

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования*

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет: Московский институт электроники и математики  
Образовательная программа «Прикладная математика»

**Отчет  
по проектной работе  
«Отображение 3D сцены в виде случайной точечной стереограммы»**

Москва, 2022

# Содержание

<b>1</b>	<b>Техническое задание</b>	<b>3</b>
1.1	Команда проекта . . . . .	3
1.2	Цель проекта . . . . .	3
1.3	Задачи . . . . .	3
1.4	Актуальность проекта . . . . .	3
1.5	Матрица распределения ответственности . . . . .	3
1.6	Этапы реализации . . . . .	5
1.7	Подходы к конвертации в стереограмму . . . . .	5
1.8	Описание алгоритма построение стереограммы . . . . .	6
1.9	Приобретаемые навыки и знания . . . . .	6
1.10	Критерии завершенности проекта . . . . .	7
1.11	Критерии качества выполнения проекта . . . . .	7
1.12	Форма отчетности . . . . .	7
1.13	Трудоемкость проекта в зачетных единицах . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Описание полученного результата</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Ход работ и роли участников команды</b>	<b>8</b>

# 1 Техническое задание

## 1.1 Команда проекта

Руководитель проекта — Тадамаса Савада, доцент департамента психологии НИУ ВШЭ, tsawada@hse.ru

Лысов Игорь — Программист/Математик, iilysov@edu.hse.ru

Антонов Матвей — Программист/Математик, maantonov\_1@edu.hse.ru

## 1.2 Цель проекта

Разработка приложения для гарнитуры VR, конвертирующее виртуальную сцену в случайную точечную стереограмму и использующее гарнитуру для её просмотра.

## 1.3 Задачи

В процессе работы были определены следующие задачи проекта:

- 1) Подбор алгоритма создания стереограммы и путей реализации
- 2) Разработка приложения для гарнитуры VR, конвертирующее виртуальное окружение в случайную точечную стереограмму
- 3) Потенциальный эксперимент в будущем, целью которого является тестирование приложения и изучение человеческого стереозрения

## 1.4 Актуальность проекта

Разработанное приложение после тестов и доработок будет использовано для проведения экспериментов на базе департамента психологии, целью которых будет являться изучение человеческого стереозрения.

## 1.5 Матрица распределения ответственности

О-отвечает, У-утверждает, К-консультирует

План работ		Участник 1	Участник 2
№	Наименование работ (конкретных действий)		
		Программист/Математик	Программист/Математик
		Лысов	Антонов
1.	Определение задач проекта	У	У
2.	Подготовка к первому промежуточному отчету о проектной работе		
2.1	Создание презентации	УО	УК
2.2	Запись проморолика	К	УО
2.3	Представление проекта	О	О
3.	Анализ научно-технической литературы	УО	УО
4.	Подготовка постера проекта и презентации для постерной сессии	УО	УО
5.	Практическая часть		
5.1	Поиск и опробования различных решений	ОК	ОК
5.2	Разработка VR части приложения	К	УО
5.2	Разработка части приложения, отвечающей за стереограмму	УО	К
5.2	Разработка косметических и функциональных решений	К	УО
6.	Составление итогового отчета и презентации по результатам проекта	УО	УО

## 1.6 Этапы реализации

### Пройденные этапы:

- 1) Анализ теории создания стереограмм
- 2) Обучение работе с VR гарнитурами в среде Unity3D
- 3) Разработка подхода к конвертации виртуального окружения в стереограмму
- 4) Реализация выбранного подхода
- 5) Выделение гипотезы о просмотре стереограммы с помощью VR гарнитуры

### Планы:

- 1) Исследование выдвинутой гипотезы
- 2) Улучшение качества генерируемой стереограммы
- 3) Масштабирование виртуальной сцены
- 4) Проведение потенциального эксперимента

## 1.7 Подходы к конвертации в стереограмму

В ходе разработки приложения были опробованы несколько различных подходов к конвертации виртуального окружения в стереограмму:

### 1) Использование встроенных проекторов из Unity3D

Идея состояла в применении техники наложения текстуры, называемой *projection mapping*. Её смысл заключается в проецировании текстуры на окружающие объекты таким образом, чтобы эти объекты стали своего рода экраном. В нашем случае накладывался паттерн случайного шума. От этого подхода было решено отказаться в силу наличия артефактов, не являющихся следствием стерео эффектов.

