

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики  
Кафедра Автоматизации Систем Вычислительных Комплексов  
Лаборатория компьютерной графики и мультимедиа

# **Расчёт освещённости при помощи метода излучательности на графических процессорах для интерактивных приложений**

Щербаков Александр

Научный руководитель:  
к.ф.-м.н. Фролов В. А.

3 июня 2017



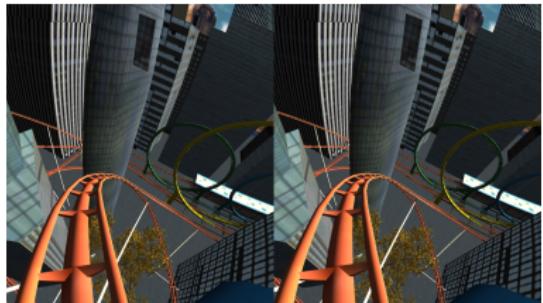
В настоящее время появляется всё больше интерактивных приложений в которых требуется визуализировать 3D-сцены. Часто они связаны с 3D-моделированием и визуализацией архитектуры.

Также отдельного внимания заслуживают VR-приложения.



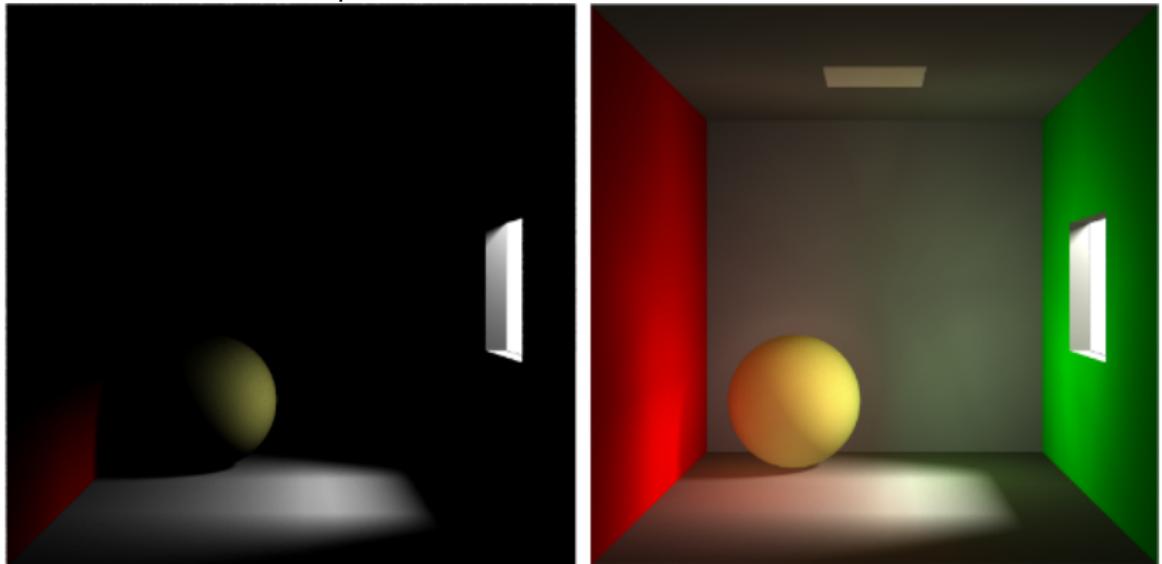
Требования к  
VR-приложениям:

- 1** Визуализация на два экрана из разных позиций
- 2** Разрешение экрана 1920x1080 и более
- 3** Высокая частота кадров 90 и 120 кадров в секунду



