

## Разработка системы визуализации для тренировок навыков вождения в городской среде

Перед авторами была поставлена задача создания системы визуализации тренировки навыков вождения пользователей в городских условиях. Актуальность нашего проекта заключается в том, что клиент может пользоваться данным тренажером независимо от погодных условий и возраста.

Наша система в реальном времени визуализирует передвижение пользователя по местности, которую можно настраивать с помощью встроенного редактора ландшафта. Как устройство ввода используется рулевая система, состоящая из руля, педалей и коробки передач. С помощью него, фотореалистичной компьютерной графики и разработанной нами физической модели движение автомобиля достигается высокое погружение и точность проверки навыков вождения.

Для реализации нашего проекта мы использовали компьютеры с операционной системой Windows и низкоуровневую графическую библиотеку DirectX 11. Для реалистичности изображения были реализованы такие визуальные эффекты, как карты теней, bloom – эффект выхода света за его источник, адаптивный tone mapping – имитация адаптации глаза к яркости изображения, Image Based Lighting – освещение по карте окружения, а не от аналитических источников света.

Для создания сцены был создан редактор, позволяющий в реальном времени размещать объекты, сохранять и выгружать итоговую сцену и т.д. Так же был реализован алгоритм адаптивного выставления окружения (деревья, трава и т.д.). Поверх сцены, созданной в предыдущем редакторе, пользователь может разметить ПДД– работу светофоров, ограничения скорости автомобилей, направления движения на дороге, выезд за ее пределы и т.п. В процессе тренировки ведется учет нарушений и за них начисляются штрафные очки.

Для полного погружения в процесс и тренировки именно навыков вождения мы использовали рулевую систему, состоящую из руля, педалей и коробки передач. Программа обрабатывает следующие данные: угол поворота руля; значение смещения педалей сцепления, газа и тормоза; номер передачи; значения вспомогательных кнопок. Итог работы модуля физики: вектор перемещения (разложенный на линейную и перпендикулярную к ней составляющие).

В ходе проделанной работы нами были разработаны: система построения столкновений для имитации реалистичного движения по рельефу, физическая модель передвижения автомобиля, система создания и редактирования ландшафта и разметки ПДД, реализована фотореалистичная система вывода трехмерных сцен, с использованием низкоуровневой графической библиотеки DirectX 11.



