

УДК 629.331.1

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НА СКОРОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ПОВОРОТА

Ухаботов Максим Михайлович, студент,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, maxuhabotov@gmail.com

Рудаков Евгений Петрович, студент,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, 79152563835@ya.ru

Шадрин Сергей Сергеевич, д-р техн. наук., проф.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, shadrin@madi.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние работы системы стабилизации управления. Исследуются показатели прохождения поворота с включенной системой стабилизации и с отключенной системой стабилизации на базе одного автомобиля при прохождении одного и того же поворота. Описывается программный комплекс, используемый исследования. Проводится описание работы с программным комплексом. Предлагается графический анализ полученных результатов.

Ключевые слова: автомобиль; система стабилизации; испытание.

INFLUENCE OF THE STABILIZATION SYSTEM ON THE ROTATION SPEED

Ukhabotov Maxim M., student,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, maxuhabotov@gmail.com

Rudakov Evgeny P., student,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, 79152563835@ya.ru

Shadrin Sergey S., Dr. Sc., professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, shadrin@madi.ru

Annotation. The article considers the influence of the stabilization control system. The indicators of cornering are studied with the stabilization system turned on and with the stabilization system turned off on the basis of one car while passing the same turn. The software package used by the study is described. A description of the work with the software package is carried out. A graphical analysis of the results is proposed.

Keywords: car; stabilization system; test.

Введение

Сенсорная часть современных смартфонов позволяет в реальном времени осуществлять запись множества параметров, среди которых выделим кинематические параметры движения самого устройства, а также навигационные данные [1].

Цель эксперимента:

- определить траекторию движения и показатели управляемости в повороте с включенной и выключенной системой стабилизации.

Для достижения поставленной цели сформулируем задачи:

- 1) построение графика функции $V(t)$, построение непрерывной функции;
- 2) построение графиков фактически записанных проекций ускорения в функции времени;
- 3) определение углов поворота координатных осей смартфона для их совмещения с осями, параллельными главным осям автомобиля;
- 4) построение графиков проекций ускорения в координатных осях, параллельных главным осям автомобиля;
- 5) построение траектории движения на плоскости по географическим координатам;
- 6) построение траектории движения в maps.google.ru;
- 7) скорости входа в поворот, среднее значение скорости в повороте, скорость выхода из поворота, среднее и максимальное значение боковых ускорений в повороте.

Подготовка и проведение эксперимента

Рассмотрим прохождение поворота с включенной и выключенной системой стабилизации.

Для выполнения поставленной задачи будем использовать смартфон Xiaomi Mi Max 2 в качестве измерительного оборудования. Программа записи данных с датчиков смартфона – AndroSensor. Испытания

проводились на автомобиле Honda Civic 2009 года выпуска, кузов седан, привод колес – передний.

Записываемые в процессе экспериментов данные:

- ускорения (продольное, боковое, вертикальное);
- долгота;
- широта;
- скорость движения по данным GPS/Glonass.

Крепление смартфона при испытаниях – неподвижно относительно объекта испытаний. Смартфон был закреплен на центральной консоли, между водительским и пассажирским сидениями на высоте, примерно равной верхней точке колеса. Теоретически считается, что примерно в этом месте находится центр масс автомобиля.

Испытания проводились с одним человеком в салоне (водитель), уровень топлива – меньше половины (примерно 20 литров по указанию стрелки прибора). Температура воздуха +7 °С; скорость ветра 3 м/с; асфальтовая дорога, влажное покрытие, мелкий дождь. [2, 3]

Обработка экспериментальных данных

Обработка экспериментальных данных осуществлялась в MS Excel.

Заезд №1 – проводился с включенной системой стабилизации.

На рисунке 1 изображен обработанный график скорости движения автомобиля в функции времени при прохождении поворота с включенной системой стабилизации.

