



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

# Метод наложения теней в дополненной реальности на основе информации о глубине точек кадра

**Студент: Малышев Иван Алексеевич, ИУ7-81Б**

**Научный руководитель: Кивва Кирилл Андреевич**

Москва, 2023 г.

# Дополненная реальность



Пример: виртуальный объект не отбрасывает тень с учетом внешнего освещения



Пример: тень, отбрасываемая виртуальным объектом, не учитывает геометрию окружения



# Цель и задачи

- **Цель:** разработка метода наложения теней в дополненной реальности.
- **Задачи:**
  - провести анализ предметной области наложения теней, обзор существующих методов наложения теней в дополненной реальности на основе информации о глубине точек кадра и привести результаты сравнительного анализа;
  - разработать и описать собственный метод наложения теней в дополненной реальности на основе информации о глубине точек кадра, который будет вычислять положения источников света только в начале сессии или при необходимости;
  - разработать программное обеспечение, реализующее описанный метод, и проверить его работоспособность;
  - провести исследование результатов разработанного метода при проецировании теней от виртуального объекта на различные поверхности; выполнить сравнение результатов работы реализованного метода с результатами, полученными с помощью существующих аналогов.

# Существующие методы

	Восстановление нескольких ИС	Работа метода в помещени и	Работа метода вне помещени я	Динамическ ая смена окружения	<b>Возможность не пересчитывать положение ИС без необходимости</b>
Метод на основе анализа контуров теней ИС	+	+	-	+	-
Метод на основе построения теневых объемов	-	-	+	+	-
Метод с использованием сверточных нейронных сетей и трассировки теневых лучей	+	+	-	+	-