# Разработка системы визуализации для тренировок навыков вождения в городской среде

Двас Павел, 10-2 класс

Кураленок Святослав, 10-4 класс

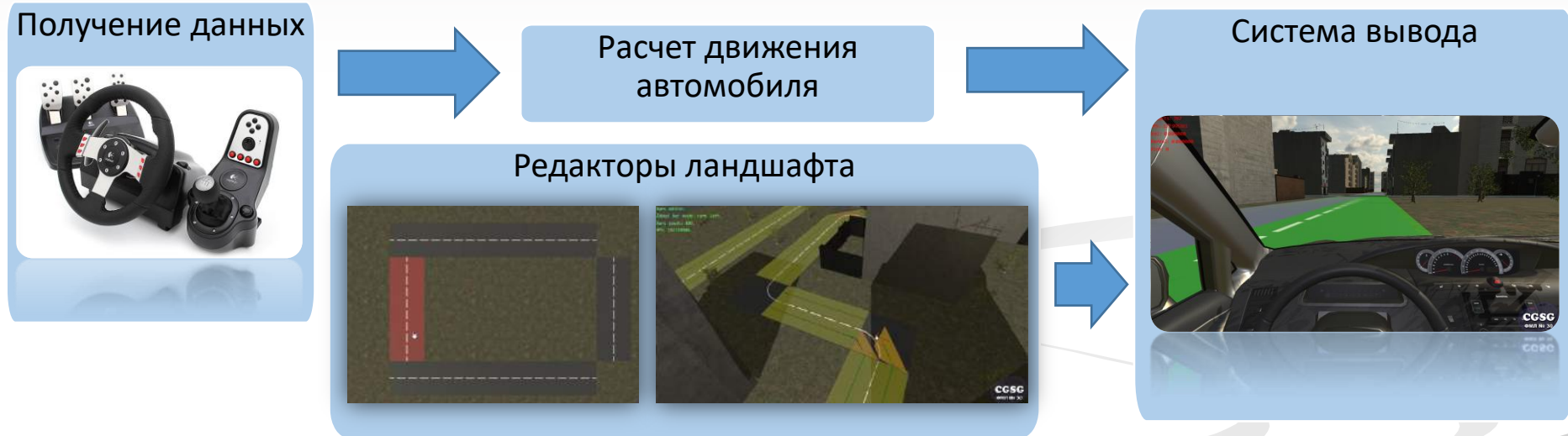
Амбросовская Дарья, 11-2 класс

Научный руководитель: Галинский В.А.,  
руководитель группы компьютерной графики,  
преподаватель информатики и  
программирования СПб губернаторского  
физико-математического лицея № 30

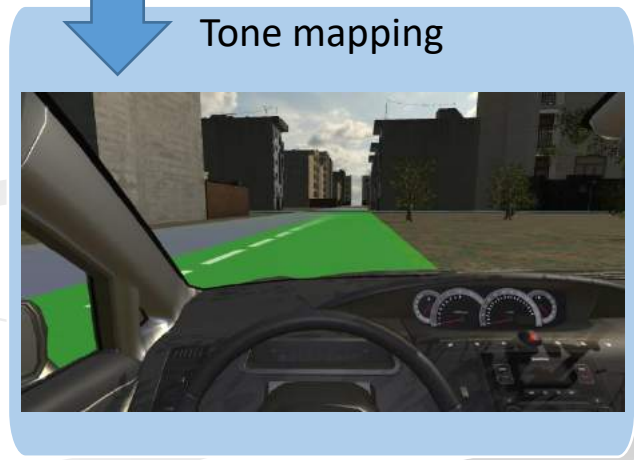
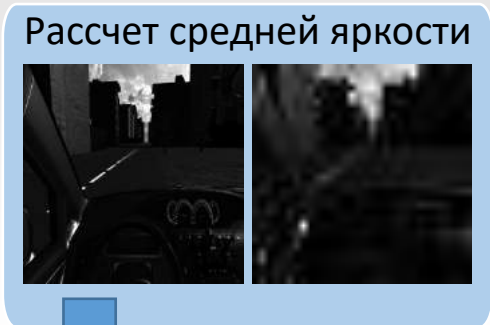
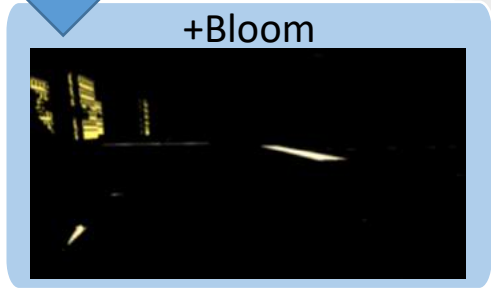
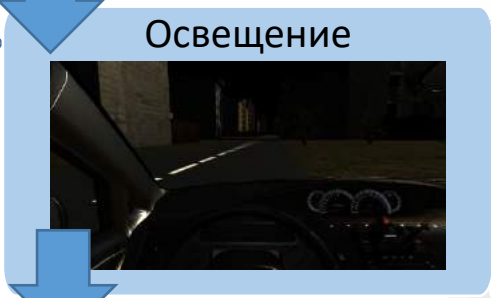
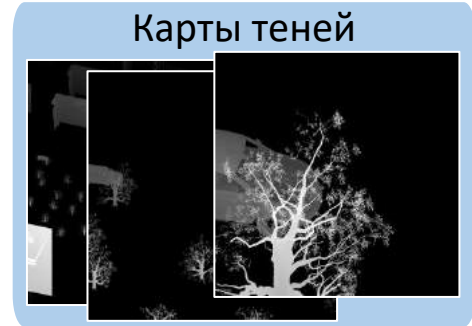
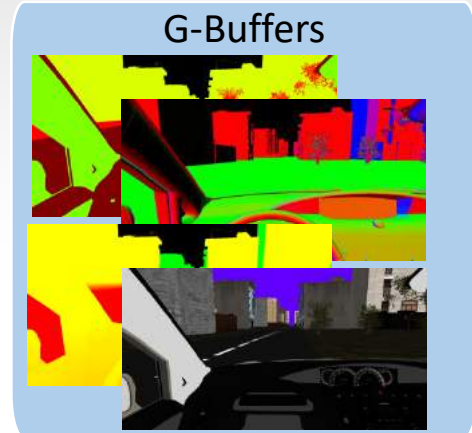