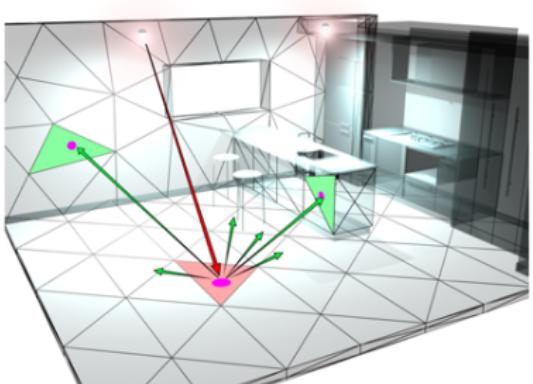


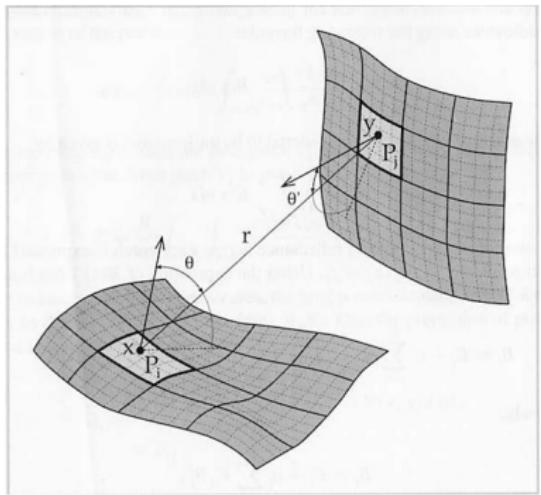
Необходимо, используя данные о геометрии и материалах сцены, перенести основную вычислительную сложность расчёта вторичного освещения со стадии визуализации на стадию предобработки и таким образом ускорить вычисление глобального освещения.





Алгоритм моделирует перенос энергии между площадками сцены. Форм-фактор для  $i$ -го и  $j$ -го треугольников — число показывающее, какая часть энергии переходит с  $i$ -го треугольника на  $j$ -ый.





Умножая световую энергию от первичного освещения на матрицу форм-факторов получаем освещение после первого отражения.  
Количество элементов в матрице достигает десятков миллионов.

## Уменьшение количества умножений на матрицу



$F_C$  — "цветная" матрица форм-факторов

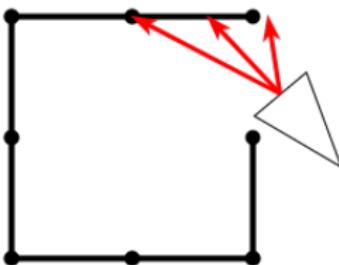
$F_C \cdot light$  — свет, пришедший после первого отражения

$F_C \cdot F_C \cdot light$  — свет, пришедший после второго отражения

...

$(F_C^3 + F_C^2 + F_C) \cdot light$  — вторичное освещение после трех отражений

$F_C^3 + F_C^2 + F_C$  — зависит только от геометрии сцены и, следовательно, может быть посчитанно на этапе предрасчета



## Уменьшение количества умножений на матрицу



$F_C$  — "цветная" матрица форм-факторов

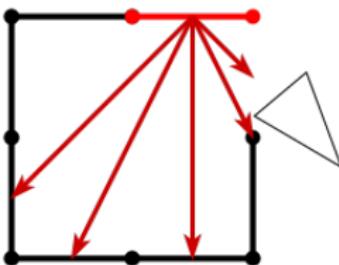
$F_C \cdot light$  — свет, пришедший после первого отражения

$F_C \cdot F_C \cdot light$  — свет, пришедший после второго отражения

...

$(F_C^3 + F_C^2 + F_C) \cdot light$  — вторичное освещение после трех отражений

$F_C^3 + F_C^2 + F_C$  — зависит только от геометрии сцены и, следовательно, может быть посчитанно на этапе предрасчета



## Уменьшение количества умножений на матрицу



$F_C$  — "цветная" матрица форм-факторов

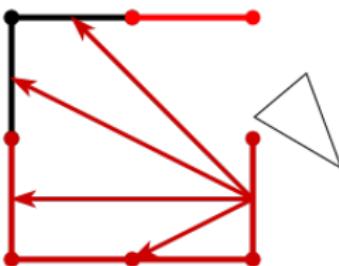
$F_C \cdot light$  — свет, пришедший после первого отражения

$F_C \cdot F_C \cdot light$  — свет, пришедший после второго отражения

...