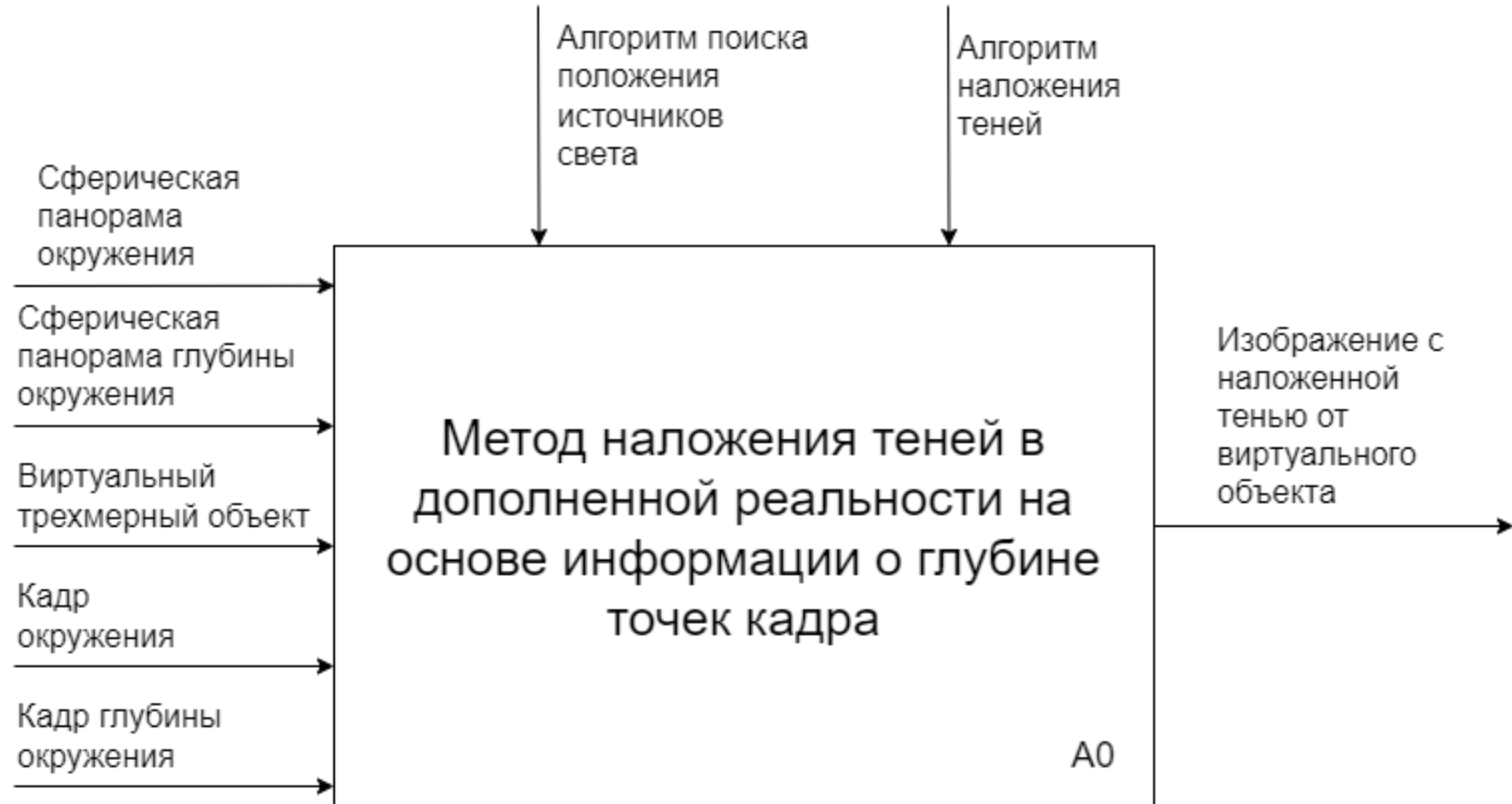
# Постановка задачи

Источники света:

- Статичны
- Являются точечными
- Имеют белое свечение

Поверхность:

- Непрозрачна
- Не отражает свет



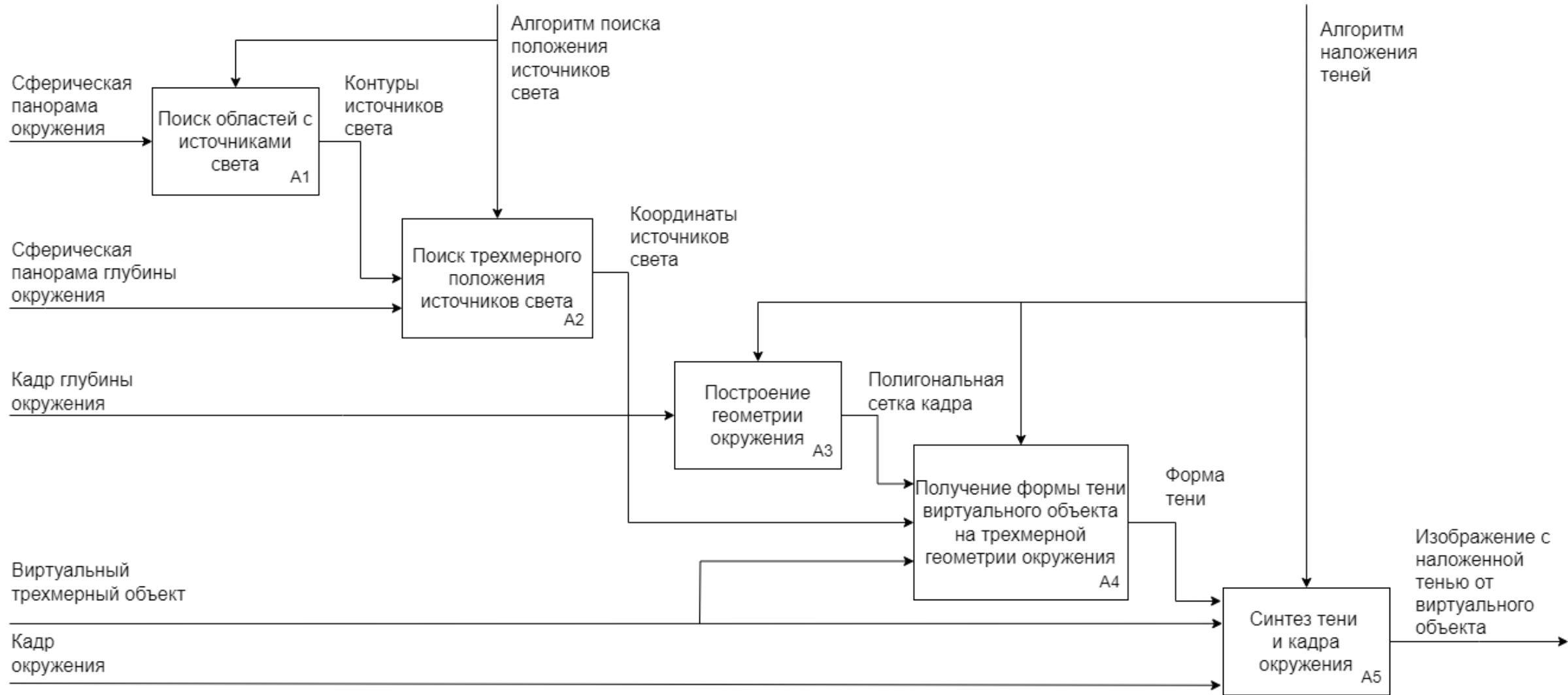
# Карта глубины

Данные о глубине точек кадра

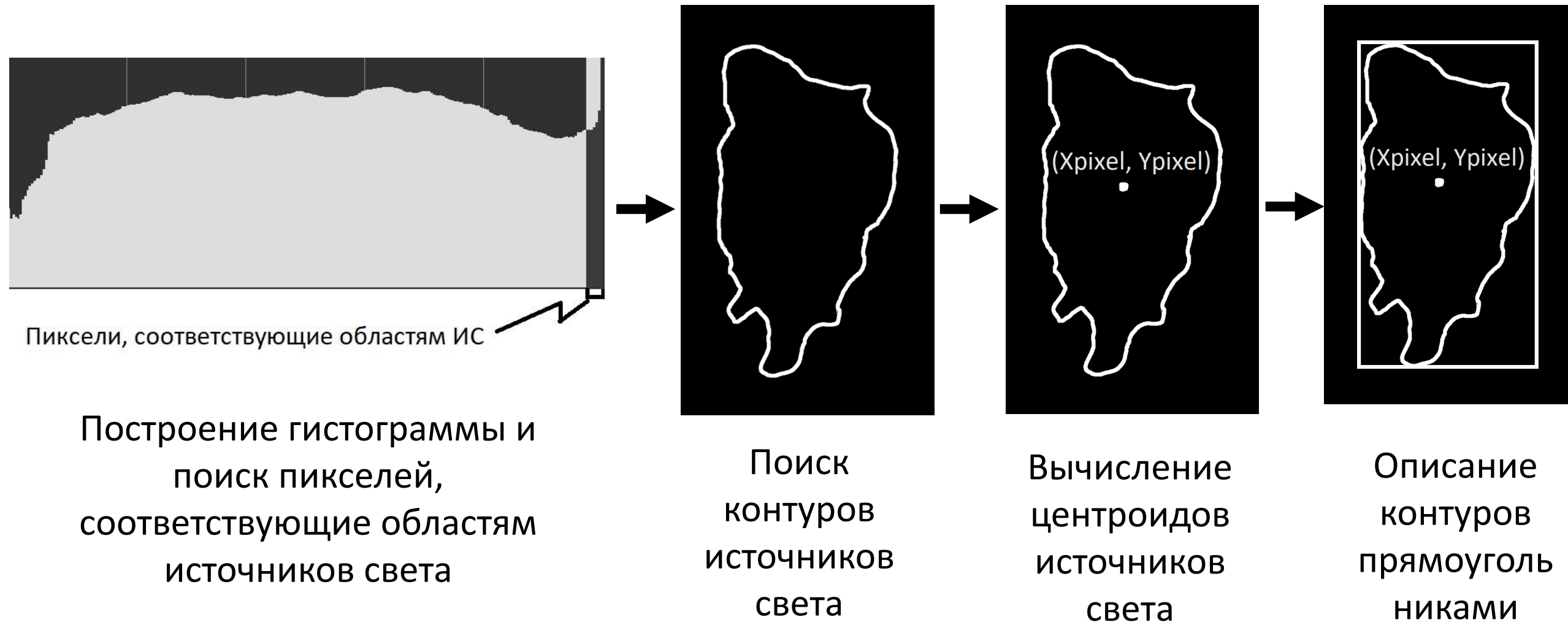
- Структурированный свет
- Стереокамера
- Время полета (ToF)
- Лидар (LiDAR)