# Структура проекта

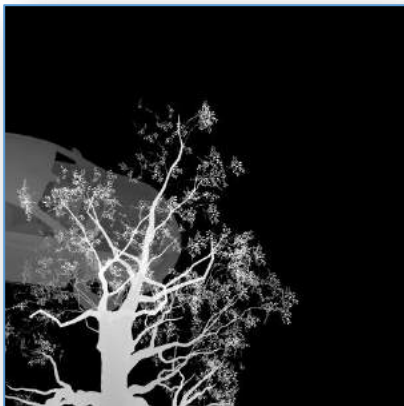
Задача: создать систему визуализации тренировки навыков вождения пользователей в городских условиях.



# Построение кадра



- Для имитации теней от направленного источника света (солнца) расстояния до сцены со стороны источника света сохраняются в текстуру. Мы храним несколько вариаций текстуры, охватывающие различные области сцены, что бы вся сцена отбрасывала тени, но при этом тени от ближних объектов были высокого качества.



Меньший «каскад»



Средний «каскад»



Большой «каскад»

- Мы создали физически корректную модель освещения, использующую малое количество параметров материала, но каждый из которых имеет понятную связь со своими аналогами из реального мира:
- Металличность
- Шероховатость
- Альбеда



# IBL (Image Based Lighting)

- Технология, использующая вместо аналитических источников света карту окружения и ее производные



Карта окружения



Результат интегрирования карты по полусфере



Результат интегрирования карты для различных значений шероховатостей



IBL на итоговой сцене



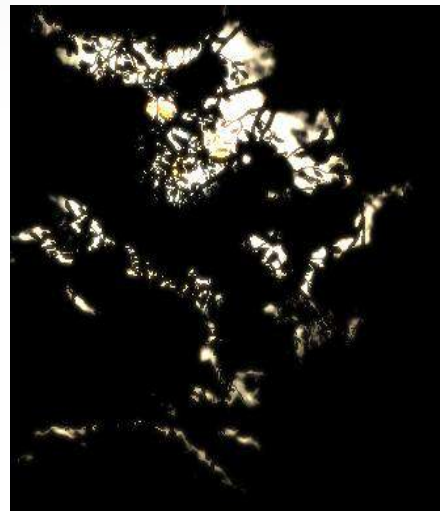
- Алгоритм, усиливающий реалистичность изображения с помощью размытия ярких областей изображения



Результат освещения



Выделение ярких областей



Размытие



Результат



# Tone mapping

Для визуализации адаптации изображения глазом используется глобальный tone mapping – функция изменения яркости изображения в зависимости от средней освещенности изображения.



Процесс сжатия текстуры яркости  
(1024x1024 -> 32x32 -> 1x1)