$(F_C^3 + F_C^2 + F_C) \cdot light$  — вторичное освещение после трех отражений

$F_C^3 + F_C^2 + F_C$  — зависит только от геометрии сцены и, следовательно, может быть посчитанно на этапе предрасчета



## Уменьшение количества умножений на матрицу



$F_C$  — "цветная" матрица форм-факторов

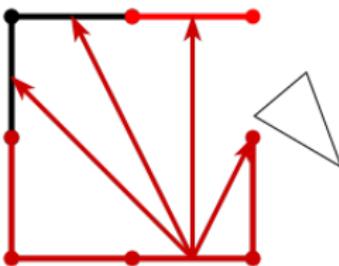
$F_C \cdot light$  — свет, пришедший после первого отражения

$F_C \cdot F_C \cdot light$  — свет, пришедший после второго отражения

...

$(F_C^3 + F_C^2 + F_C) \cdot light$  — вторичное освещение после трех отражений

$F_C^3 + F_C^2 + F_C$  — зависит только от геометрии сцены и, следовательно, может быть посчитанно на этапе предрасчета



## Уменьшение количества умножений на матрицу



$F_C$  — "цветная" матрица форм-факторов

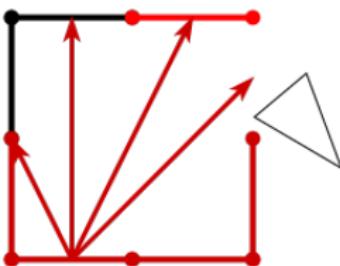
$F_C \cdot light$  — свет, пришедший после первого отражения

$F_C \cdot F_C \cdot light$  — свет, пришедший после второго отражения

...

$(F_C^3 + F_C^2 + F_C) \cdot light$  — вторичное освещение после трех отражений

$F_C^3 + F_C^2 + F_C$  — зависит только от геометрии сцены и, следовательно, может быть посчитанно на этапе предрасчета



## Уменьшение количества умножений на матрицу



$F_C$  — "цветная" матрица форм-факторов

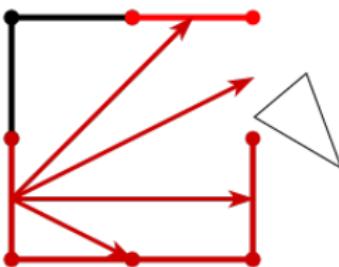
$F_C \cdot light$  — свет, пришедший после первого отражения

$F_C \cdot F_C \cdot light$  — свет, пришедший после второго отражения

...

$(F_C^3 + F_C^2 + F_C) \cdot light$  — вторичное освещение после трех отражений

$F_C^3 + F_C^2 + F_C$  — зависит только от геометрии сцены и, следовательно, может быть посчитано на этапе предрасчета



## Уменьшение количества умножений на матрицу



$F_C$  — "цветная" матрица форм-факторов

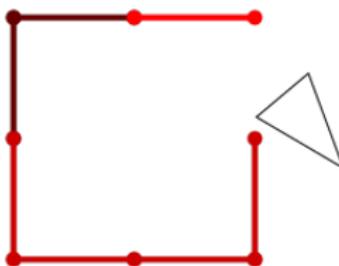
$F_C \cdot light$  — свет, пришедший после первого отражения

$F_C \cdot F_C \cdot light$  — свет, пришедший после второго отражения

...