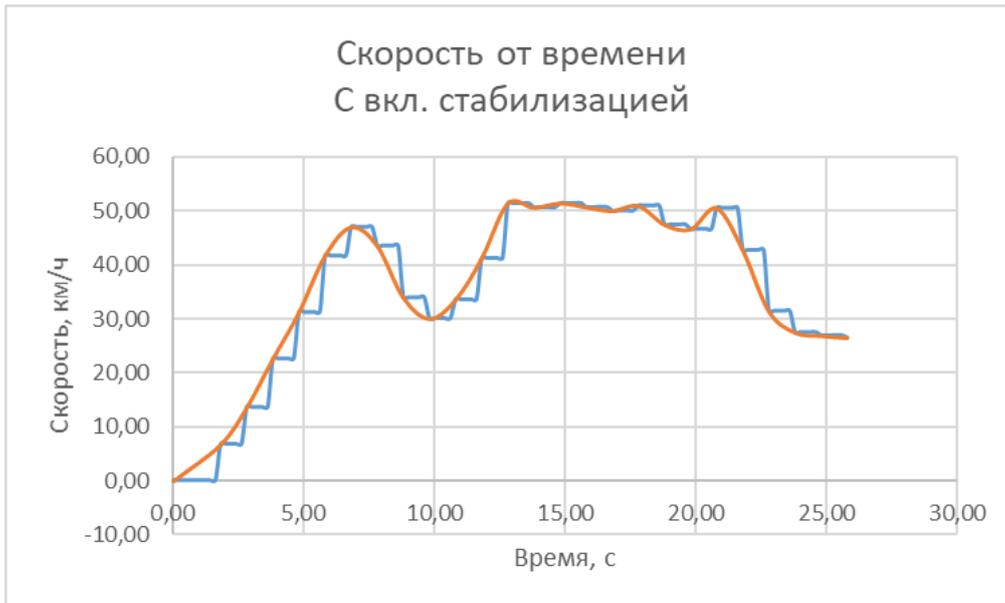


Рис. 1. График скорости движения после обработки

Графики проекций ускорения в функции времени показаны на рис. 2.

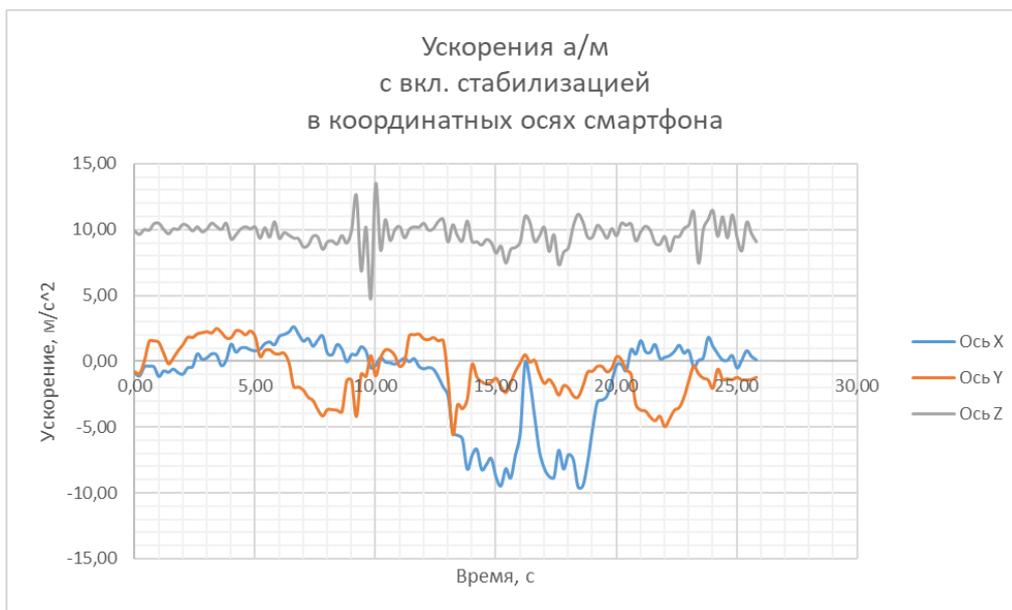


Рис. 2. Графики проекций ускорения в координатных осях смартфона

Пересчитаем все значения проекций ускорения, записанных в координатных осях смартфона, в новую систему координат с осями,

параллельными главным координатным осям автомобиля (транспортного средств).

Графики проекций ускорения в координатных осях, параллельных главным осям автомобиля (транспортного средства), показаны на рис. 3.



Рис. 3. Графики проекций ускорения в координатных осях объекта испытаний

Результат построения траектории движения на плоскости по географическим координатам с использованием масштабных коэффициентов (1.3) показан на рисунке 4.