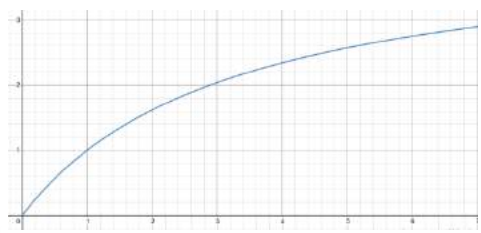


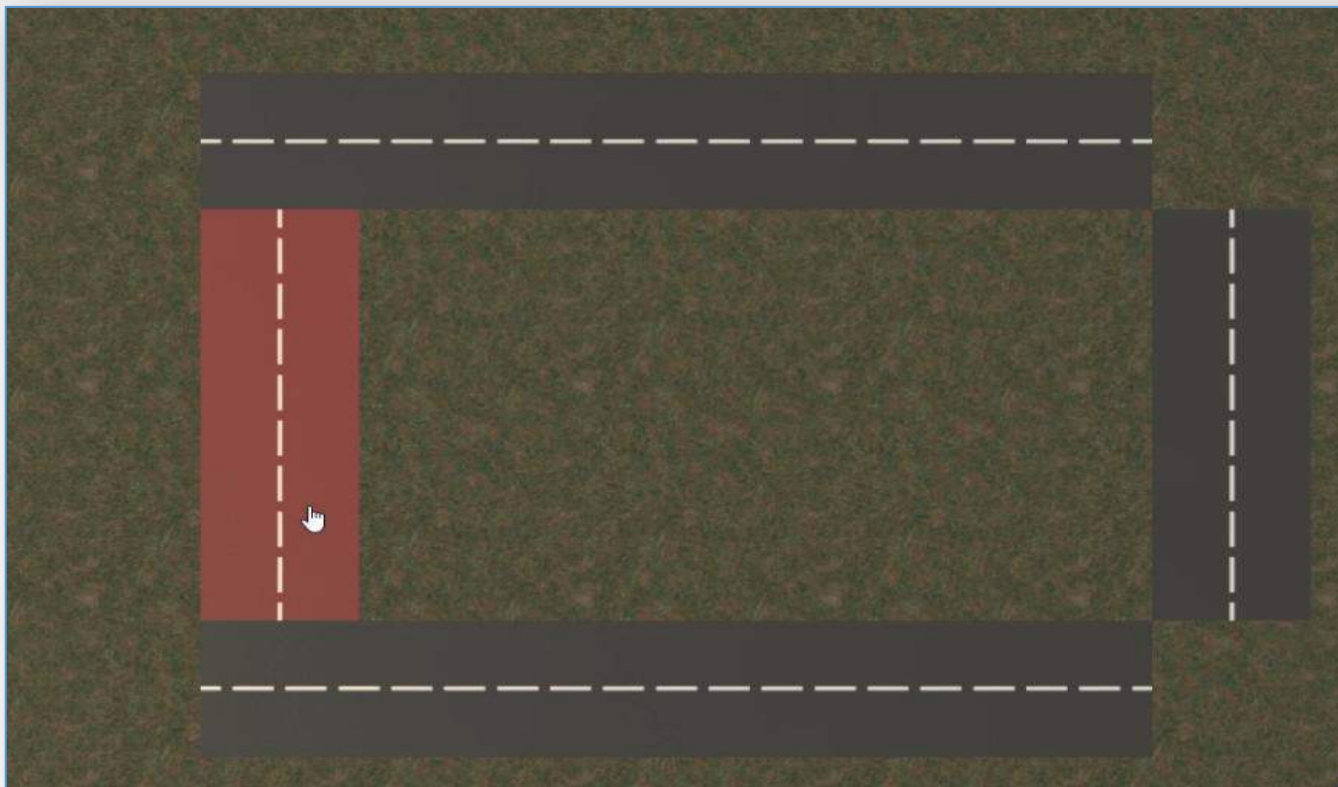
График функции tone mapping в данном проекте