$(F_C^3 + F_C^2 + F_C) \cdot light$  — вторичное освещение после трех отражений

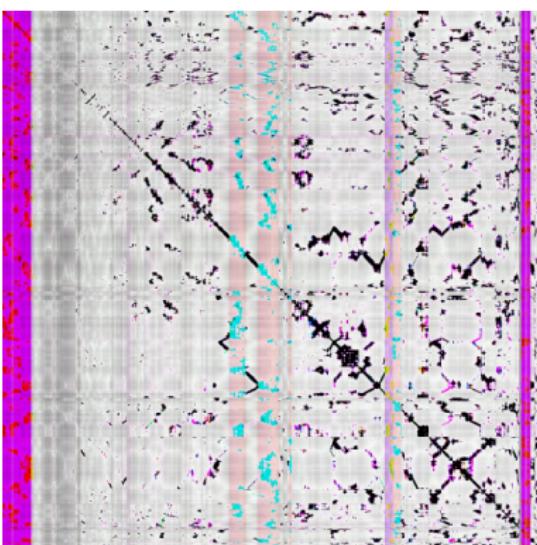
$F_C^3 + F_C^2 + F_C$  — зависит только от геометрии сцены и, следовательно, может быть посчитанно на этапе предрасчета

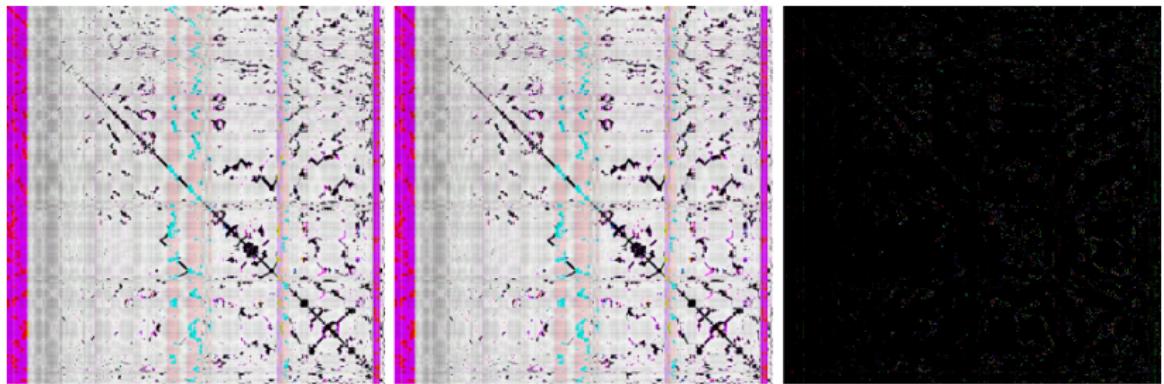


# Переупорядочивание строк матрицы

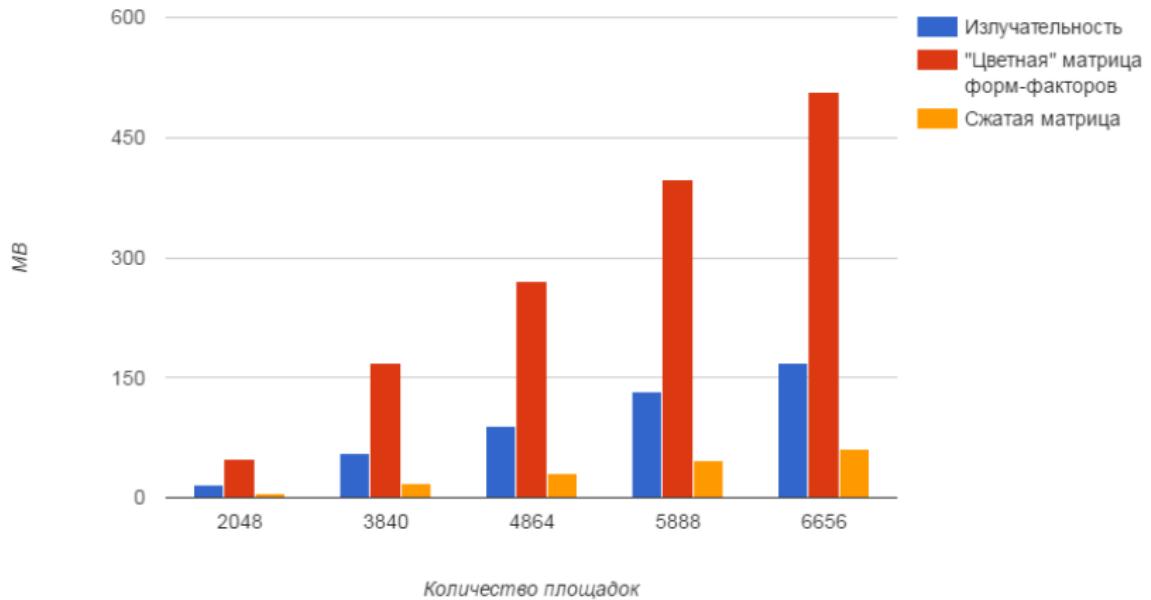


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