# Метод наложения теней в дополненной реальности



# Поиск областей с источниками света





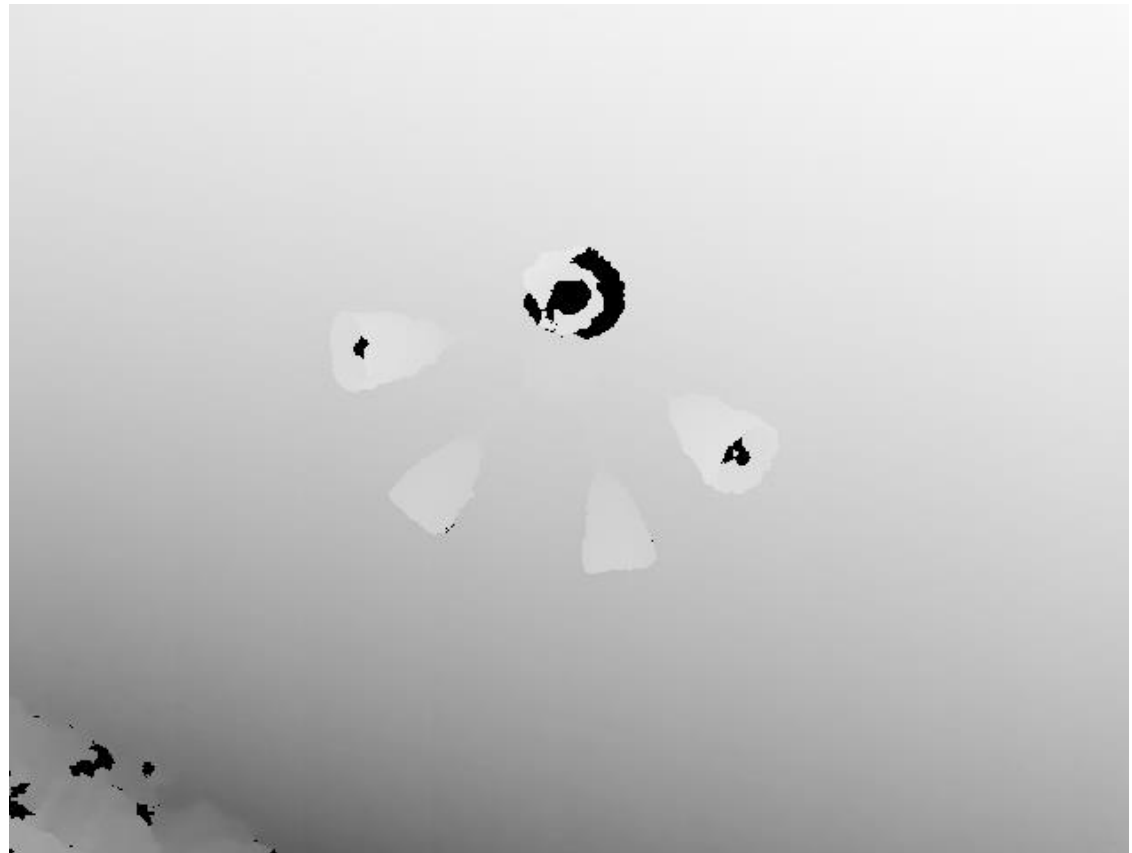
# Поиск трехмерного положения источников света