### 2) Пост-обработка изображения, получаемого с камеры

Новый подход предусматривал не наложение текстуры на окружение, а изменение самого изображения, получаемого виртуальной камерой. Делалось это с помощью так называемых шейдеров - программ, выполняющихся на графическом процессоре видеокарты и являющихся частью процесса по визуализации графических данных. Они выполняются попиксельно, что позволило воспользоваться [алгоритмом создания Автостереограммы](#) - стереограммы, состоящей из одного изображения.

В процессе разработки была выдвинута гипотеза о том, что VR гарнитура при такой реализации выступает как средство просмотра стереограммы без прилагания усилий пользователем. Такой эффект может быть вызван тем, что VR гарнитура по

отдельности преобразовывает изображения, получаемые с двух камер, симулирующих зрение человека (расстояние между ними и немного разный угол наклона), а после накладывает их друг на друга, что позволяет увидеть скрытое изображение.

Однако, на данном этапе её проверка не представляется возможной в полной мере в связи с технической невозможностью научного руководителя посмотреть на текущие результаты.

## 1.8 Описание алгоритма построение стереограммы

Для создания автостереограммы нам понадобятся две вещи: карта глубины - текстура, цветовое значение пикселей которой указывает нам на дальность до объектов, видимых камерой, а также текстура - в нашем случае это исходное изображение, на которое в итоге накладывается паттерн псевдослучайных точек. Чтобы сгенерировать стереограмму, мы делим карту глубины и текстуру на вертикальные полосы - текстуру на количество полос равное "Strips", карту глубины на количество полос равное "Strips - 1". Первую полосу текстуры мы просто отрисовываем - нам нужна полоса, с которой начнется алгоритм. Потом в цикле мы вычисляем величину глубины по карте глубины и текущей координате, копируем содержимое с предыдущей полосы и смещаем координату на коэффициент смещения, формула для которого ниже, величину глубины мы также будем находить в смещенных координатах карты глубины:

$$displace = depthValue \left( b \cdot \frac{x}{c - 1}, y \right) \cdot |DepthFactor| \cdot stripWidth$$

Здесь  $b = \frac{1}{Strips-1}$ ,  $c = \frac{1}{Strips}$ ,  $x, y$  - координаты на карте глубины.

Смещение и копирование происходит на результирующей текстуре (в нашем случае изображение с камеры) так:

$$textureCoord.x = textureCoord.x - stripwidth + displace$$

После этого мы накладываем шум, динамичность которого обеспечиваем изменением "у" координаты текущего положения добавлением времени прошедшего с загрузки уровня. Получаем величину шума и составляем из неё четырехмерный вектор, олицетворяющий цветовой вектор RGBA.

На программном уровне всё это было реализовано с помощью шейдеров, написанных на языке HLSL - алгоритм проделывается для всех пикселей.

## 1.9 Приобретаемые навыки и знания

Опыт разработки VR приложений на движке Unity3D, навыки работы с шейдерами и пост-обработкой изображений, опыт работы с C.

## **1.10 Критерии завершенности проекта**

Приложение для конвертации виртуальной 3D сцены в случайную точечную стереограмму и её просмотра с помощью VR гарнитуры.

## **1.11 Критерии качества выполнения проекта**

- Разработан прототип приложения
- Проект успешно защищен
- Полученные решение реализовано в среде Unity3D с использованием языка программирования C

В будущем планируется доработка приложения и потенциально проведения экспериментов.

## **1.12 Форма отчетности**

Контроль по плану и контрольным точкам, предусмотренным Проектным офисом. Представление проекта. Постерная сессия. Защита проекта.

## **1.13 Трудоемкость проекта в зачетных единицах**

Трудоемкость проектной работы оценивается для 3-х участников команды по 5 кредитов на каждого.

# **2 Описание полученного результата**

- Был создан подход к конвертации виртуального окружения в случайную точечную стереограмму;
- Был разработан прототип приложения для конвертации виртуального окружения в случайную точечную стереограмму и её просмотра с помощью VR гарнитуры;
- Была выработана гипотеза о просмотре стереограммы с помощью VR гарнитуры;

### 3 Ход работ и роли участников команды

Ход работы отображает дорожная карта проекта:

#### Дорожная карта проекта №881



Роли и задачи участников проекта:

Игорь	Матвей
Анализ предметной области	
Изучение стереограмм и путей конвертации виртуального окружения в них, их реализация	Обучение работе с VR в Unity3D, добавление функционала, изучение взаимодействия внешней гарнитуры с Unity3D
Написание шейдеров, в частности - для создания автостереограммы	Реализация интерфейса, написание скриптов, реализующих функционал приложения
Работа со скриптами пост-обработки	Работа со сценами в Unity3D, объединение компонент воедино
Изучение особенностей работы VR гарнитуры со стереограммами, выдвижение гипотезы	