

УДК 681.3.062

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УСКОРЕНИЯ ПРИ УДАРЕ
АВТОМОБИЛЯ О ПРЕПЯТСТВИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МОДЕЛИ СГЛАЖИВАЮЩЕГО ВРЕМЕННОГО РЯДА ПЕРВОГО
ПОРЯДКА

С.И. Клевцов

Технологический институт Южного федерального университета в
г. Таганроге
kafmps@tppark.ru

*Проведена оцінка можливості використання
сглаживающего временного ряда первого порядка для
прогнозирования «мгновенного» изменения ускорения при
фронтальном ударе автомобиля о препятствие. Оценка
проводилась с использованием разработанной методики на
основе результатов обработки данных краш-тестов.*

Прогнозирование нештатных и аварийных ситуаций на основе использования данных поступающих с датчиков ускорения, установленных в системах мониторинга дорожной ситуации автомобиля может быть выполнено специальными программно-алгоритмическими средствами, реализованными на основе адаптивных временных рядов [1, 2]. Для выполнения прогнозной оценки изменения ускорения автомобиля при ударе с помощью микроконтроллера микропроцессорного модуля (ММ) системы мониторинга дорожной ситуации целесообразно использовать простые модели, позволяющие получить результат в режиме реального времени. В настоящей статье рассмотрена модель определения прогнозируемых значений параметров, построенная на основе использования сглаживающего временного ряда первого порядка. Эффективность модели оценивается на основе обработки данных об изменении значений проекций вектора ускорения автомобиля, измеренных с помощью трехосевого акселерометра в реальных условиях движения, а также на основе обработки результатов краш-тестов.

Анализ экспериментальных данных краш-тестов показывает, что время увеличения ускорения, зафиксированное при фронтальном эксперименте (фронтальное столкновение автомобиля SUBURBAN 1993 года с барьером на скорости 56 км/час, фронтальное столкновение автомобиля Ford Escort 1993 года с барьером на той же скорости [3, 4]) составляет величины порядка 0,02 ... 0,07с (рисунки 11 и 12).

Оценка возможности использования сглаживающего временного ряда первого порядка для прогнозирования «мгновенного» изменения ускорения при фронтальном ударе автомобиля о препятствие проводилась с использованием методики, приведенной в работе [5] на основе результатов обработки данных краш-тестов [3].

На рис. 1 представлены экспериментальные данные краш-теста, характеризующие изменение ускорения при фронтальном ударе автомобиля (Test data) [3].

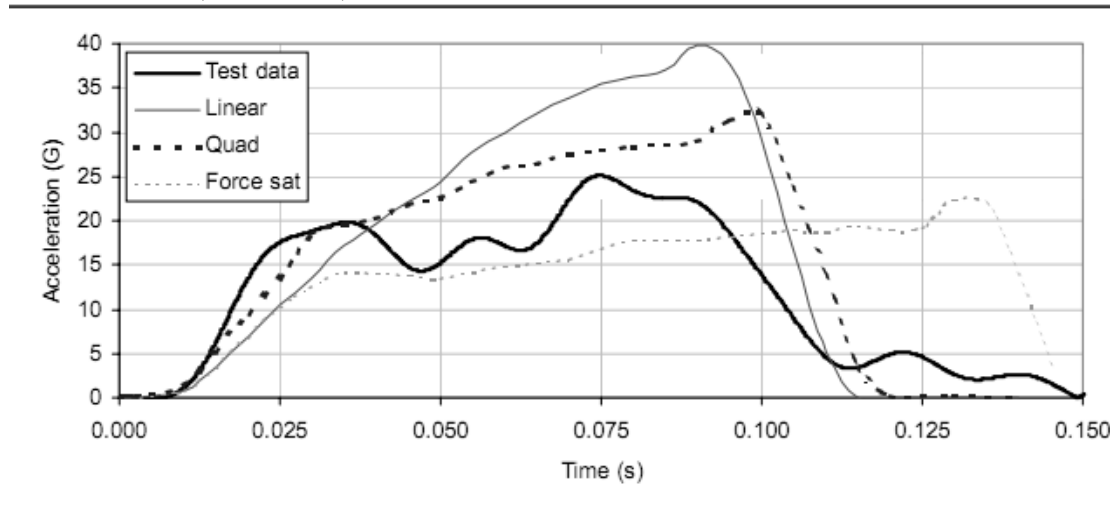


Рисунок 1 – График изменения измеренного ускорения (сплошная черная линия- Test data) при фронтальном ударе автомобиля SUBURBAN 1993 года с барьером на скорости 56 км/час [3]

На рисунке 1, помимо экспериментальных данных, приведены кривые, отражающие результаты моделирования развития аварийной ситуации методом DuMesh [6].