На рисунке 5 показан результат сопоставления построенной траектории движения с картой местности maps.google.ru.

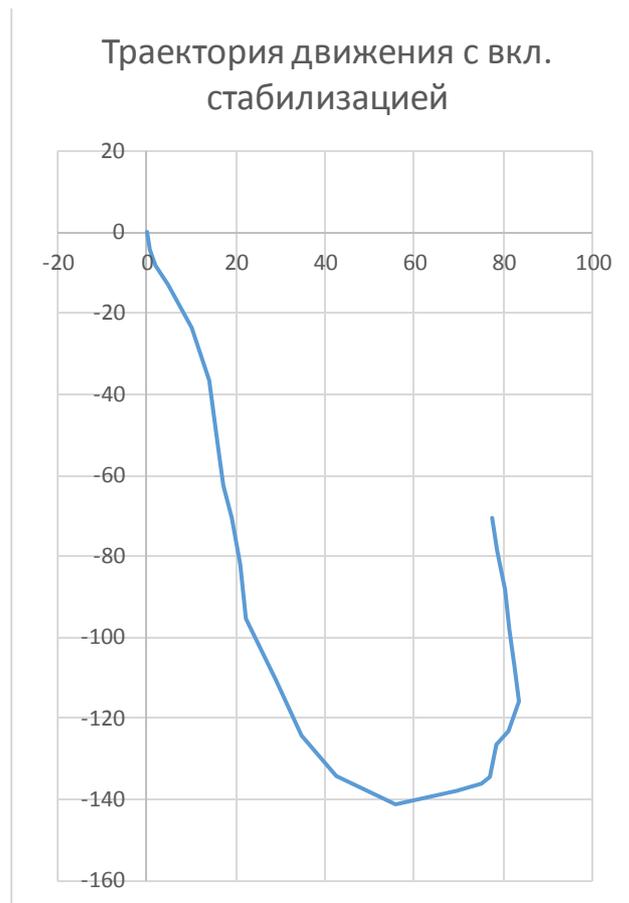


Рис. 4. Построение траектории движения на плоскости по географическим координатам

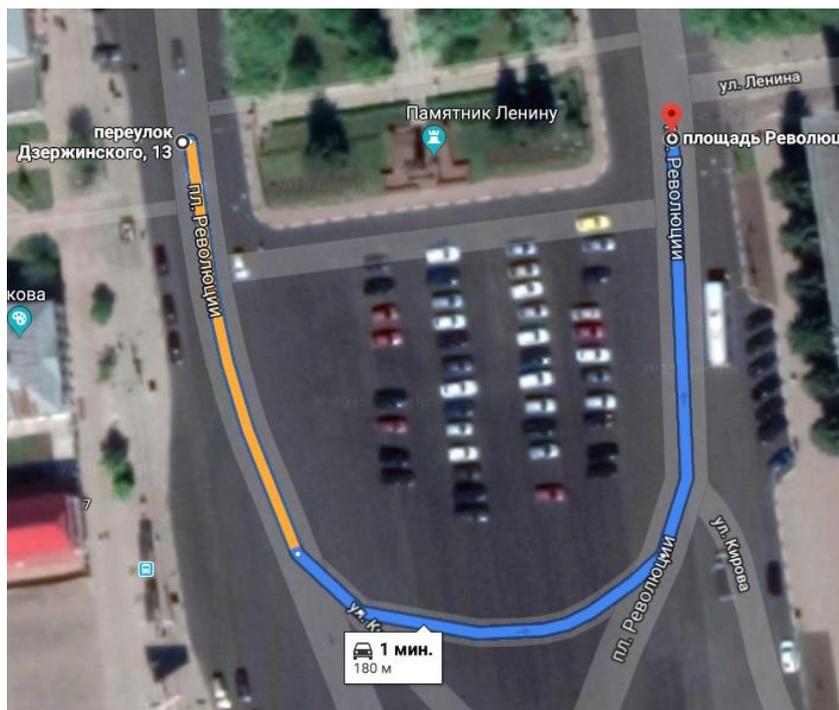


Рис. 5. Построение траектории движения на карте местности

Заезд №2 – проводился с выключенной системой стабилизации.

