

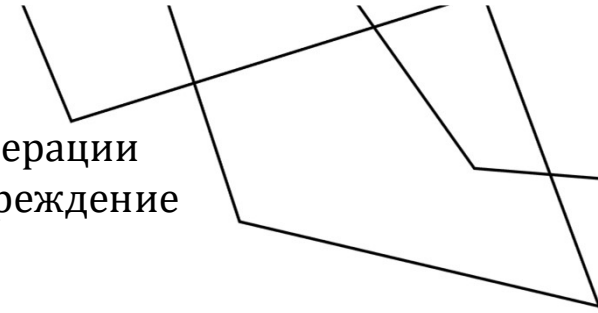
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

Разработка и реализация математической модели почвы

Руководитель проекта:
доцент каф. ЭВМ
Плаксина Ю.Г.

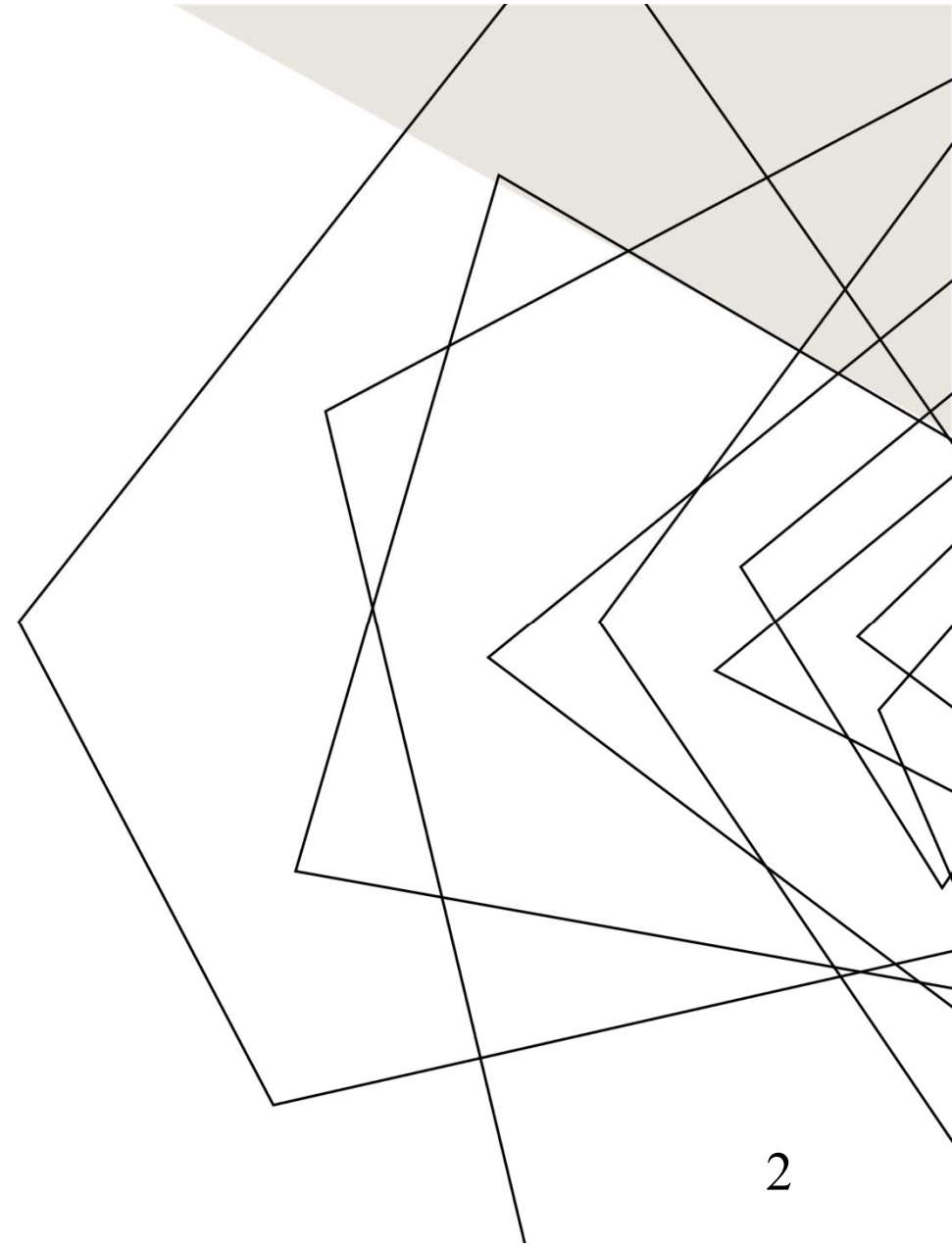
Автор работы:
студент группы КЭ-405
Лысиков И.А.



АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТА

Создание современного симулятора тяжёлой строительной техники требует высокой реалистичности поведения почвы.

Для этого необходимо создать визуальное представление процесса разбиения почвы, которое будет максимально приближено к реальности.

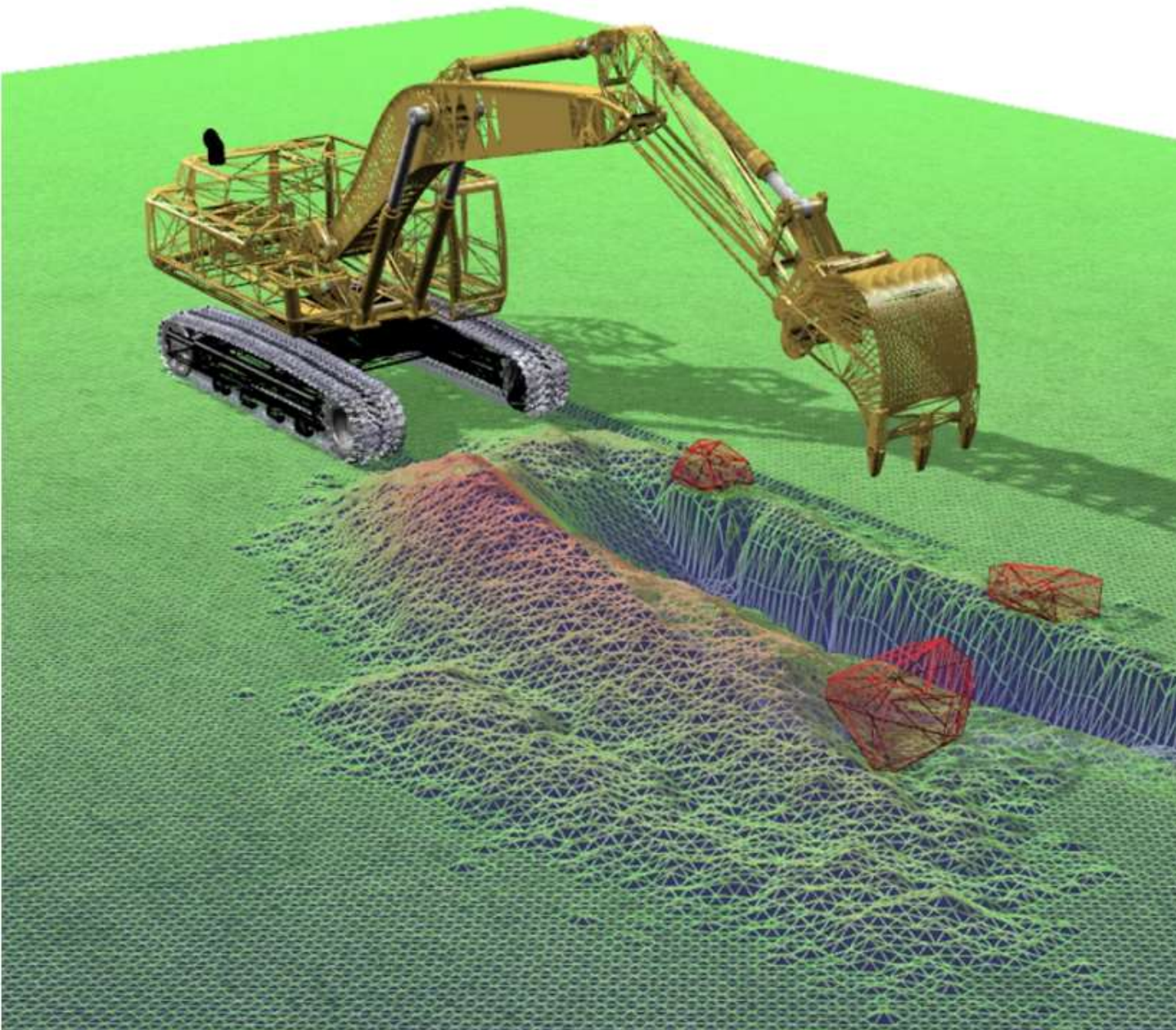


Цель и задачи

Цель работы – разработка и реализация математической модели почвы.