Задача прогнозирования удара автомобиля о препятствие в реальном времени ставит перед прогнозирующей функцией ряд требований, основными из которых являются:

повторяемость формы и параметров изменения прогнозирующей функции и реальной зависимости на участке первоначального быстрого роста ускорения после удара с минимальным временем запаздывания;

оценка максимальных значений ускорений с абсолютной погрешностью порядка $\pm 1-3g$ [3, 4].

В работе [5] показано, что погрешность прогнозирования с использованием сглаживающего временного ряда первого порядка за пределами этапа адаптации в значительной степени определяется выбором постоянной сглаживания α и согласованностью между реальной зависимостью параметра от времени и выбранной моделью

временного ряда. Немаловажное значение играет выбор шага съема данных h с акселерометра, установленного на автомобиле.

В процессе моделирования исследовалось влияние выбора постоянной сглаживания α и шага съема данных h на результаты прогнозирования изменения ускорения при ударе автомобиля о препятствие. На рисунках 2 и 3 представлены результаты прогнозирования изменения ускорения на один временной интервал $h=0,003125c$ с использованием временного ряда, когда $\alpha = \{0,19; 0,59\}$

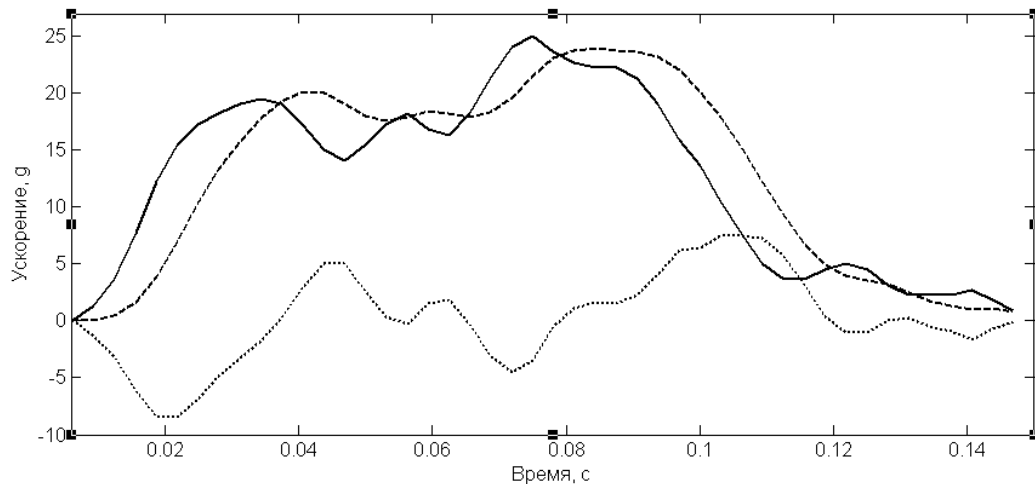


Рисунок 2 – Графики изменения ускорения автомобиля при $\alpha = 0,19$ (экспериментальные данные – сплошная линия, прогноз - пунктирная линия, абсолютная погрешность – мелкий пунктир)