На рисунке 6 изображен обработанный график скорости движения автомобиля в функции времени в повороте с выключенной системой стабилизации.



Рис. 6. График скорости движения после обработки

Графики проекций ускорения в функции времени показаны на рис. 7.

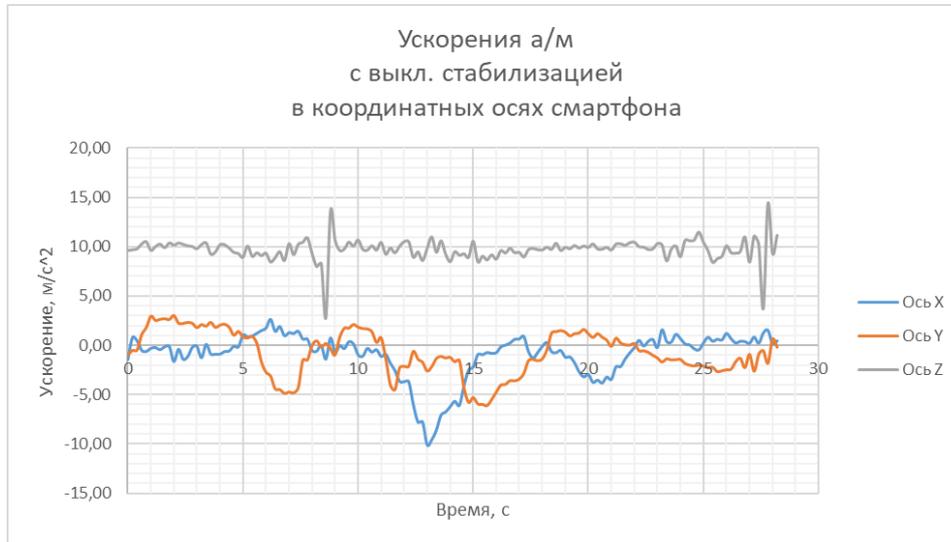


Рис. 7. Графики проекций ускорения в координатных осях смартфона

Дальнейшие действия проводятся аналогично, как и для 1-го заезда: определяем ориентацию смартфона относительно вектора ускорения свободного падения; с помощью матрицы поворота поворачиваем координатные оси смартфона до достижения состояния, при котором данные оси станут параллельны главным координатным осям автомобиля. [3]

Результаты пересчёта всех значений проекций ускорений представлены на рисунке 8.



Рис. 8. Графики проекций ускорения в координатных осях объекта испытаний

Результат построения траектории движения на плоскости по географическим координатам с использованием масштабных коэффициентов показан на рисунке 9.

На рисунке 10 показан результат сопоставления построенной траектории движения с картой местности maps.google.ru.

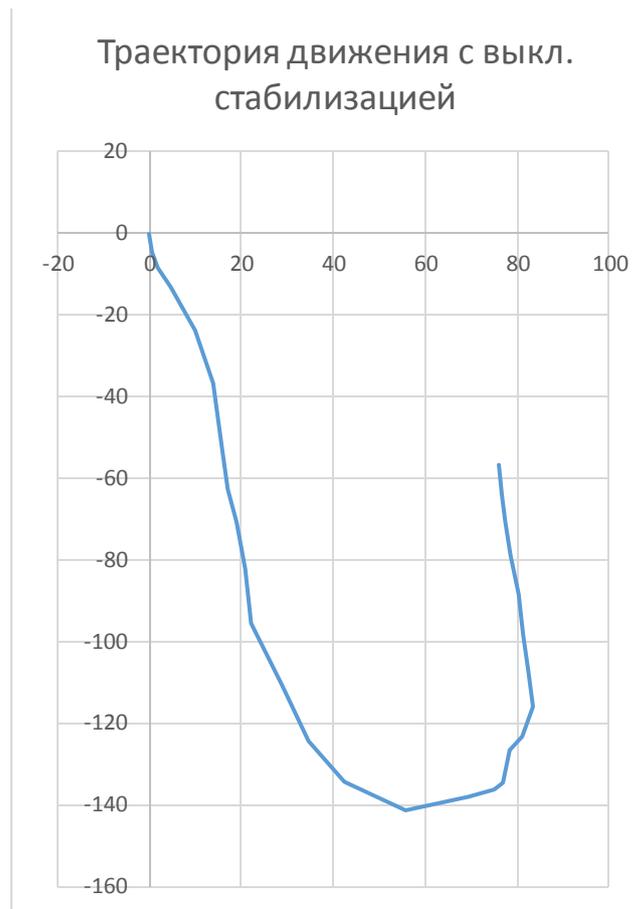


Рис. 9. Построение траектории движения на плоскости по географическим координатам