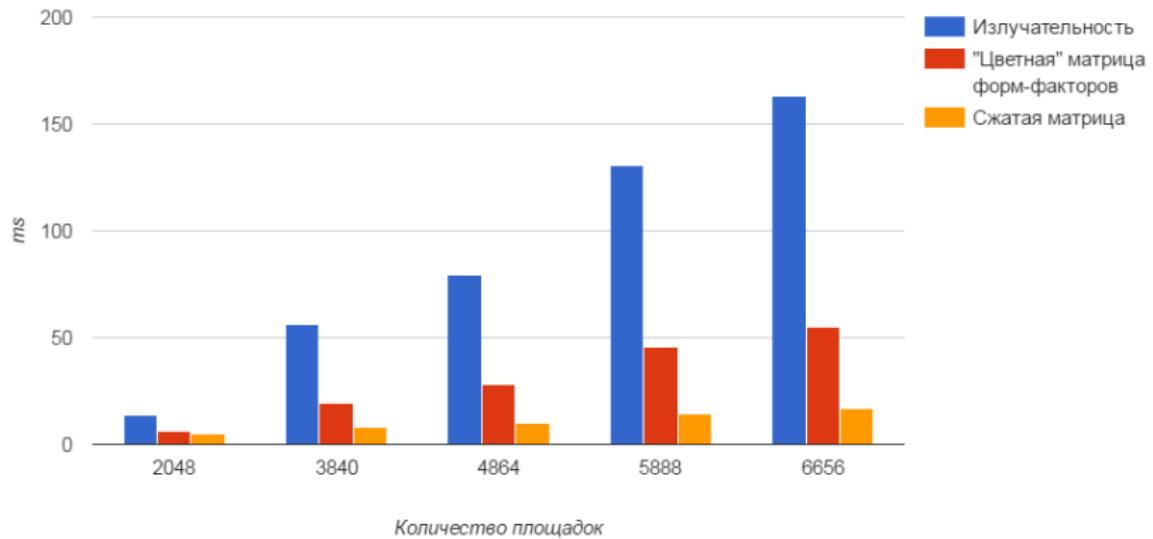




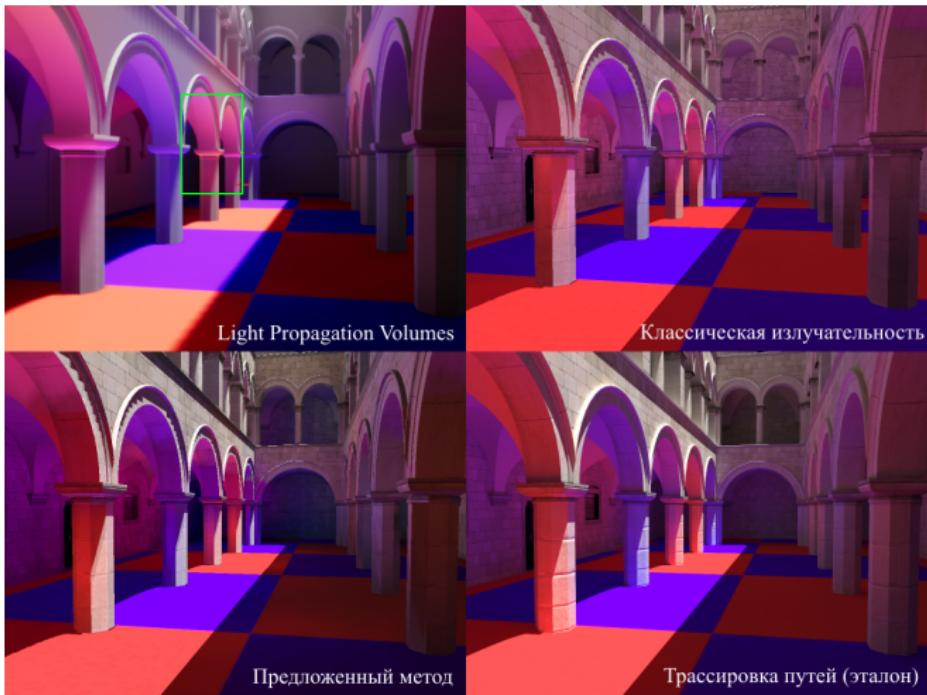
## Результаты | Размеры файлов форм-факторов



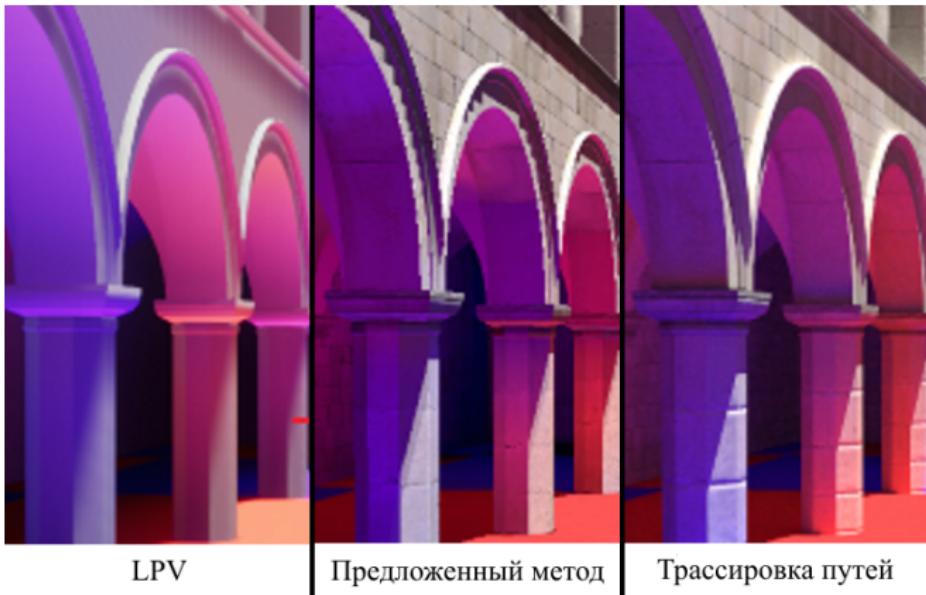
## Результаты | Время выполнения алгоритма



# Результаты | Сравнение изображений



Результаты | Сравнение изображений





- 2 программы: предподсчёт и визуализация
- 4800+ строк программного кода
- Использовались OpenGL и OpenCL, а так же библиотека SOIL



- Автоматическое упрощение геометрии для расчёта вторичной освещенности методом излучательности.  
*Сборник трудов Графикон 2016*
- Оптимизация матрицы форм-факторов для эффективной реализации излучательности на графические процессоры в приложениях реального времени. *Сборник тезисов XXIV конференции Ломоносов*
- Accelerating radiosity on GPUs. *WSCG2017 25th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision 2017*