https://doi.org/10.53587/25792865-2022.7-110

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ВСТРЕЧНОГО СТОЛКНОВЕНИЯ ДВУХ АВТОМОБИЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ PC-CRASH

БОЧАРОВ Т.А.

Северо-Западный региональный центр судебной экспертизы Минюста России, г.Санкт-Петербург, Россия

PC-CRASH – это программное обеспечение, которое широко используется во всём мире в реконструкции дорожно-транспортных происшествий. Целью данной статьи является обзор возможностей PC-CRASH, его точности и надёжность для исследования встречного столкновения автомобилей. Приведён пример из практики государственных экспертов судебно-экспертных учреждений Минюста России, который показал, что техника реконструкции дорожно-транспортных происшествий значительно эволюционировала и достигла высокого уровня развития. Рассмотренная при этом реконструкция показала свою достоверность и отличную визуализацию, в том числе при производстве комплексных экспертиз: криминалистической экспертизы видеозаписей и автотехнической. Эта обзорная работа предназначена для ознакомления экспертов-автотехников с возможностями, которые появляются при проведении исследования механизма дорожно-транспортных происшествий с помощью программы PC-CRASH.

Ключевые слова: *PC-CRASH, программное обеспечение, дорожно-транспортное происшествие, судебная экспертиза, компьютерное моделирование.*

Задачи исследования дорожно-транспортных происшествий (далее ДТП), как правило, отличаются исключительной сложностью и информационной ёмкостью. Эксперту требуется оценить различные аспекты состояния и поведения при ДТП водителей, пешеходов, транспортных средств, состояния участка дороги, связав их в общую формулу развития исходной дорожной ситуации, предшествующей ДТП. Выполнение любого, даже самого типичного для экспертной практики, исследования часто требует привлечения больших массивов правовых, организационных, технических, нормативных данных, разнообразных математических и алгоритмических средств.

Как показывает мировая и российская практика, задача всестороннего и глубокого исследования с эффективным результатом при производстве автотехнической экспертизы может быть решена только с применением системно-ориентированных, автоматизированных технологий анализа.

Данная статья посвящена современным информационным технологиям в прикладном ключе, а именно технологиям реконструкции механизма развития дорожно-транспортного происшествия с использованием компьютерной программы PC-CRASH, которая широко

Адрес для корреспонденции: Бочаров Тимофей Алексеевич, ведущий государственный судебный эксперт ФБУ СЗРЦСЭ Минюста России, Россия 191104. г. Санкт Петербург, ул. Некрасова, 8-10, телефон: +7(911)945-15-96, e-mail: bocharovta@mail.ru

используется при реконструкции дорожно-транспортных происшествий в экспертном сообществе.

Современный пакет программ PC CRASH — это сложный лицензионный продукт, предназначенный для экспертизы сложных ситуаций на дороге, симуляции деформаций транспортных средств и людей – участников ДТП, в том числе грузовых и легковых автомобилей, мотоциклов, пешеходов, водителей и пассажиров [1].

В качестве примера можно привести моделирование встречного столкновения двух легковых автомобилей с использованием результатов анализа видеозаписи, на которой отображены обстоятельства ДТП.

Построение цифровой модели дорожного происшествия в формате данных программного комплекса PC-CRASH с расчётом параметров и визуализацией перемещения объектов позволило решить задачу о причинах ДТП (с технической точки зрения) и оценки наличия у участников происшествия возможности его избежать [2].

Установление угла взаимного расположения транспортных средств

В рамках транспортно-трасологической диагностики угол взаимного расположения определяют по деформациям на транспортных средствах, принимая, что за короткое время образования деформаций и гашения относительной скорости сближения продольные оси транспортного средства (далее ТС) не успевают заметно изменить своего направления и будут расположены под тем же углом, что и в момент первоначального контакта [3,4].

Повреждения автомобилей приведены на рис. 1-3.



Рис.1



Рис.2



Рис.3

Эксперт-автотехник, проводя исследование, определил, что первичный контакт при столкновении имел место между передними частями автомобилей «ВАЗ-2105» и «Рено-Логан»,

при перекрытии их передних частей примерно 1,3 м и при первичном контакте угол между продольными осями автомобилей составлял примерно 15°.