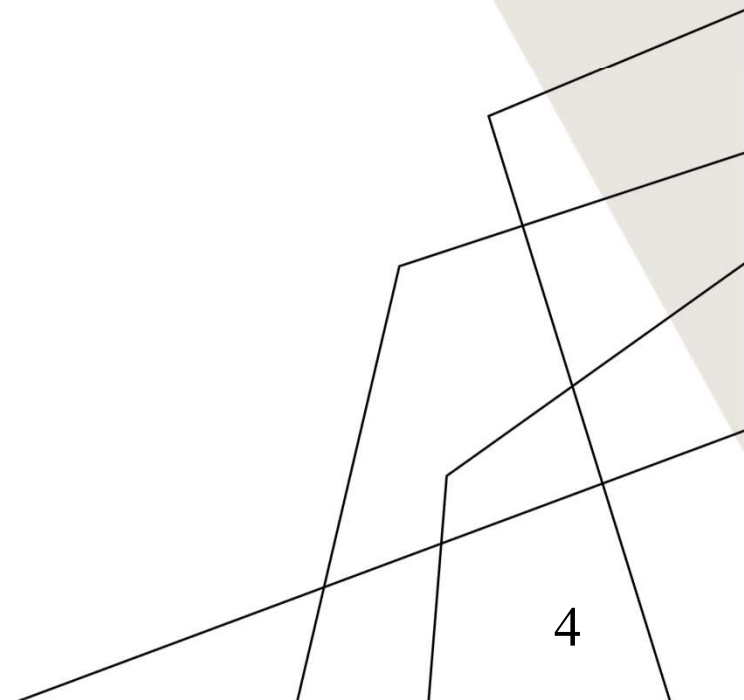
Для достижения поставленной цели необходимо решить следующий ряд задач:

- провести аналитический обзор литературы и существующих аналогов разрабатываемого проекта;
- выполнить анализ и выбор средств реализации проекта согласно поставленным требованиям;
- разработать программный код и реализовать проект;
- провести тестирование поведения почвы.

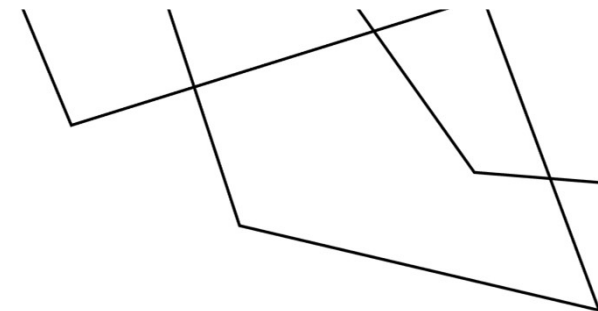


ОБЗОР АНАЛОГА

В качестве аналога разрабатываемой модели рассмотрим решение, реализованное в физическом движке AGX.

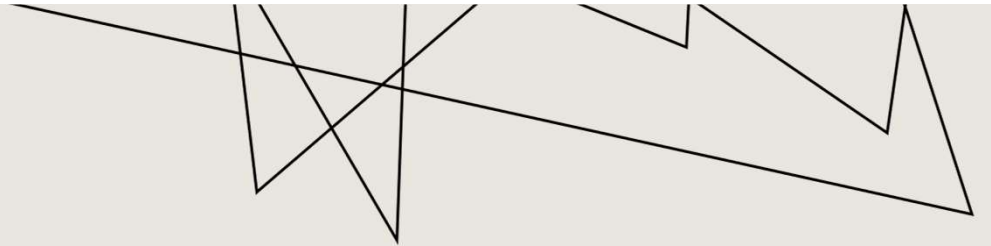


Сравнение с аналогом



	ОТЕЧЕСТВЕННАЯ РАЗРАБОТКА	ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАТЬ НА ТЕРРИТОРИИ РФ	КРОССПЛАТ- ФОРМЕННОСТЬ	ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАТЬ КАК СТОРОННЮЮ БИБЛИОТЕКУ
Собственная разработка	+	+	-	-
AGX	-	-	+	+