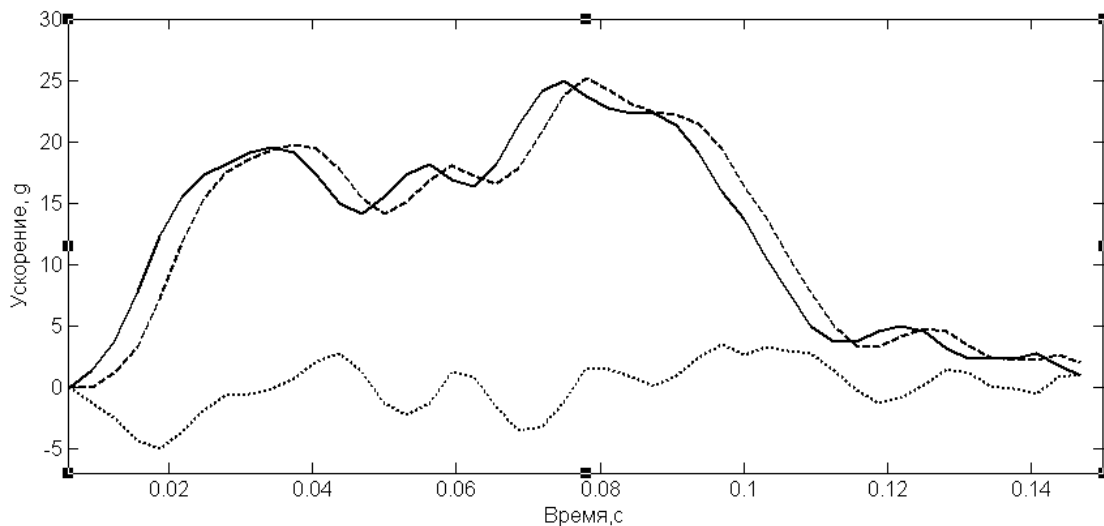


Рисунок 3 – Графики изменения ускорения автомобиля при $\alpha = 0,59$ (экспериментальные данные – сплошная линия, прогноз - пунктирная линия, абсолютная погрешность – мелкий пунктир)

Очевидно, что увеличение параметра α позволяет временному ряду в большей степени соответствовать вышеуказанным требованиям.

При уменьшении шага съема данных h в два раза до значения $h=0,0015625c$ при прочих неизменных параметрах модели временного ряда наблюдается сокращение времени запаздывания. На рисунке 4 приведены графики для $\alpha = 0,59$.

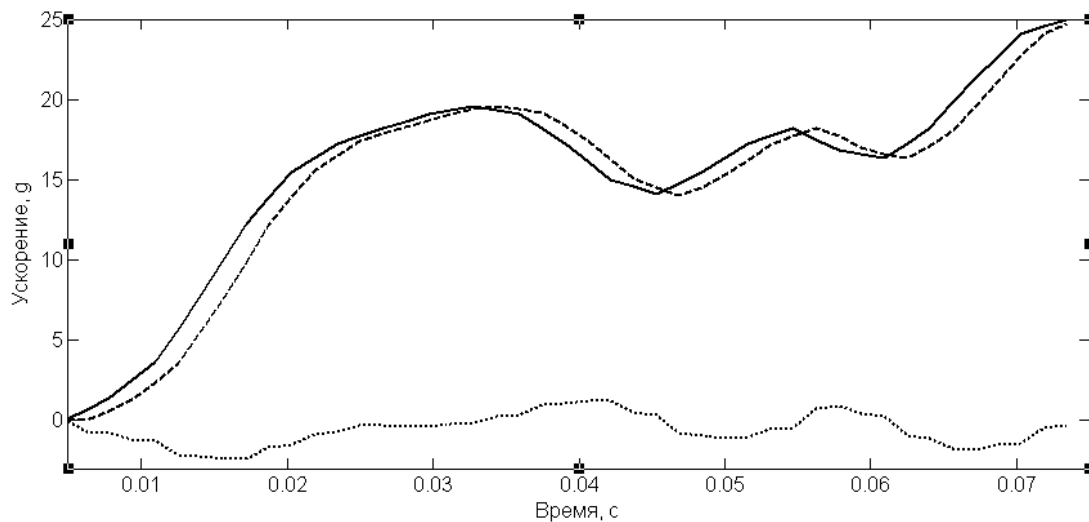


Рисунок 4 – Графики изменения ускорения автомобиля при $\alpha = 0,59$ и $h=0,0015625c$ (экспериментальные данные – сплошная линия, прогноз - пунктирная, абсолютная погрешность – мелкий пунктир)

Сравнение времени запаздывания на уровне ускорения 10g на участке первичного роста показывает, что при уменьшении шага h в два раза время запаздывания также сократилось примерно в два раза (рисунки 3 и 4).