Координаты источника света в сферических координатах:

$$\theta = 2\pi \times \frac{x_{pixel}}{width}$$

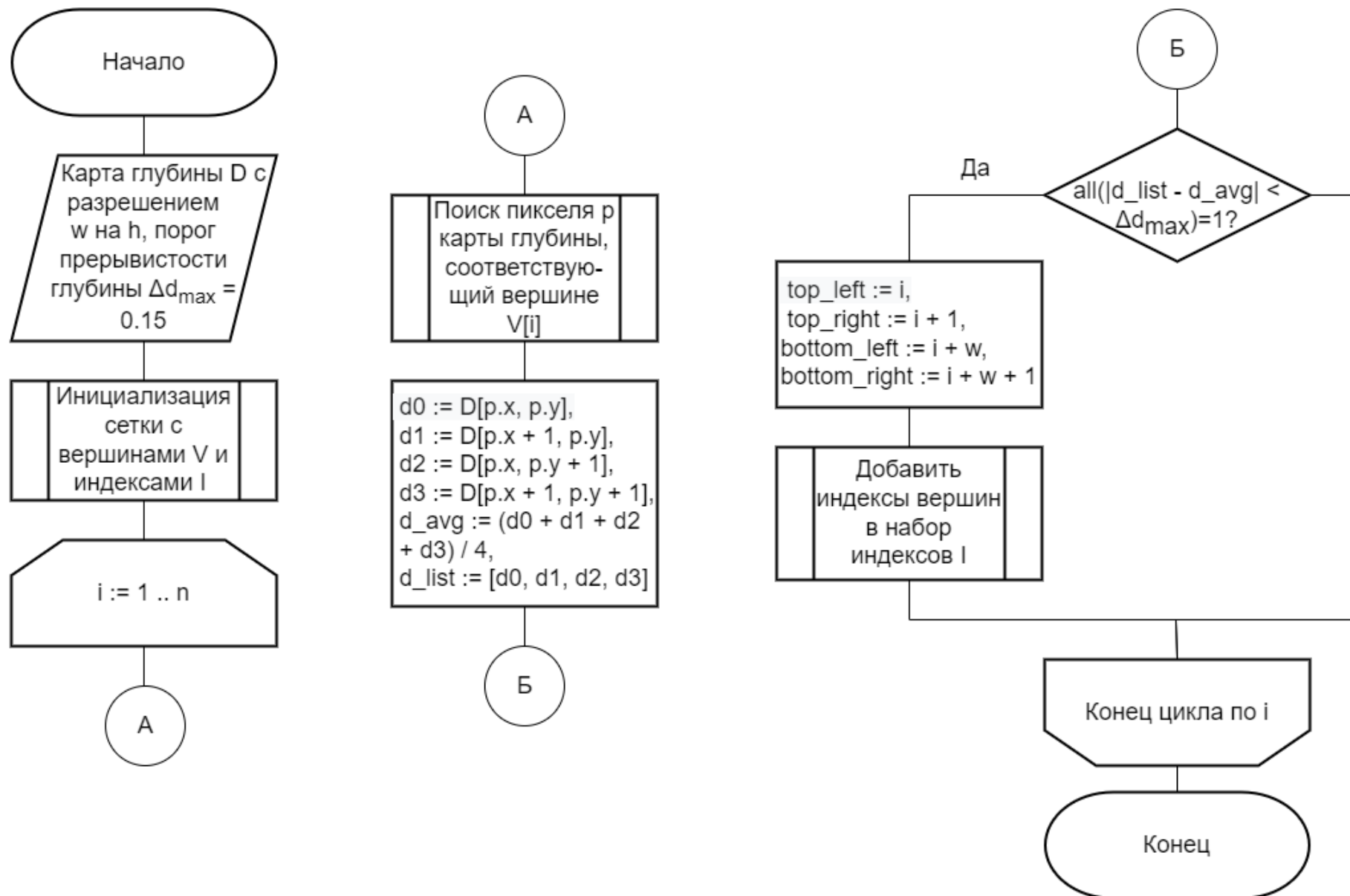
$$\varphi = \pi \times \frac{height - y_{pixel}}{height}$$