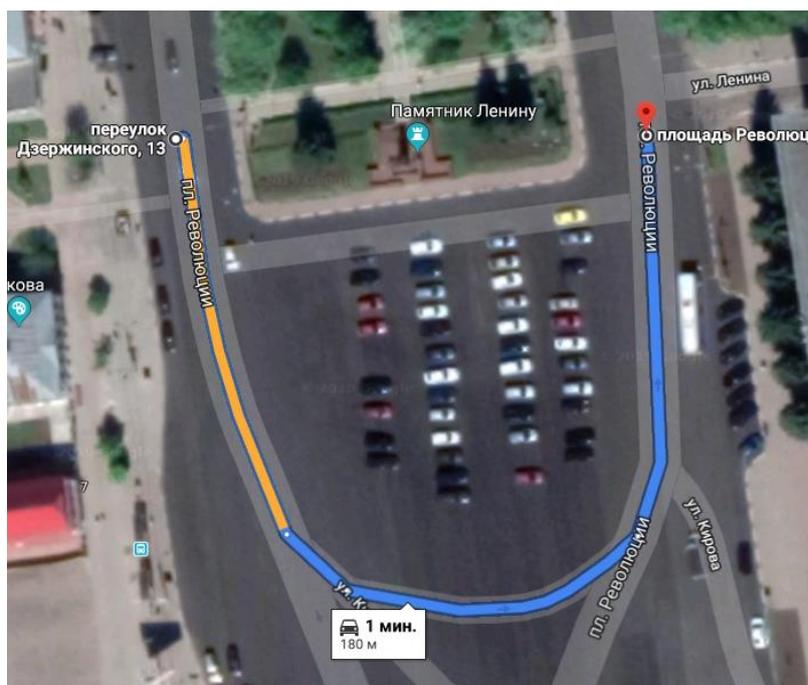


Рис. 10. Построение траектории движения на карте местности

Сопоставляем графики двух заездов скоростей движения автомобиля в функции времени при разгоне (рис. 11).

