

УДК 629.113

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПАССАЖИРА ПРИ  
ФРОНТАЛЬНОМ СТОЛКНОВЕНИИ АВТОМОБИЛЯ С ПОМОЩЬЮ  
ПАКЕТА SIMMECHANICS**

**А.В. Сергиенко, аспирант  
(ХНАДУ)**

*Рассмотрено моделирование перемещение пассажира при фронтальном столкновении с помощью пакета SimMechanics. Описано решение трехмассовой модели человека при помощи пакета SimMechanics.*

**Введение.** Безопасность автомобиля является одним из основных направлений исследований в автомобилестроении. Автомобильная промышленность разрабатывает новые средства активной и пассивной безопасности и методы повышения безопасности пассажиров. Для уменьшения материальных затрат на разработку и тестирование систем безопасности целесообразно использовать математическое моделирование аварий для ранней оценки реакции системы безопасности при воздействии условий соответствующих аварийным. Используются специализированные программы для моделирования динамики системы тел, так широкое распространение получило моделирование с помощью метода конечных элементов. На этапах разработки ТЗ и эскизного проектирования оценку уровня безопасности целесообразно проводить при помощи аналитического моделирования.

**Анализ публикаций.** В области исследования пассивной безопасности автомобиля существует несколько концепций аналитического моделирования движения пассажира во время аварии. В работе [1] описана модель в которой пассажир представлен в виде одной массы. В работе [2] двухмассовые модели. При этом необходимо отметить что наилучшие результаты дает трехмассовая модель в которой пассажир представлен в виде системы трех масс (рис 1) она позволяет точно определить силы воздействующие на голову грудь и бедра человека в процессе аварии. Такая модель позволяет вычислить коэффициенты НІС и SI являющиеся общепризнанными критериями оценки уровня безопасности автомобиля, трехмассовая модель может с успехом использоваться для определения оптимального времени активации систем раскрытия подушек безопасности и натяжителей ремней, времени наполнения подушек безопасности, оптимальных геометрических параметров расположения креплений ремней безопасности и посадки пассажира.

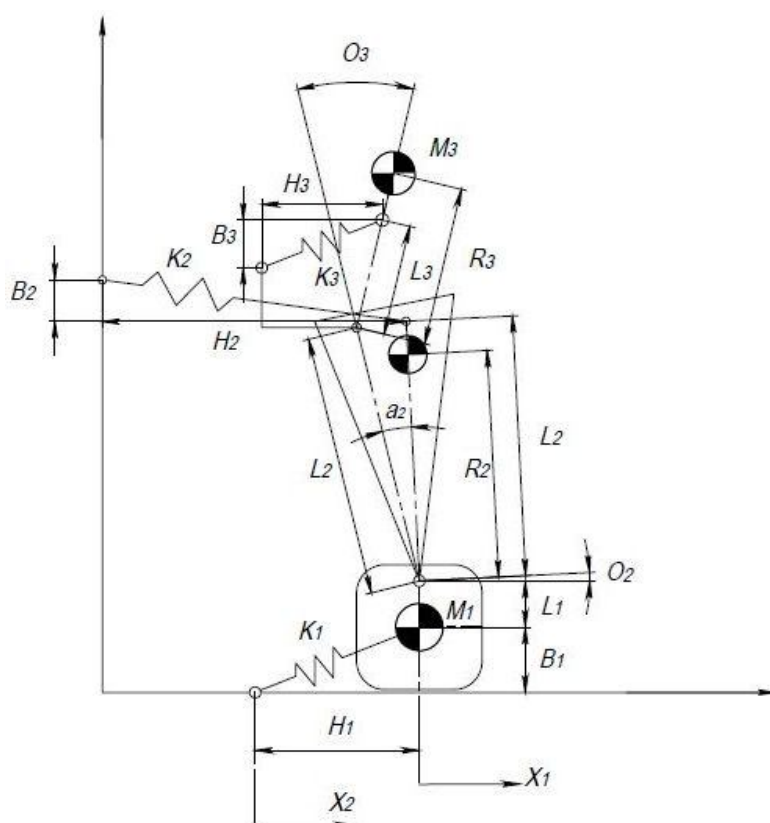


Рисунок 1. Кинематическая схема трехмассовой модели пассажира

При своих достоинствах трехмассовая модель является наиболее сложной для численного решения, требует сложных математических преобразований и по причине этого редко применяется. Работа описывающая опыт использования программного продукта SimMechanics [3] позволила прийти к концепции о применении SimMechanics для решения задачи о трехмассовой модели.

**Цели и задачи.** Целью является определение параметров перемещения человека в автомобиле во время столкновения для этого необходимо решить задачу о трехмассовой модели перемещения человека.