$r$  = средняя глубина  
в прямоугольнике  
без учета нулевых  
значений



$\theta$  – азимут источника света,  $\varphi$  – зенит источника света,  $r$  – радиус источника света,  $width$  – ширина панорамы окружения в пикселях,  $height$  – высота панорамы окружения в пикселях

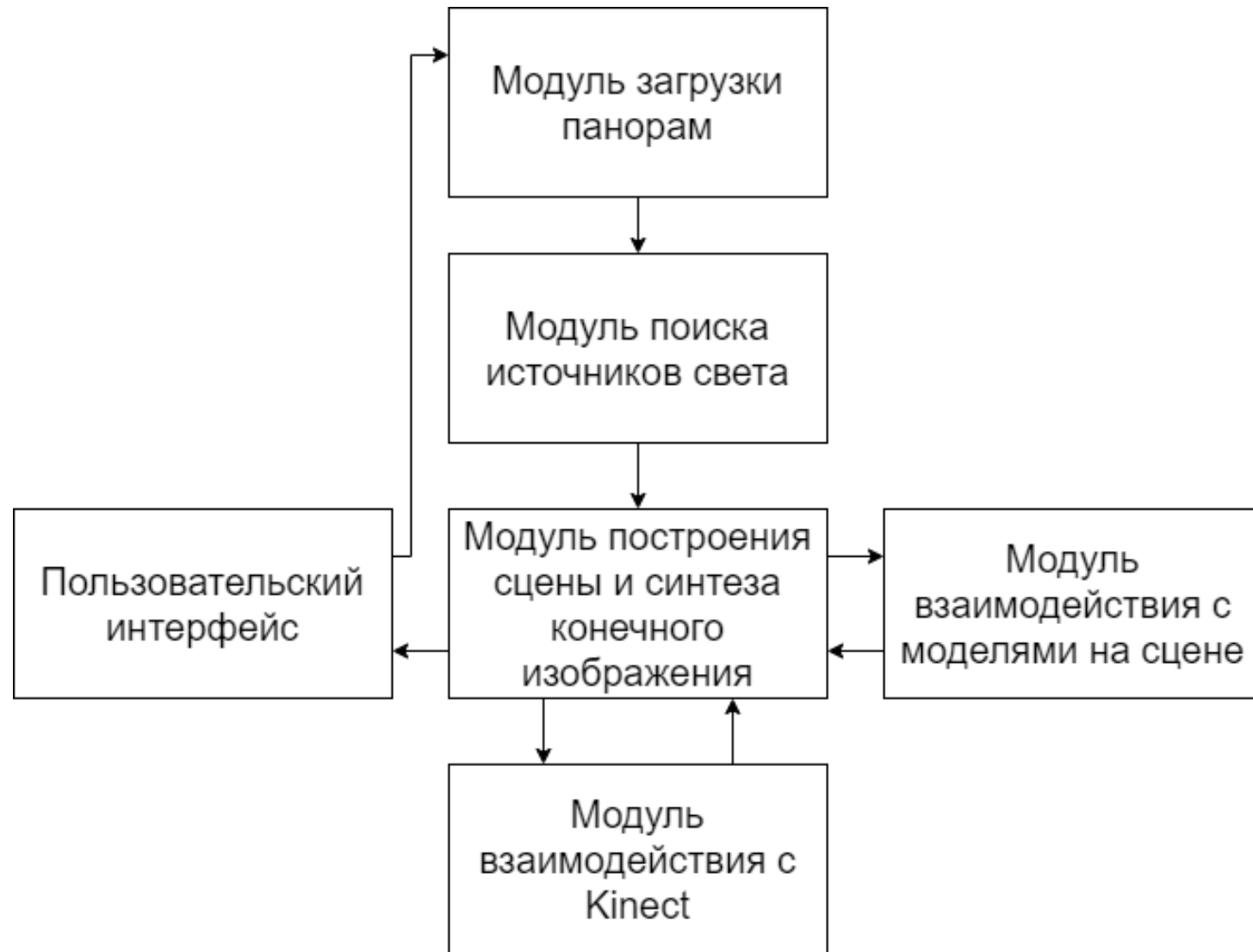
# Построение геометрии окружения



# Получение формы тени виртуального объекта на трехмерной геометрии окружения

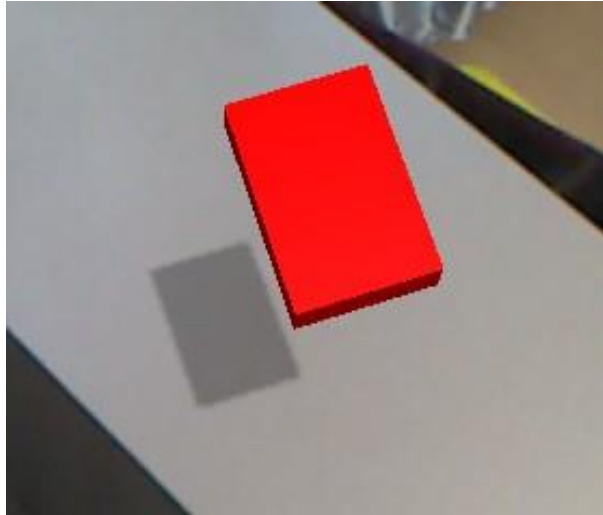


# Схема структуры разработанного приложения



# Исследование

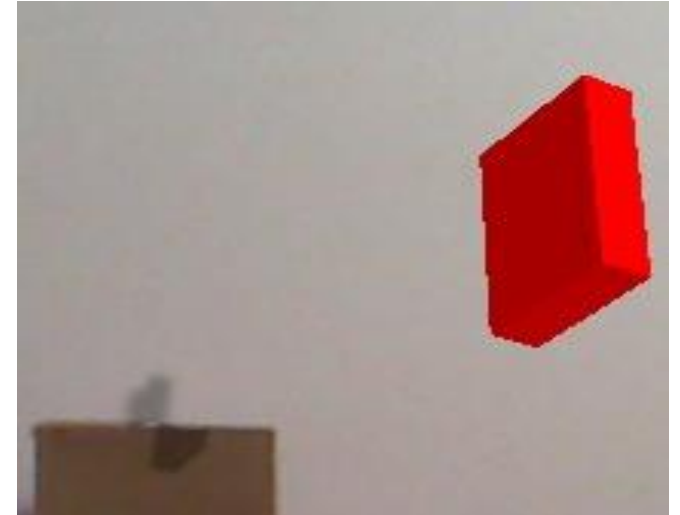
Плоская поверхность



Неровная поверхность

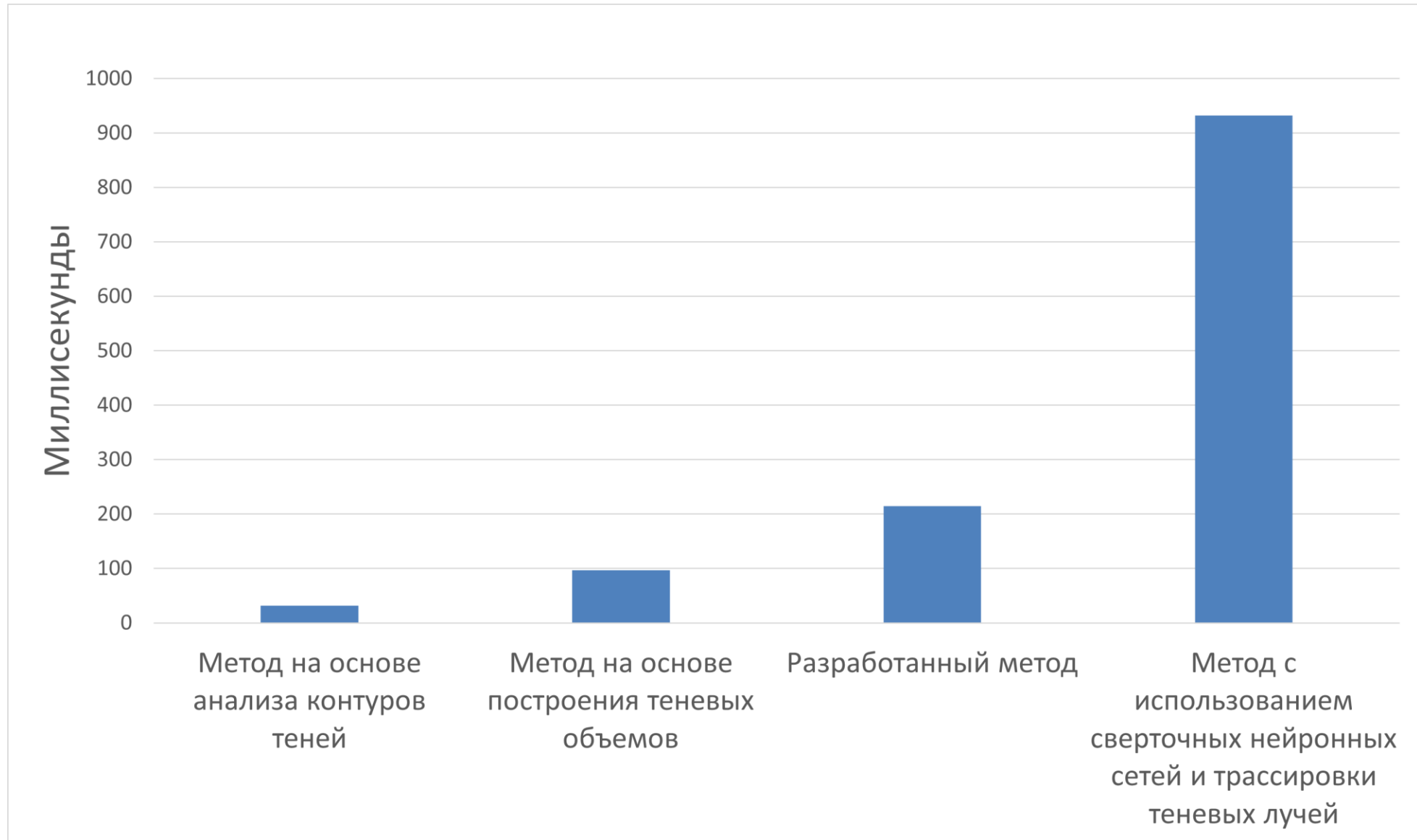


Поверхность с наличием объектов или препятствий



Тип поверхности	Средняя оценка правдоподобности
Плоская поверхность	4.6 / 5
Неровная поверхность	4.2 / 5
Поверхность с наличием объектов или препятствий	3.8 / 5

# Сравнение с аналогами



# Заключение

В ходе выполнения работы были выполнены все задачи:

- Проведен анализ предметной области наложения теней, обзор существующих методов наложения теней в дополненной реальности на основе информации о глубине точек кадра и привести результаты сравнительного анализа;
- Разработан и описан собственный метод наложения теней в дополненной реальности на основе информации о глубине точек кадра, который будет вычислять положения источников света только в начале сессии или при необходимости;
- Разработано программное обеспечение, реализующее описанный метод, и проверена его работоспособность;
- Проведено исследование результатов разработанного метода при проецировании теней от виртуального объекта на различные поверхности; выполнено сравнение результатов работы реализованного метода с результатами, полученными с помощью существующих аналогов.

Цель работы достигнута: был разработан метод наложения теней в дополненной реальности на основе информации о глубине точек кадра.

# Дальнейшее развитие

- Реализация автоматического определения ориентации камеры в пространстве
- Определение типа источника света по характеру свечения (точечный, направленный и т. д.).