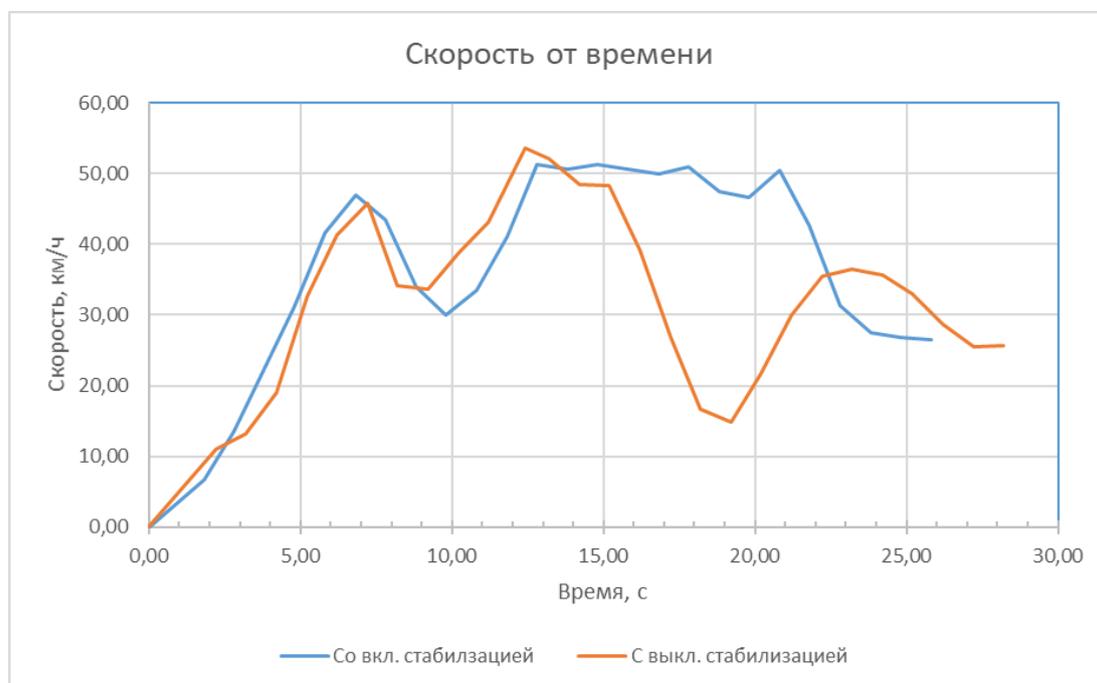


Рис. 11. Сравнение графиков скоростей двух заездов

Таким образом, результаты расчетов основных оценочных показателей при выполнении испытания по заданию приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Результаты расчетов оценочных показателей

Оценочный показатель	Испытание 1	Испытание 2
Скорость входа в поворот, км/ч	51,34	53,57
Средняя скорость в повороте, км/ч	50,12	37,10
Скорость выхода из поворота, км/ч	46,58	21,6
Максимальное значение бокового ускорения в повороте, м/с ²	9,54	10,1
Среднее значение бокового ускорения в повороте, м/с ²	6,07	2,84

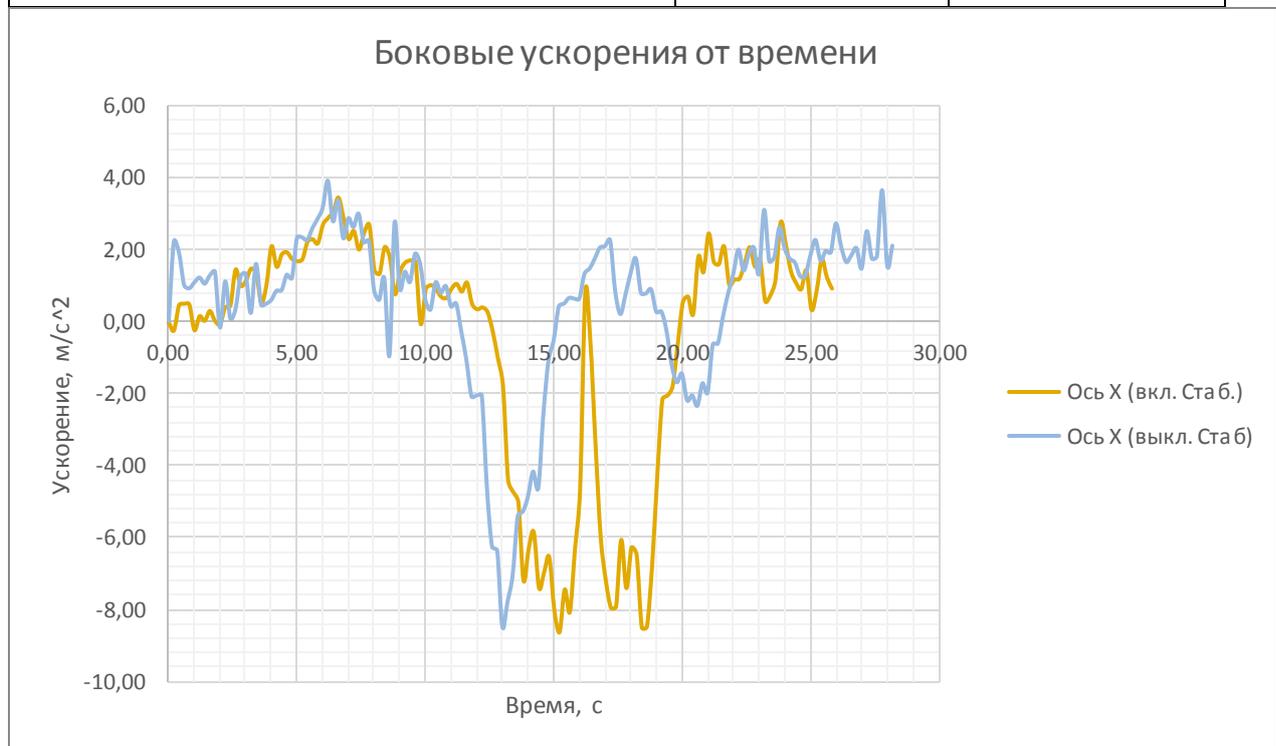


Рис. 12. Сравнение графиков боковых ускорений двух заездов

Выводы.