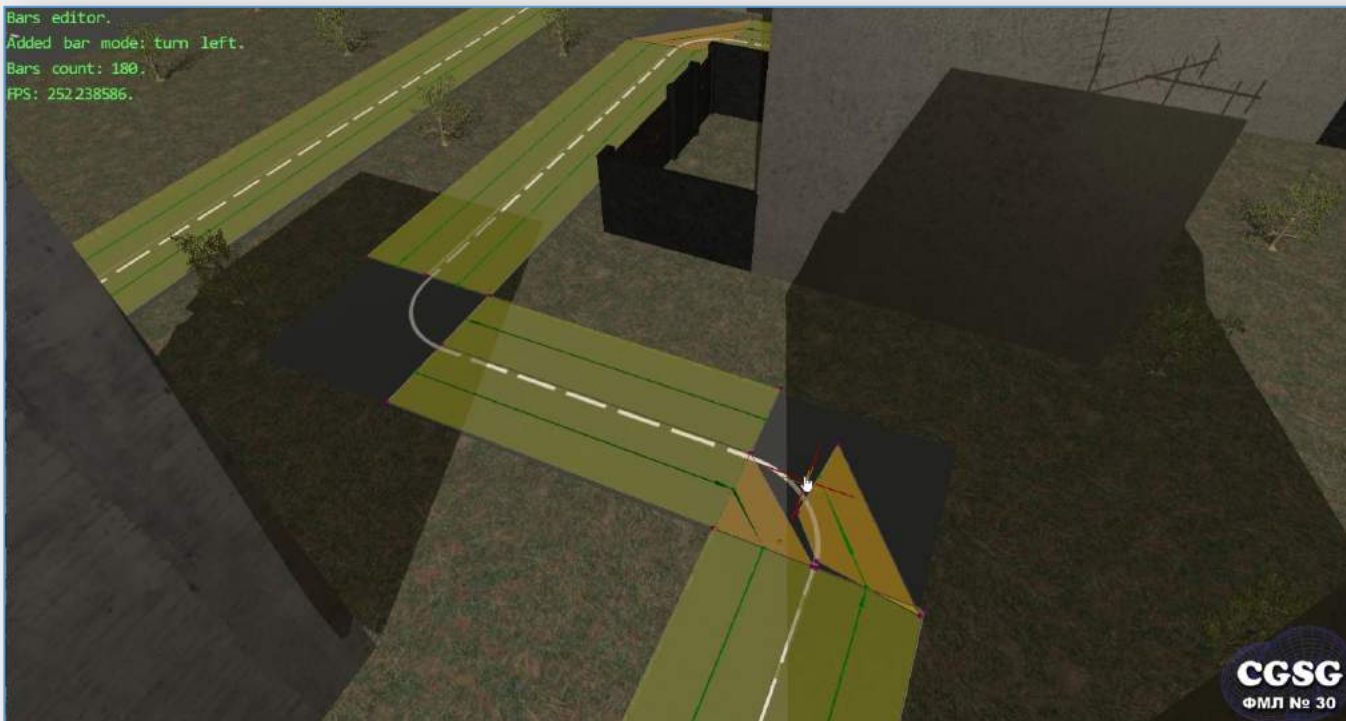
Не реалистично



Реалистично



# Редактор разметки ПДД



Итог работы модуля физики: вектор перемещения  
(разложенный на линейную и перпендикулярную к ней составляющие).

$dt$  – время между кадрами.

$NewV_{лин}$  – линейная скорость автомобиля на текущем кадре.

$NewV_{перп}$  – перпендикулярная скорость автомобиля на текущем кадре.

$$\vec{dr} = (\overrightarrow{NewV_{лин}} + \overrightarrow{NewV_{перп}}) * dt$$



# Вывод

- Создана система для автомобильных тренировок
- В ходе проделанной работы были решены задачи рендеринга сцены, анимирования моделей, постановки объектов на трассу, получения данных с рулевой системы
- В будущем планируется добавить поддержку очков виртуальной реальности и улучшить точность физической модели
- Авторы планируют популяризовать проект

- **Авторов: 3**
- **Языки: C++/HLSL**
- **Среда разработки: Visual Studio 2019**
- **Время разработки: октябрь 2020 - март 2021**
- **Размер кода: 1470 KiB**  
(26 x \*.cpp – 90 KiB , 26 x \*.h – 1100 KiB, 37 x \*.hlsl – 380 KiB)
- **Строк кода: 43100**  
(\* .cpp – 12300, \*.h - 27600, \*.hlsl – 3200)
- **Двас Павел, 10-2 класс**  
Обработка входных данных, обработка и редактор ПДД
- **Кураленок Святослав, 10-4 класс**  
Физическая модель, редактор ландшафта
- **Амбросовская Дарья, 11-2 класс**  
Система 3D вывода, код для видеокарты.