

УДК 303.094.7

Программная реализация математической модели криволинейного движения транспортного средства в среде MATLAB/Simulink

Бобров Федор Александрович

bobrovfa@student.bmstu.ru

Сидоров Владимир Николаевич

sidorov_vn@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Статья посвящена описанию процесса визуализации и моделирования криволинейной траектории движения транспортного средства по идеальному опорному основанию в среде MATLAB/Simulink. Описаны методы и принципы построения двумерной траектории в программной среде. Приведен процесс подготовки данных, описание программного кода и расширений для программы. Представлен общий алгоритм моделирования траекторий. Визуализация траектории движения автомобиля позволяет комплексно оценить параметры движения машины и проверить корректность используемых начальных условий.

Ключевые слова: траектория, моделирование, MATLAB, Simulink, движение транспортного средства

Моделирование движения транспортных средств по различным траекториям — актуальная задача в проектировании автомобиля. Такой тип моделирования позволяет спрогнозировать поведение автомобиля при заданных условиях, что повышает безопасность автомобиля. Также данный способ позволяет собирать данные и меняя начальные параметры изучать их изменение.

Для реализации математической модели криволинейного движения транспортного средства по ровному недеформируемому опорному основанию с визуализацией в среде MATLAB/Simulink помимо набора блоков — решателей, необходимо задать исходные данные задачи, подключить дополнительные подпрограммы MATLAB, а также связать выходные данные полученные с каждой секции блоков с компонентами вывода результатов для дальнейшего их получения в 2D. Исходными данными являются подрессоренная масса машины, моменты инерции корпуса относительно поперечной, продольной, вертикальных осей; масса колеса; радиус колеса; момент инерции колеса относительно оси вращения; максимальный прогиб шины; передаточное число главной передачи; колея колес; момент инерции вращения частей двигателя, приведенных к коленчатому валу; продольная и поперечная координаты передней и задней осей относительно центра масс корпуса; координаты крепления осей колес к корпусу; статическая нагрузка на подвески колес задней и передней осей; жесткость шины; прогиб шины; упругая сила шин передней и задней осей; скорость прогиба шины; демпфирующая сила шины; коэффициент сопротивления качению; коэффициент аппроксимации; коэффициент сцепления при полном скольжении по осям OX и OY; коэффи-

коэффициент обтекаемости КМ; плотность воздуха; ускорение свободного падения; коэффициент формы проекции КМ; ширина и высота лобовой части КМ; начальная скорость движения; углы дифферента, крена, курса [1].

Для того чтобы получить при запуске программы визуализацию в 2D- и 3D-представлении, необходимо, в первую очередь, создать прототип автомобильной дороги в прикладной подпрограмме MATLAB Driving scenario designer. Для добавления участка автодороги необходимо нажать на значок Add road и после этого координатами задать опорные точки нашей трассы. Трасса задается в виде набора точек, расположенных по линии траектории движения автомобиля. После этого нам необходимо добавить прототип движущегося автомобиля, для этого нажимаем на Add actor и на автодороге появится фантом колесной машины (рис. 1). Далее программа позволит изменять параметры фантома.