**Моделирование перемещения пассажира.**

Было осуществлено моделирование с помощью библиотеки SimMechanics пакета Simulink, предназначенной для моделирования пространственных движений твердотельных машин и механизмов. Это позволило значительно упростить задачу о трехмассовой модели. Представленная модель SimMechanics полностью учитывает все взаимосвязи, геометрические и массовые характеристики системы. SimMechanics автоматически преобразует это структурное изображение во внутреннюю, эквивалентную математическую модель (рис 2). К модели прикладывается внешняя сила эквивалентная возникающей при аварийной ситуации. Решая такую задачу можно на этапе эскизного проектирования подобрать параметры элементов пассивной безопасности не с точки зрения возникающих замедлений автомобиля, а непосредственно оценив критерии вероятности травм человека.

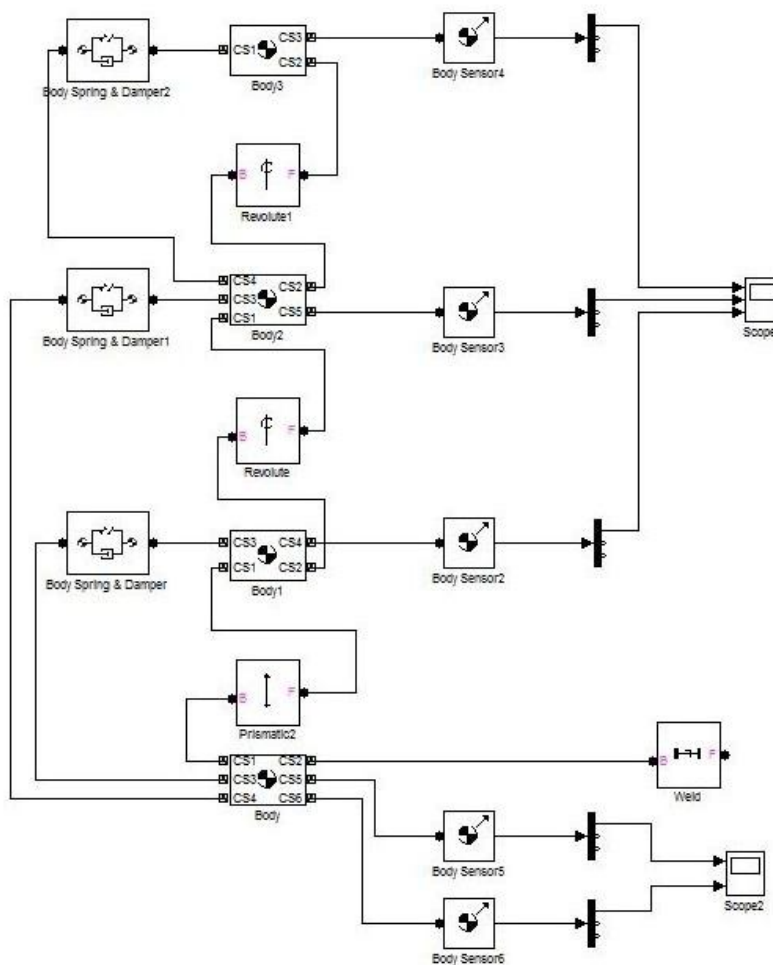


Рисунок 2. Структурная схема трехмассовой модели

Созданная модель позволяет оценить возникающие при аварийной ситуации замедления и перемещения тела в зависимости от времени (Рис 3,4). С помощью SimMechanics не только можно получить значения сил действующих во время моделирования, но и получить графическое отображение моделируемой системы, что дает возможность легко контролировать процесс моделирования и обнаруживать ошибки. Время вычисления незначительно и расчет задачи длительностью в 0,3 секунды занимает не более 10 секунд машинного времени. Для сравнения аналогичная задача решаемая с помощью метода конечных элементов требует от одного до нескольких часов машинного времени.