Расположение места столкновения

Момент столкновения запечатлен в кадре видеозаписи. Увеличенный фрагмент этого кадра был исследован экспертом в программе «PC-Crash» (рис. 4). Как показало комплексное исследование видеозаписи и вещно-следовой обстановки на месте ДТП (рис. 5) в момент столкновения проекция пятна контакта правого переднего колеса автомобиля «ВАЗ-2105» располагалась на границе обочины. Расположение автомобиля «Рено Логан» определялось в соответствии с характером повреждений ТС [5,6].

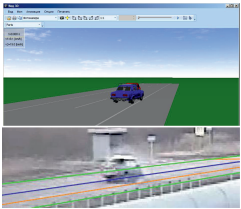


Рис. 4. Расположение ТС в момент столкновения (верхний рисунок-3D-вид из моделирования, нижний рисунок - кадр из видеозаписи)



Рис. 5. Общий вид места ДТП в направлении движения «ВАЗ-2105».

Скорость автомобилей по видеозаписи

Первый и последний кадры видеозаписи приведены на рис. 6.



Рис. 6. Первый (слева) и последний (справа) кадры видеозаписи

Средняя скорость движения автомобилей вычислялась как отношение расстояния, пройденного автомобилями от кадра к кадру, ко времени, полученного как разность номеров кадров, умноженную на среднее время демонстрации кадра [рис.7]. Погрешность вычисления средней скорости, обусловленная погрешностью вычисления расстояний, сопоставима с погрешностью вычисления средней скорости, обусловленной погрешностью вычисления времени и растёт с уменьшением разности кадров, на которых вычислено расстояние между положениями автомобилей.



Рис. 7. Последовательные кадры видеозаписи. Положение автомобилей в последовательных кадрах отмечено вертикальной линией.

Учитывая неравномерность перемещения объектов, обусловленную неравномерностью распределения фактических фреймов по времени в видеозаписи, и размеры объектов в пикселях, интервалы значения средней скорости автомобилей, определенной методами криминалистической экспертизы видеозаписи составляют:

для автомобиля Рено Логан: $V_{ср}$ = **[61 .. 77] (км/ч);**

для автомобиля Форд: $V_{ср}$ = **[87 ... 102] (км/ч).**

Расчёт столкновения и дальнейшего перемещения ТС

Расчёт движения ТС на различных фазах происшествия устанавливается математическим моделированием механизма события с использованием программы «PC CRASH».

Основными критериями адекватности выполняемого при помощи этой компьютерной программы моделирования истинному механизму ДТП являются:

1. Соответствие расчетных траекторий движения автотранспортных средств соответствующим следам, образовавшимся на месте ДТП и видеозаписи, фиксирующей событие данного ДТП.
2. Соответствие полученных путем моделирования конечных положений автотранспортных средств их положениям, восстановленным на масштабном чертеже на основе данных схемы ДТП и фотографий.
3. Соответствие полученного путем моделирования механизма ДТП характерным повреждениям автотранспортных средств.

Расчёт движения ТС выполняется в динамическом режиме. Динамический расчётный режим рассматривает реальное движение ТС с учётом действия внешних сил и управляющих воздействий. Расчёт выполняется пошагово, положение подвижных объектов рассчитывается через заданные промежутки времени (15..300 мс). Результаты расчета представляются в табличном виде, в виде масштабных изображений на плоскости и 3D-виде.

Результаты расчёта столкновения автомобилей «Рено Логан» и «ВАЗ-2105», их перемещения к конечным положениям приведены на рис. 8, а именно: изображены силуэты автомобилей «Рено Логан» и «ВАЗ-2105» в позиции столкновения (максимального внедрения) и их конечном положении.