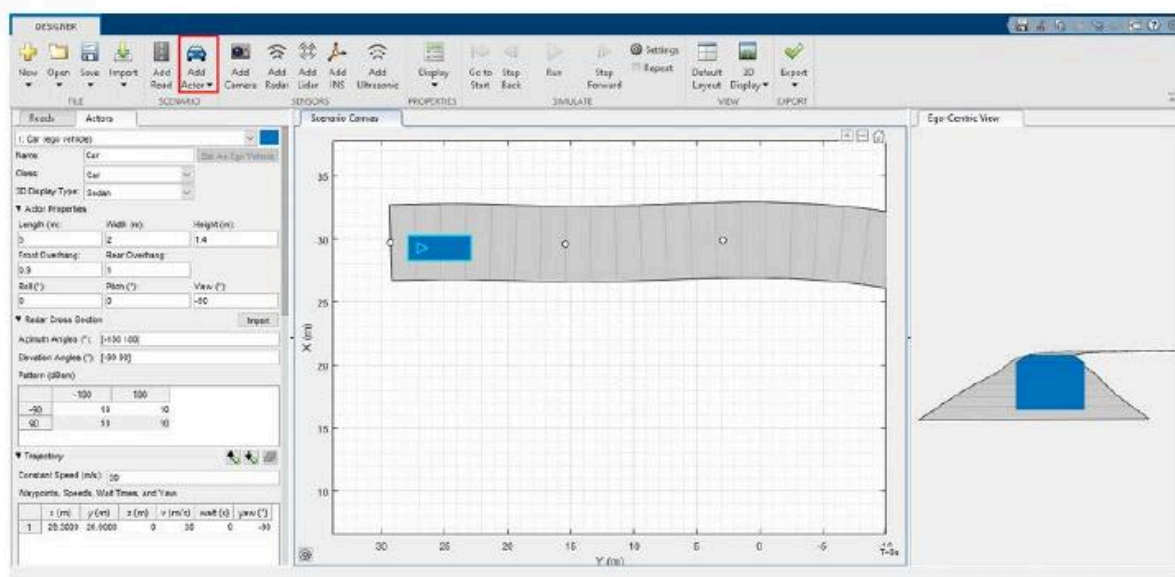


Рис. 1. Фантом автомобиля в Driving scenario designer

Далее необходимо задать траекторию движения нашего автомобиля по спроектированной дороге, для этого нам понадобится графа Trajectory [2]. После задания траектории движения, на дороге синим цветом будет отображаться номинальная траектория движения фантома (рис. 2).

Создав в Driving scenario designer модель нашей трассы, далее необходимо точками отметить номинальную траекторию движения нашего транспортного средства [3]. Таким образом, траектория движения автомобиля по асфальтированной дороге представлена на рис. 3.

При сохранении созданного сценария движения колесной машины, формируется файл в формате Excel, куда вносятся координаты спроектированной траектории. Поскольку автомобиль при его движении по криволинейной траектории не может двигаться с постоянной скоростью, программа предлагает оптимальные величины движения колесной машины для каждой точки траек-

тории, т. е. в каждый момент времени скорость автомобиля будет изменяться в зависимости от дорожной ситуации [4]. Таким образом, получаем файл Excel с прописанными точками траектории, для 39 каждой из которых прописана скорость в м/с.