Анализ и выбор средств реализации проекта



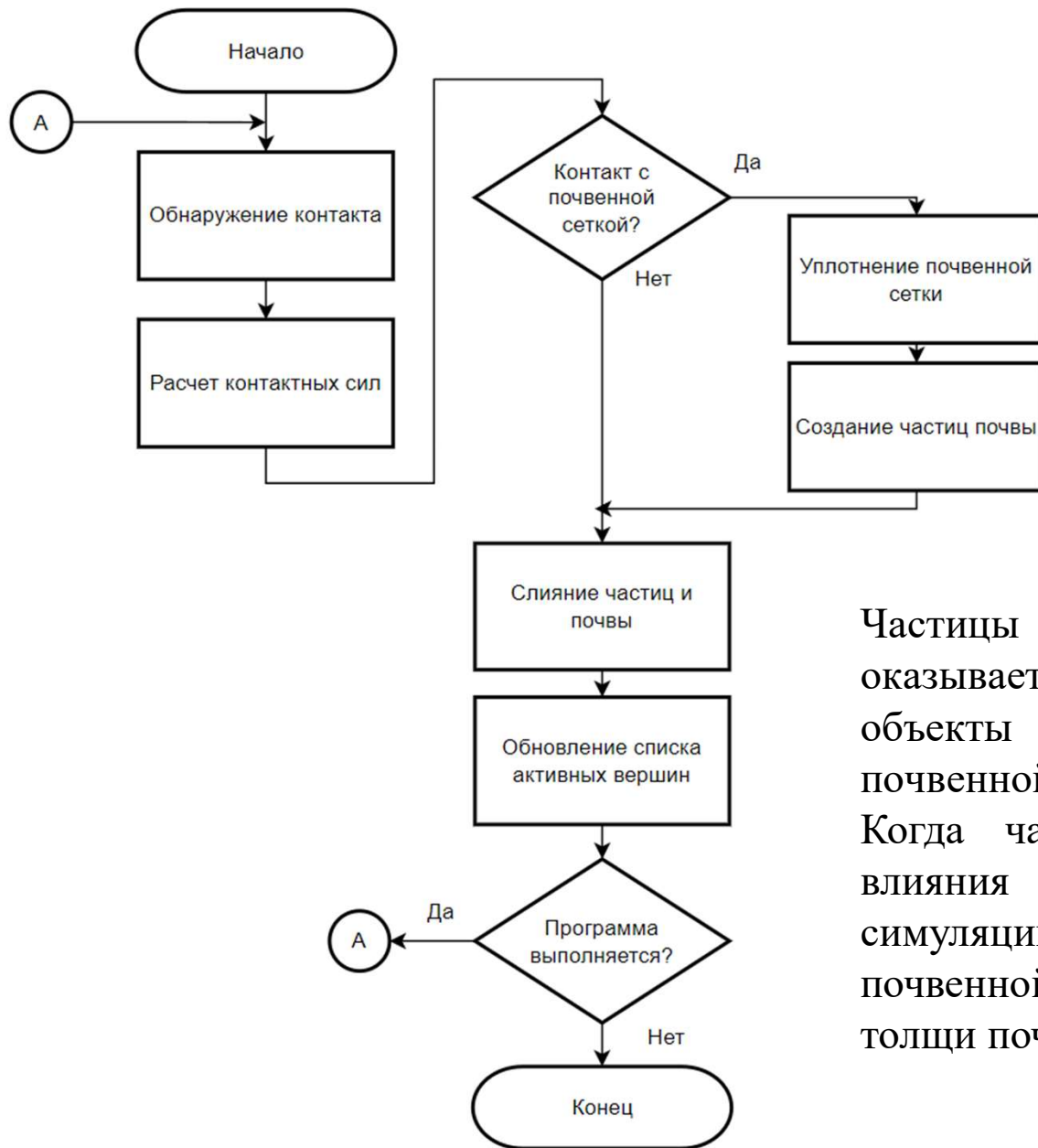
Функциональные требования:

- при сдвиговой деформации почвенная сетка преобразуется в частицы сферической формы;
- для отдельных частиц рассчитывается сила их взаимодействия;
- как только частицы достигли равновесия они объединяются с почвенной сеткой.

