

и после интегрирования окончательно получаем:

$$\frac{\partial^2 \left( \frac{T}{T_0} \right)}{\partial \left( \frac{r}{R} \right)^2} + \frac{2 \partial \left( \frac{T}{T_0} \right)}{\frac{r}{R} \partial \left( \frac{r}{R} \right)} = \frac{\partial \left( \frac{T}{T_0} \right)}{\partial \left( \frac{at}{R^2} \right)} \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} T_0(0) &= T_0 = const, \\ U(r, 0) &= 0 \end{aligned} \quad (2.3)$$

## 2.2 Модель проективной камеры

Таблица 1 – Какая-то таблица

Длинное поле	Длинное поле	Длинное поле	Длинное поле	Поле
Значение	Значение	Значение	Значение	Значение

Обратимся к биткоину ибо я его люблю Рисунок 2.2.



Рисунок 2.2 – График биткоина

В этой части сошлёмся на Рисунок 2.3

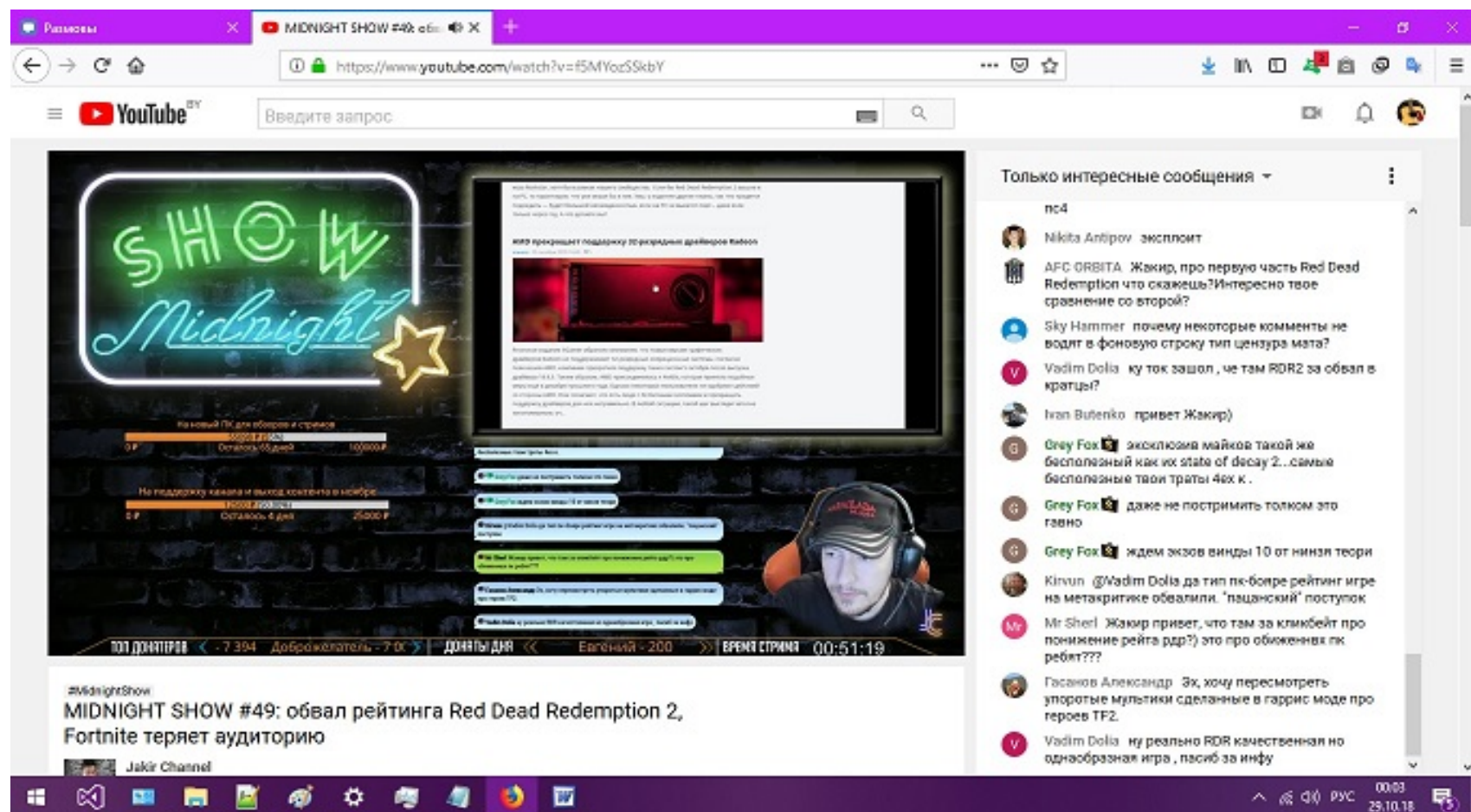


Рисунок 2.3 – График биткоина

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В работе были получены следующие основные результаты: исследованы и изложены основные методы создания приложения для использования дополненной и виртуальной реальности в проведении простых хирургических операций. В частности, обработка и калибровка изображения. Средой разработки была выбрана Unity3D, основной [8] библиотекой функций OpenCV. Так же с помощью Google VR SDK и Android Studio 3.0 было реализовано приложение виртуальной реальности, позволяющее понять и применить принципы стереозрения для обработки изображения. Полученные разработки могут быть в дальнейшем использованы другими разработчиками для усовершенствования и практического применения в ряде сфер, в частности в сфере медицины.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Форсайт, Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс – М.: Издательство «Вильямс», 2004. – 928 с.
2. Baggio, D.L. OpenCV Computer Vision with Java / D.L. Baggio – Packt Publishing, 2015. – 174p.
3. Лисовицкий, А. Из чего состоит Microsoft HoloLens и как все это работает / А. Лисовицкий // Голографика. Отраслевое издание о бизнесе в области дополненной, смешанной и виртуальной реальности [Электронный ресурс]. – 2016.– Режим доступа: <https://holographica.space/articles/microsoft-hololens-10-6983> – Дата доступа: 10.12.2017.
4. OpenCV documentation [Electronic resource] / OpenCV development team – 2014.– Mode of access: <https://docs.opencv.org/2.4/index.html> – Date of access: 27.11.2017
5. Bradski, G. Learning OpenCV. Computer Vision with the OpenCV Library / G. Bradski, A. Kaehler – O'Reilly Media, 2008. – 580p.
6. Hartley R. Multiple View Geometry in Computer Vision Second Edition / R. Hartley, A. Zisserman – Cambridge University Press, 2004. – 646p.
7. Getting started with VR View for Android [Electronic resource] / Google development team – 2015.– Mode of access: <https://codelabs.developers.google.com/> – Date of access: 19.05.2018
8. 360 Media [Electronic resource] / Google development team – 2015.– Mode of access: <https://developers.google.com/vr/discover/360-degree-media> – Date of access: 20.05.2018.