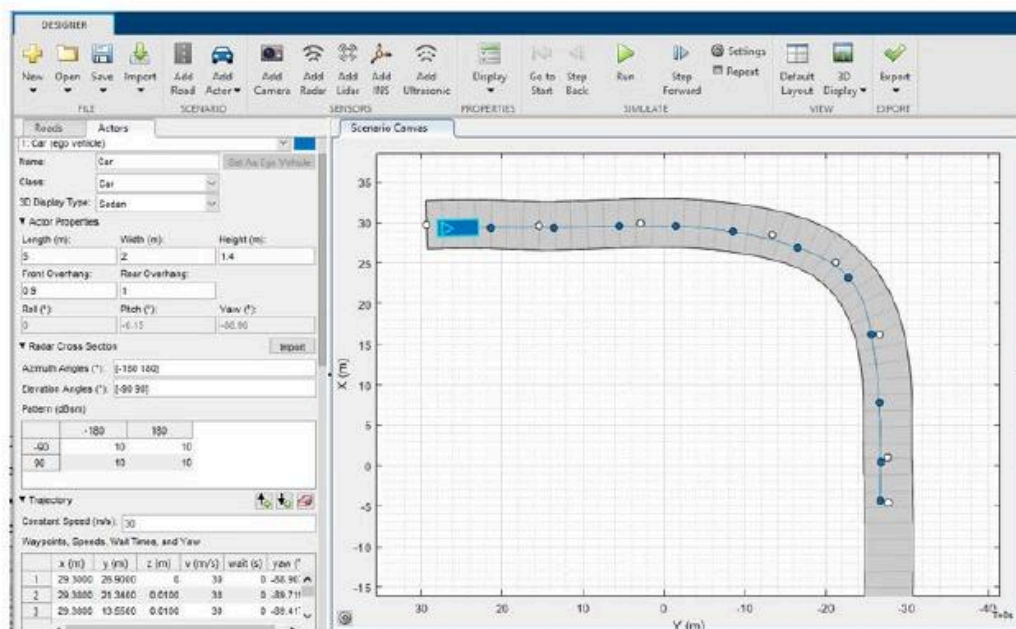


Рис. 2. Траектория движения в Driving scenario designer

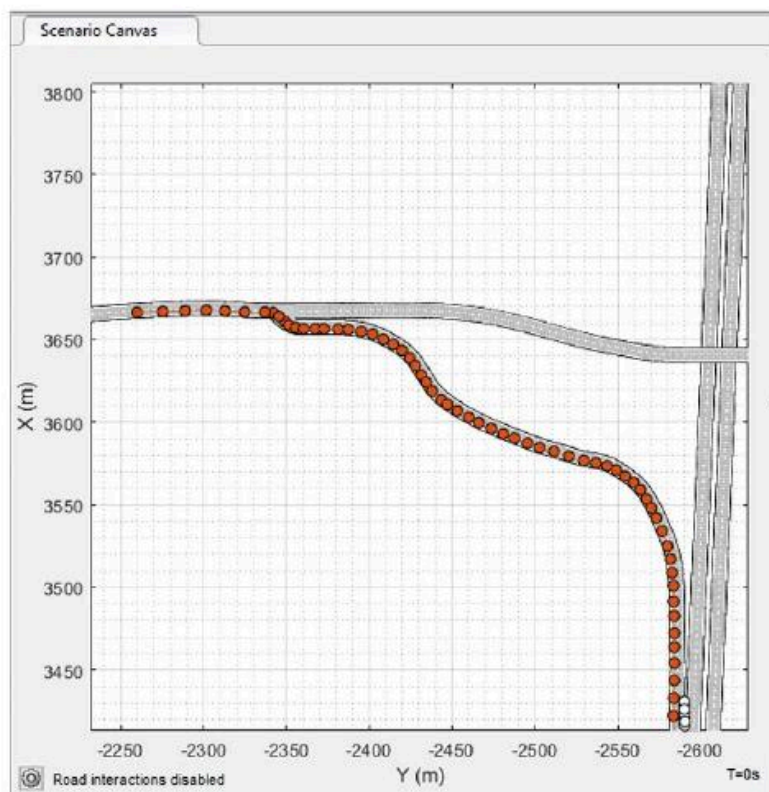


Рис. 3. Траектория движения автомобиля по асфальтированной дороге

Использование данного метода проектирования движения транспортного средства позволяет на этапе его разработки оценить характеристики во время эксплуатации, изучить поведение транспортного средства в экстремальных условиях. Такой подход увеличивает безопасность проектируемых транспортных средств, а также позволяет быстро их модернизировать.

Литература

- [1] Афанасьев Б.А., Белоусов Б.Н., Гладов Г.И. *Проектирование полноприводных колесных машин*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008, 432 с.
- [2] Полковникова Н.А. *Научные и инженерные расчеты в среде MATLAB*. Москва, Изд-во «МОРКНИГА», 2019, 143 с.
- [3] *Документация MATLAB*. URL: <https://docs.exponenta.ru/documentation-center.html> (дата обращения 20.11.2024).
- [4] Силаев Г.В. *Конструкция автомобилей и тракторов*. Москва, Юрайт, 2019, 404 с.

Software implementation of a mathematical model of curvilinear motion of a vehicle MATLAB/Simulink environment

Bobrov F.A. bobrovfa@student.bmstu.ru

Sidorov V.N. sidorov_vn@bmstu.ru.

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article describes the process of visualization and modeling of the curved trajectory of a vehicle along an ideal support base in the MATLAB/Simulink environment. The methods and principles of constructing a two-dimensional trajectory in a software environment are described. The process of data preparation, description of the program code and extensions for the program are given. A general algorithm for modeling trajectories is presented. Visualization of the trajectory of the car allows you to comprehensively assess the parameters of the car's movement and check the correctness of the initial conditions used.

Keywords: trajectory, modeling, MATLAB, Simulink, vehicle movement