Нефункциональные требования:

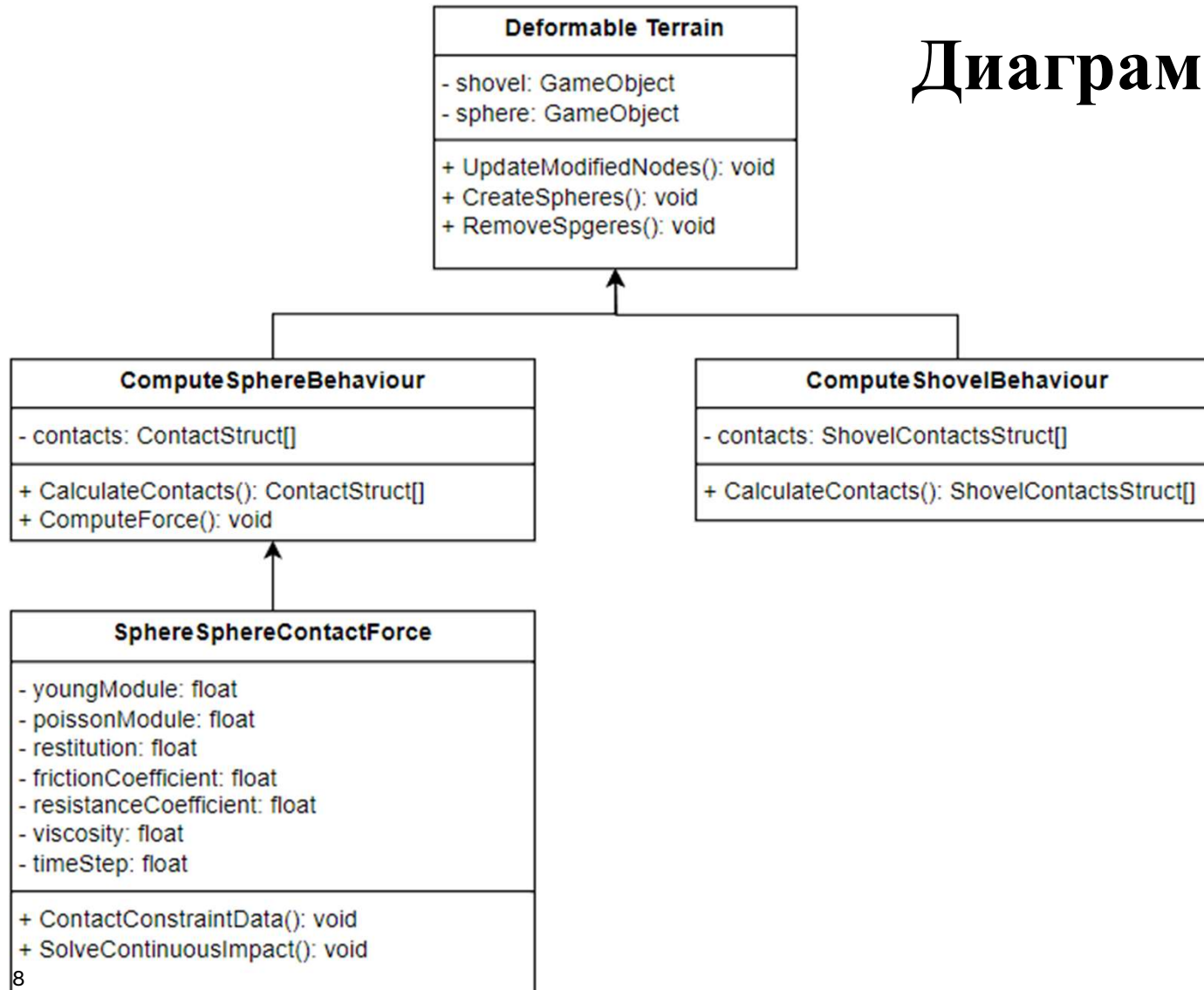
- платформа: Unity;
- операционная система: Windows 10 и новее.