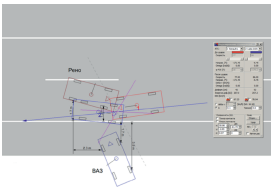


Рис. 8. Результаты моделирования столкновения

На рисунках 9, 10 представлено сравнение исследуемой видеозаписи и 3D-анимации смоделированного столкновения:

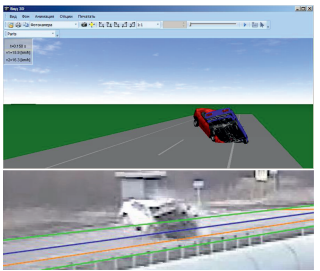


Рис. 9. Расположение ТС через 150 мс, (верхний рисунок-3D-вид из моделирования, нижний рисунок- кадр из видеозаписи)



Рис. 10. Расположение ТС через 150 мс, (верхний рисунок-3D-вид из моделирования, нижний рисунок- кадр из видеозаписи)

Построение цифровой модели моделирования столкновения автомобилей «Рено Логан» и «ВАЗ-2105» позволили эксперту сделать следующие выводы:

- непосредственно перед столкновение автомобиль «Рено Логан» двигался со скоростью примерно 77 км/ч с отклонением влево. Такие параметры движения автомобиля «Рено Логан» непосредственно перед столкновением объективно указали на то, что водитель этого автомобиля торможения не применял, так как на предыдущем участке (как было установлено по видеозаписи) средняя скорость движения автомобиля «Рено Логан» составляла от 61 до 77 км/ч. Установленное по видеозаписи боковое скольжение автомобиля «Рено Логан» возникло при резком повороте рулевого колеса. В случае, если бы водитель автомобиля «Рено Логан» применил только торможение, то средняя скорость данного автомобиля до столкновения была бы более 77 км/ч;

- непосредственно перед столкновением автомобиль «ВАЗ-2105» двигался со скоростью примерно 86 км/ч с отклонением вправо, что объясняется вероятными действиями водителя этого автомобиля – маневром вправо с целью избежать встречное столкновения с автомобилем «Рено Логан». Такие параметры движения автомобиля «ВАЗ-2105» объективно указывают на то, что водитель этого автомобиля применил торможение, так как средняя скорость до столкновения составляла 86...121 км/ч;

Выполненное компьютерное моделирование позволило расширить выводы исследования видеоизображений и сделать вывод о том, что занос автомобиля «Рено Логан» возник при

недостаточном поперечном сцеплении шин с дорогой при резком повороте рулевого колеса водителем.

Таким образом, в сложившейся дорожно-транспортной ситуации причиной потери устойчивости автомобиля «Рено Логан» были действия водителя этого автомобиля – резкий поворот руля на скорости 77 км/ч.

Во время моделирования возникли трудности с точным воссозданием подъёма задней части кузова автомобиля «ВАЗ-2105», т.е. во время первоначального моделирования задняя часть автомобиля не могла быть поднята в соответствующее положение. Как было установлено элементы подвески автомобиля «ВАЗ-2105», участвовавшего в аварии, были сильно изношены. С экспертной точки зрения существует вероятность того, что амортизаторы задней оси работали не так, как предполагалось. Программа PC-CRASH позволяет пользователю самостоятельно определить параметры подвески и после снижения коэффициента демпфирования амортизаторов задней оси подъём задних частей автомобилей при моделировании совпал с видеозаписью.

И в конечном итоге, формулируя выводы, следует заключить, что: в

- во-первых, приведенный пример из экспертной практики показал, что техника реконструкции дорожно-транспортных происшествий, основанная на компьютерном моделировании, значительно эволюционировала и достигла высокого уровня развития;
- во-вторых, сравнительный анализ результатов исследований видеозаписи и результатов компьютерного моделирования показали хорошую точность выполненных при помощи компьютерной программы PC-CRASH расчетов столкновений и движения автотранспортных средств;
- в-третьих, объединение возможностей методик исследования видеозаписей и методик моделирования происшествия позволяет комплексно и максимально эффективно решать задачу реконструкции механизма дорожно-транспортного происшествия.

Таким образом, проведенная валидация PC-CRASH показывает, что при правильном использовании эта компьютерная программа является бесценным инструментом расследования дорожно-транспортных происшествий.