Использование при моделировании процедуры корректировки результатов прогнозирования по значению абсолютной погрешности прогнозирования, полученной на последнем временном отсчете, позволяет снизить время запаздывания, но с ущербом для сглаживания результатов эксперимента (рисунок 5). В соответствии с результатами моделирования, представленными на рисунке 5, абсолютная погрешность прогнозирования уменьшилась, но повторяемость формы экспериментальной кривой ухудшилась. При этом оценки максимумов более точные по сравнению с временным рядом без процедуры корректировки по погрешности прогнозирования.

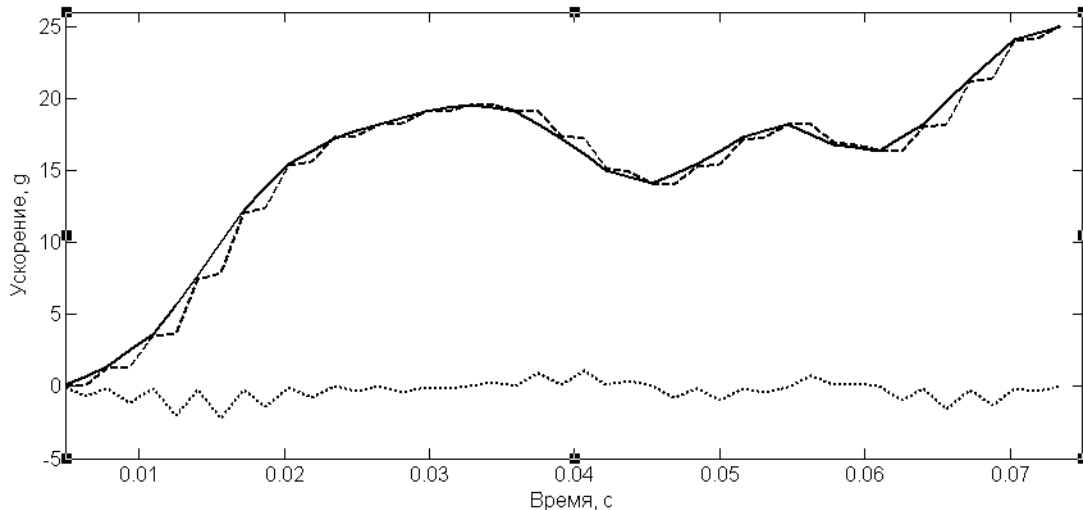


Рисунок 5 – Графики изменения ускорения автомобиля при $\alpha = 0,59$ и $h=0,0015625$ с использованием корректировки результатов по погрешности прогнозирования (экспериментальные данные – сплошная линия, прогноз - пунктирная, абсолютная погрешность – мелкий пунктир)

Таким образом, моделирование показывает, что использование сглаживающего временного ряда для прогнозирования изменения ускорения автомобиля при ударе может обеспечить реализацию опережающего мониторинга аварийной ситуации и задействовать соответствующие средства защиты до момента достижения опасных уровней воздействия ударных нагрузок.

Список литературы

1. Лукашин, Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов [Текст] – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416
2. Бокс, Дж., Дженкинс, Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление [Текст] – М.: Мир, 1974. – 197
3. Terry D.Day and Allen R.York. Validation of DyMESH for Vehicle vs Barrier Collisions [Текст] – SAE Paper № 2000-01-0844
4. Terry D.Day. Validation of the SIMON Model for Vehicle Handling and Collision Simulation – Comparison of Results with Experiments and Other Models [Текст] – SAE Paper № 2004-01-1207
5. Клевцов С.И. Особенности выбора параметров настройки модели сглаживающего временного ряда для осуществления краткосрочного прогнозирования изменения физической величины [Текст]// Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – №5(118). – С. 133-138.
6. Никонов В.Н. Проверка метода DyMesh Учреждение центр независимой экспертизы на автомобильном транспорте «ЦНЭАТ». Институт механики Уфимского научного центра РАН. - <http://www.cneat.ru/nikonov-9.htm>

Получено 10.09.2011