Блок-схема процесса моделирования

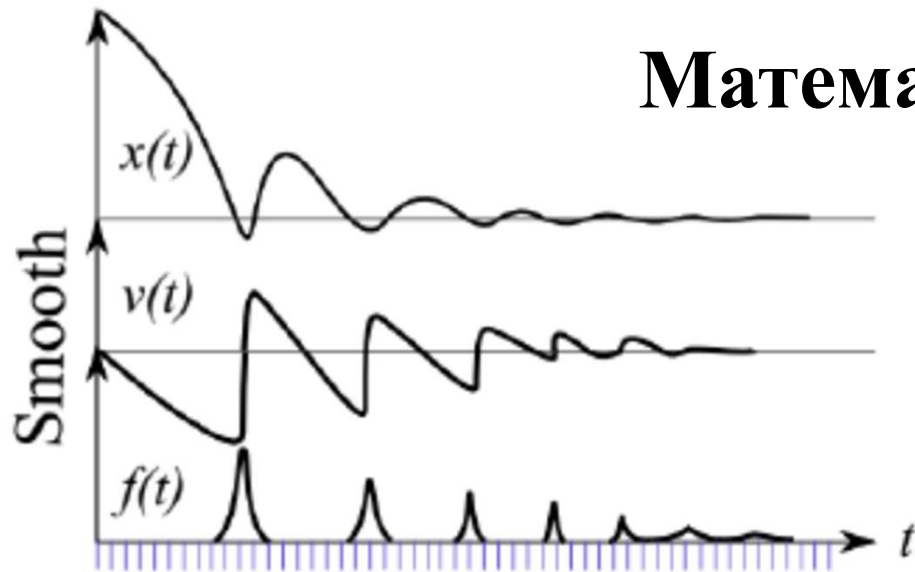
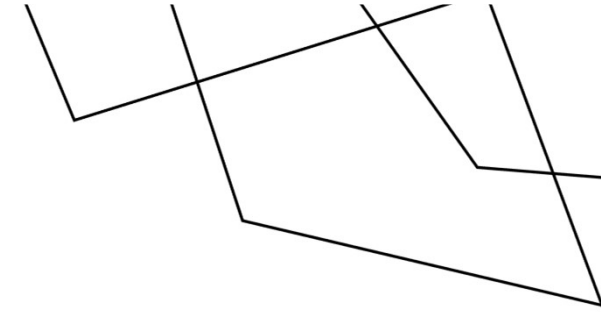


Частицы создаются в том случае, если почвенная сетка оказывается в зоне деформации. Если ранее созданные объекты покидают эту зону, они объединяются с почвенной сеткой, тем самым увеличивая её высоту. Когда частица почвы не оказывает существенного влияния на динамику почвы, частица удаляется из симуляции и заменяется её статическим объёмом в почвенной сетке, увеличивая высоту соответствующей толщии почвы.