Список литературы

1. Руководство пользователя компьютерной программы PC Crash 11.1. Dr. Steffan Datentechnik GmbH, 2017.
2. Петров С.М. Обстоятельства изготовления цифрового изображения как предмет экспертного исследования // Развитие новых видов и направлений судебной экспертизы: материалы Всероссийского семинара – ФБУ Южный РЦСЭ Минюста России. Ростов-на-Дону, 2011.
3. Транспортно-трасологическая экспертиза по делам о ДТП (диагностические исследования): Метод. пособ. для экспертов, следователей и судей / Под ред. Ю.Г. Корухова. М.: ИПК РФЦСЭ, 2006. – Часть. 1.
4. Транспортно-трасологическая экспертиза по делам о ДТП (диагностические исследования): Метод. пособ. для экспертов, следователей и судей / Под ред. Н.М. Кристи. М.: ИПК РФЦСЭ, 2006. – Часть. 2.
5. Каганов А.Ш. Средства фоно- и видеотехники как источник доказательственной информации //

Вещественные доказательства. Информационные технологии процессуального доказывания. М., Норма, 2002.

6. Определение по видеозаписям, фиксирующим событие дорожно-транспортного происшествия, положения и параметров движения его участников. М.: РФЦСЭ, 2016.

INVESTIGATION OF THE RECONSTRUCTION OF AN ONCOMING COLLISION OF TWO CARS USING THE PC-CRASH COMPUTER PROGRAM

BOCHAROV T.A.

PC-CRASH is a software that is widely used worldwide in the reconstruction of road accidents. The purpose of this article is to review the capabilities of PC-CRASH, its accuracy and reliability for the study of oncoming car collisions. An example is given from the practice of state experts of forensic institutions of the Ministry of Justice of Russia, which showed that the technique of reconstruction of road accidents has evolved significantly and has reached a high level of development. The reconstruction considered at the same time showed its reliability and excellent visualization, including in the production of complex examinations: forensic examination of video recordings and automotive. This review work is intended to familiarize automotive experts with the possibilities that appear when conducting a study of the mechanism of road accidents using the PC-CRASH program.

Keywords: *PC-CRASH, software, road traffic accident, forensic expertise, computer simulation.*

ԵՐԿՈՒ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ՀԱՆԴԻՊԱԿԱԾ ԲԱԽՄԱՆ ՎԵՐԿԱՆԳՆՄԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ PC-CRASH ՀԱՄԱԿԱՐԳԱՉԱՅԻՆ ԾՐԱԳՐԻ ՕԳՆՈՒԹՅԱՄԲ

Բոչարով Տ.Ա.

PC-CRASH-ը համակարգչային ծրագիր է, որն ամբողջ աշխարհում լայնորեն կիրառվում է ճանապարհատրանսպորտային պատահարների վերականգնման նպատակով: Սույն հոդվածի նպատակն է PC-CRASH-ի հնարավորությունների ամփոփումը: Հոդվածում օրինակ է բերված Ռուսաստանի Դաշնության արդարադատության նախարարության դատավճռաբանական պետական հատառատությունների փորձագետների պրակտիկայից, որով ցույց է տրվում, որ ճանապարհատրանսպորտային պատահարների վերականգնումը էականորեն էվոլյուցիա է ենթարկվել՝ հասնելով զարգացման բարձր մակարդակի: Բացի այդ, վերականգնման դիտարկումը ցույց է տվել իր հուսալիությունն ու գերազանց պատկերավորությունը, այդ թվում՝ համալիր փորձաքննությունների կատարման դեպքում: Այս ամփոփիչ հոդվածը նախատեսված է փորձագետ-ավտոտեխնիկներին ծանոթացնել այնպիսի հնարավորությունների հետ, որոնք առաջանում են PC-CRASH ծրագրի օգտագործմամբ ճանապարհատրանսպորտային պատահարների մեխանիզմի հետազոտության ընթացքում:

Բանալի բառեր. *PC-CRASH, ծրագրային ապահովում, ճանապարհատրանսպորտային պատահար, դատական փորձաքննություն, համակարգչային մոդելավորում:*

Статья поступила: 05.04.2022
Принята к печати:07.06.2022