1. Проведены натурные испытания автомобиля Honda Civic с целью определить траекторию движения и показатели управляемости в повороте с включенной и выключенной системой стабилизации.

2. Выбраны и рассчитаны оценочные показатели для проведенного испытания: ускорения (продольное, боковое, вертикальное), долгота, широта, скорость движения по данным GPS/Glonass с соответствующими значениями;

3. Результаты, полученные в исследовательской части работы представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты расчетов оценочных показателей

Оценочный показатель	Испытание 1	Испытание 2
Скорость входа в поворот, км/ч	51,34	53,57
Средняя скорость в повороте, км/ч	50,12	37,10
Скорость выхода из поворота, км/ч	46,58	21,6
Максимальное значение бокового ускорения в повороте, м/с ²	8,62	8,49
Среднее значение бокового ускорения в повороте, м/с ²	5,20	1,38

Заключение

При проведении испытаний показателей управляемости автомобиля при прохождении крутого поворота с включенной, а затем с выключенной системой стабилизации было установлено, что на данном автомобиле включенная система стабилизации значительно влияет на скорость

прохождения поворота. Разница средней скорости 13 км/ч, что составляет (27%). На рис. 11 видно, что в заезде с включенной системой стабилизации скорость в повороте, практически, не изменяется, в то время как во втором испытании спустя 3 секунды от начала поворота скорость начинает снижаться и снижается до 14,76 км/ч, за счёт бокового увода управляемых колес, который, в заезде №1, предотвращает система стабилизации и позволяет сохранять максимально доступную сцепными свойствами скорость в повороте. Снижение средних боковых ускорений в повороте также говорит о том, что автомобилю для прохождения поворота приходится двигаться с меньшей скоростью. [4]

1. Система стабилизации позволяет рядовому водителю проходить повороты с большей скоростью, в то время как при её отсутствии скорость прохождения поворота значительным образом зависит от квалификации водителя, особенно на мокром покрытии (в частности, мокром асфальте), снегу или льду, где коэффициент сцепления с дорогой снижается.

2. Считаем, что качество полученных данных можно было бы улучшить с увеличением количества заездов.

Литература

1. Иванов А.М. Разработка дополнительных сервисов с использованием интерфейса Vehicle-to-Person (V2P) / А.М. Иванов, С.С. Шадрин // Автотранспортное предприятие. - 2014. - № 9. - С. 16-18.
2. Шадрин, С.С. Использование смартфонов в образовательном процессе МАДИ при проведении дорожных испытаний автотранспортных средств / С.С. Шадрин, А.М. Иванов // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 9: Межвуз. сб. науч. ст. / Волгоград: ВолгГТУ, 2014. - № 19 (146). - С. 81-85.
3. Shadrin, S.S. Usage of smartphones in the education process of madi during vehicle road tests conduction / S.S. Shadrin, A.M. Ivanov, V. M. Prihodko // Modern Applied Science. - 2015. - Vol. 9, No. 1. - P. 83-88.
4. Литвинов, А.С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. - М.: Машиностроение, 1989. - 240 с.: ил.

References

1. Ivanov A.M., SHadrin S.S. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2014, no 9, pp. 16-18.
2. SHadrin S.S., Ivanov A.M. *Izvestiya VolgGTU. Seriya «Nazemnye transportnye sistemy»*. Vyp. 9: *Mezhvuz. sb. nauch. st.*, 2014, no 19 (146), pp. 81-85.
3. Shadrin S.S., Ivanov A.M., Prikhodko V. M. Usage of smartphones in the education process of madi during vehicle road tests conduction // *Modern Applied Science*. - 2015. - Vol. 9, No. 1. - P. 83-88.
4. Litvinov A.S., Farobin YA.Ye. *Avtomobil': teoriya ekspluatatsionnykh svoystv* (Car: theory of operational properties), **Moscow**, Mashinostroyeniye, 1989, 240 p.