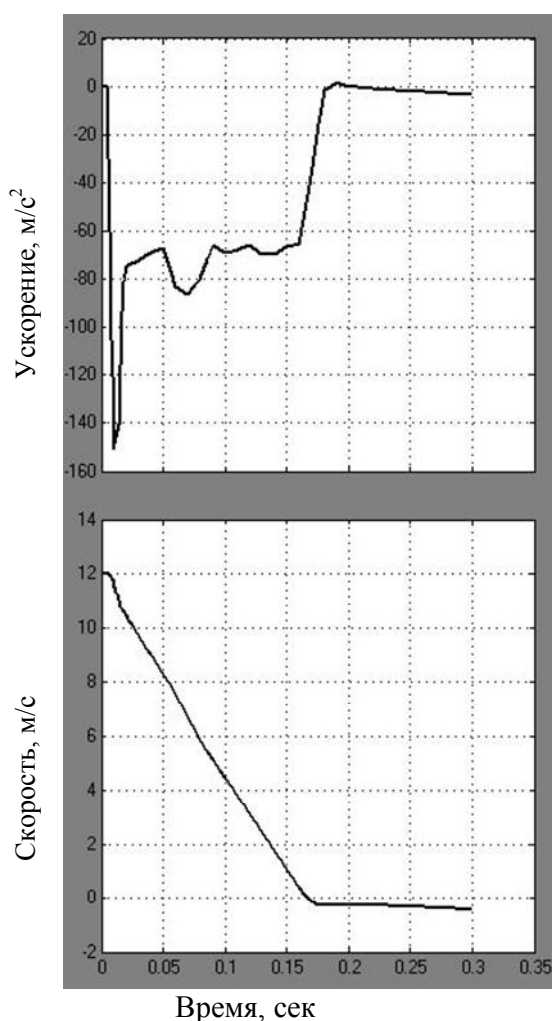


Рисунок 3. Графики замедления и скорости автомобиля

Можно считать целесообразным использовать SimMechanics для решения оптимизационных задач требующих многих итераций и после нахождения оптимальных значений геометрических характеристик положения пассажира, точек креплений ремней безопасности, времени и скорости наполнения подушек безопасности проводить проверочные вычисления при помощи конечно элементных моделей дающих подробную картину деформаций и движения пассажиров во время аварии. Такое сочетание методов даст значительное

снижение затрат ресурсов при проектировании автомобиля и его систем пассивной безопасности.

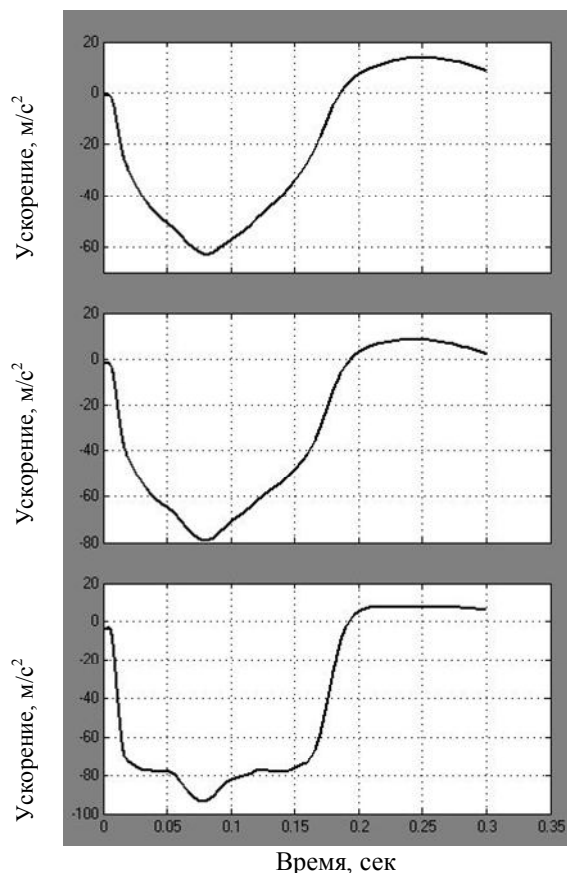


Рисунок 4. Графики замедления головы, груди и бедер соответственно

#### Выводы

Моделирование трехмассовой системы тел в пакете SimMechanics позволило получить решение задачи. Дальнейшее развитие планируется путем верификации модели с экспериментальными данными и моделирования ограничения усилий ремней безопасности.

#### Список литературы

1. Моделирование движения пассажира при столкновении автомобиля с преградой/ А.И. Бохонский, А.П. Фалалеев// Вісник СевНТУ. – 2010. – № 106. – С. 25 – 29.
2. Хуанг М. Vehicle crash mechanics/ Хуанг М. – Ассоциация автомобильных инженеров США, 2002.– 480с.
3. Перечесова А. Д. Анализ и синтез механизма для плетения торсионных подвесов приборов: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.18 «Теория механизмов и машин»/ А. Д. Перечесова – Санкт-Петербург – 2012. –20с.

**Анотація**

**МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПАСАЖИРА ПРИ  
ФРОНТАЛЬНОМУ ЗІТКНЕННІ АВТОМОБІЛЯ З ДОПОМОГОЮ ПАКЕТУ  
SIMMECHANICS**

О.В. Сергиєнко

*Розглянуто моделювання переміщення пасажирів при фронтальному зіткненні за допомогою пакета SimMechanics. Описано рішення трьохмасової моделі людини за допомогою пакета SimMechanics.*

**Abstract**

**MODELING THE MOVEMENT OF PASSENGERS IN A FRONTAL  
COLLISION THE VEHICLE USING PACKAGE SIMMECHANICS**

*A passenger movement in a frontal collision with the help of the package SimMechanics has been modeled. The solution three-mass model of the person using the package SimMechanics has been described.*