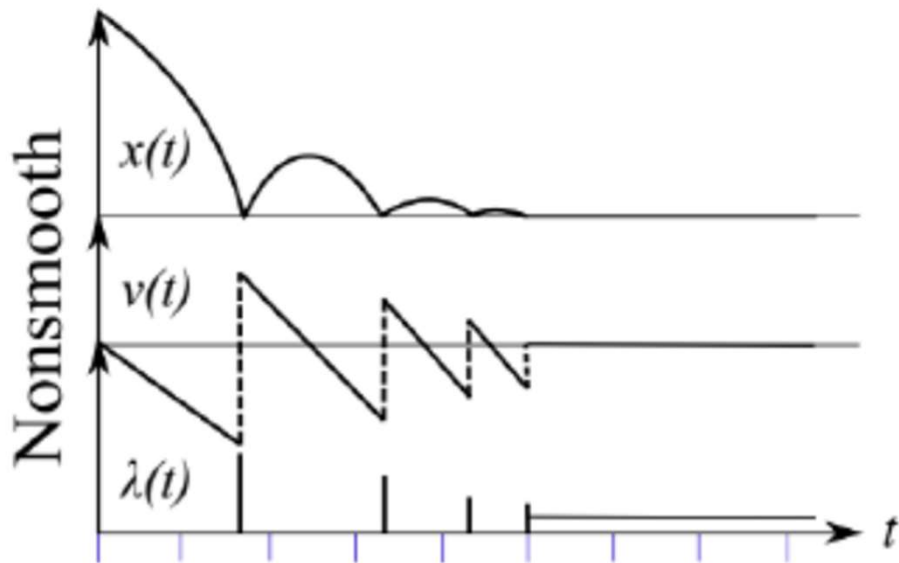
Диаграмма классов



Математическая модель



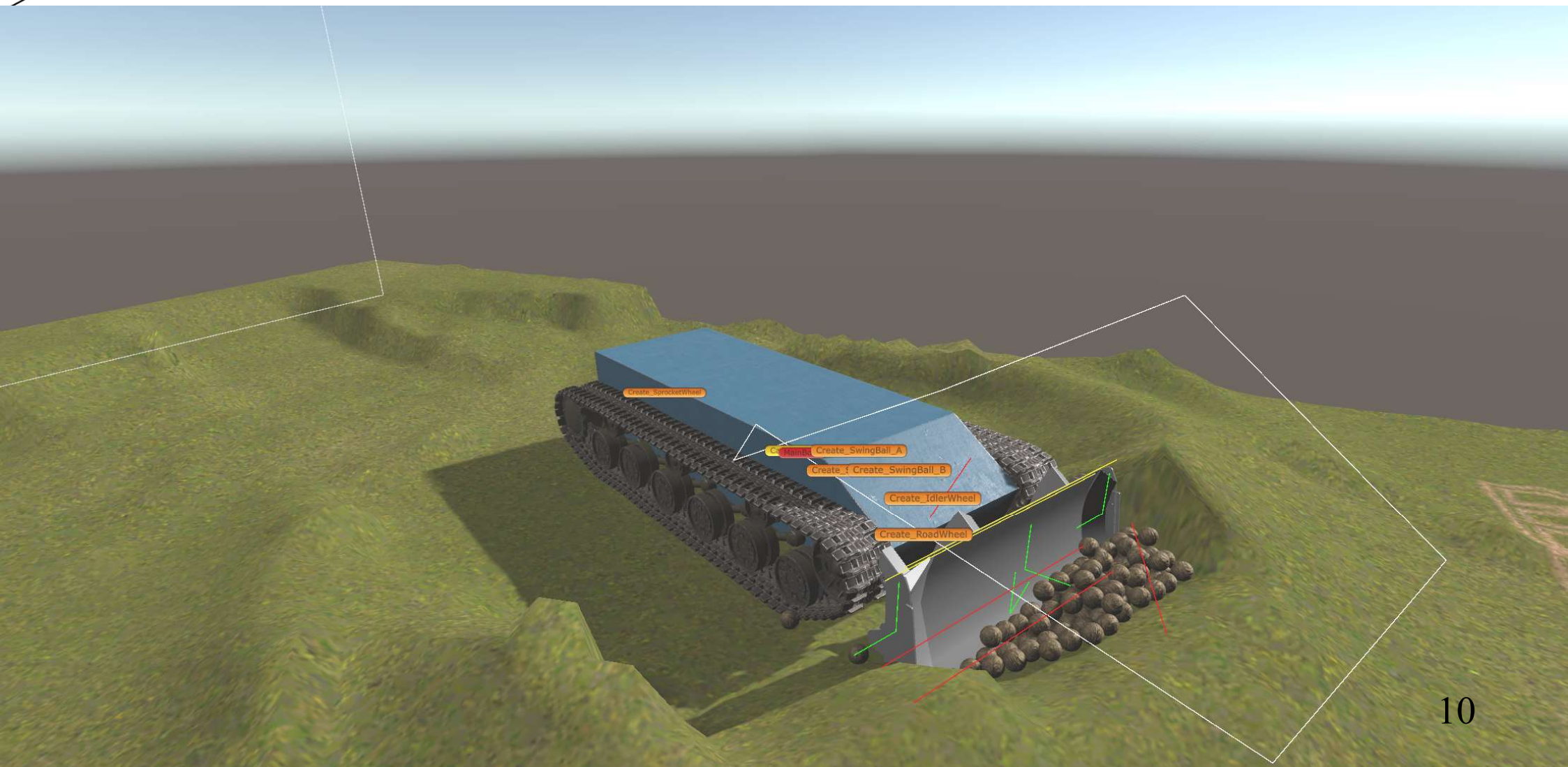
$$\begin{bmatrix} M & -G^T \\ G & \frac{4 * \varepsilon}{h^2} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} u_{i+1} \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_i + h * f_S \\ -\frac{4}{h} * g_i - G_i * u_i \end{bmatrix}$$



f_S – внешние силы, действующие на систему, G – матрица Якоби, g – величина перекрытия между контактирующими телами, M – матрица, хранящая информацию о массе объектов.

Условие регуляризации через нормальную силу $\varepsilon = \frac{10}{6} * E^* * \sqrt{r_{ij}}$, где r_{ij} – действительный радиус, E^* – действительный модуль Юнга.

Проведение функционального тестирования



Заключение

В рамках выпускной квалификационной работы было сделано:

1. Произведен аналитический обзор существующего аналога разрабатываемого проекта.
2. Выполнен анализ и выбор средств реализации проекта согласно поставленным требованиям.
3. Разработан программный код и реализован проект математической модели почвы.
4. Проведено функциональное тестирование в среде Unity.

Спасибо за внимание!