

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОДВЕСКИ ТРАКТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ UNITY

П. С. Авсейцев, Г. В. Беломутов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. А. Трохова

Эффективность применения средств и методов автоматизированного проектирования при выполнении инженерно-технических и конструкторских разработок во многом определяется качеством предварительной проработки будущего изделия. Наличие мощных вычислительных систем и пакетов не избавляет от необходимости подвергать сомнению результаты моделирования и проверять их с помощью различных вычислительных схем и методов.

При моделировании динамических технических объектов необходимо решить следующие задачи:

- получение адекватной математической модели;
- получение компьютерной модели на основе математической модели;
- визуализация результатов моделирования в графическом виде;
- 3D моделирование динамической системы в реальном времени.

В качестве предметной области выступает процесс колебаний подвески машинно-тракторного агрегата (МТА). Колебательные процессы, возникающие в МТА при перемещении по опорной поверхности пути, отрицательно влияют на плавность хода МТА и работу его узлов. Причина возникновения колебаний кроется в непостоянстве свойств почвы и характере взаимодействия МТА с грунтом.

Основные возможности приложения:

- получать функции перемещения подвески МТА после решения ОДУ в численном виде;
- визуально отображать движение МТА;
- представлять перемещение подвески в виде графика;
- исследовать влияние жесткости пружины или массы на максимальное перемещение подвески в динамическом режиме;

– исследовать влияние высоты опорной поверхности на максимальное перемещение подвески в динамическом режиме.

Инструментарием для решения поставленных задач являются следующие средства разработки:

- Unity3DEngine;
- Blender;
- DotNumerics.

Blender – свободный, профессиональный пакет для создания трехмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов», а также для создания интерактивных игр. В настоящее время он пользуется наибольшей популярностью среди бесплатных 3D редакторов в связи с его быстрым и стабильным развитием, которому способствует профессиональная команда разработчиков.

При создании динамической модели колебаний МТА Blender применялся для разработки следующих графических элементов:

- корпус;
- пружина;
- демпфер;
- колесо;
- дорожное покрытие.

Эти элементы были экспортированы в файлы в формате .FBX, который по умолчанию поддерживается инструментом Unity3D.

Следующим шагом разработки модели является перенос графических объектов в Unity3D и построение дерева иерархии объектов.

Unity3D – это инструмент для разработки двух- и трехмерных приложений и игр, работающий под операционными системами Windows, Linux и OS X. Созданные с помощью Unity приложения работают под операционными системами Windows, OS X, Windows Phone, Android, Apple iOS, Linux, а также на игровых приставках Wii, PlayStation 3, PlayStation 4, Xbox 360, Xbox One и MotionParallax3D дисплеях. На рис. 1 приведено дерево иерархии Unity3D.

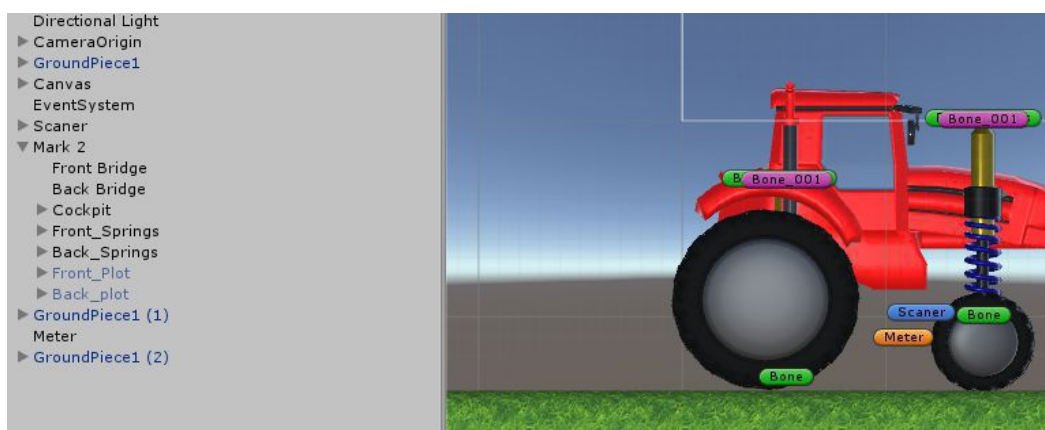


Рис. 1. Дерево иерархии зависимости

Поведение объектов контролируется с помощью компонентов Components, которые присоединяются к ним. Помимо множества встроенных в Unity стандартных компонентов, Unity позволяет создавать свои компоненты, используя скрипты. Они позволяют активировать динамические события, изменять параметры компонентов,

и отвечать на ввод пользователя каким угодно способом. С помощью скриптов реализованы следующие алгоритмы:

- алгоритм решения системы дифференциальных уравнений, являющиеся основой математической модели колебаний подвески МТА;
- алгоритм движения МТА по результатам решения дифференциальных уравнения;
- алгоритм движения графического объекта по поверхности с заданной скоростью;
- алгоритм движения и управления камерой;
- алгоритм сканирования неровности опорной поверхности;
- алгоритм построения графика согласно полученным результатам решения дифференциального уравнения;
- алгоритм динамического изменения опорной поверхности;
- алгоритм управления временем.

Скрипт, реализующий алгоритм движения графического объекта по поверхности с заданной скоростью, реализуется посредством создания нового вектора для следующего кадра. Новый вектор получен в результате увлечения собственного числового значения, увеличенного на скоростную константу.

Скрипт сканирования неровности поверхности реализуется с помощью результатов отклика вертикального лазера (массив неровностей), выпущенного из объекта сканера к опорной поверхности.

Основные возможности приложения приведены ниже:

- получать функции перемещения подвести МТА после решения ОДУ в численном виде.
- визуально отображать движение МТА;
- представлять перемещение повестки в виде графика;
- исследовать влияние жесткости пружины или массы на максимальное перемещение подвески в динамическом режиме;
- исследовать влияние высоты опорной поверхности на максимальное перемещение подвески в динамическом режиме.

На рис. 2 приведен результат динамического моделирования при переезде неровности типа «выступ».



Рис. 2. Результат динамического моделирования при переезде неровности типа «выступ»

Исследования показали, что существует возможность разработки трехмерной модели технического объекта, основанной на математической модели в виде систем обыкновенных дифференциальных уравнений, в таких системах компьютерной графики, как Unity.

Модель наглядно показывает характер колебательных процессов в подвеске трактора в реальном времени и позволяет улучшить понимание подобных процессов при изучении и проектировании технических объектов.