

DOI 10.15593/24111678/2017.04.09

УДК 656.11.085

Н.А. Филатова

Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО ПЕРЕСЕКАЮЩИМСЯ ТРАЕКТОРИЯМ

Тема статьи относится к безопасности дорожного движения, касающейся движения транспортных средств по пересекающимся траекториям. Среди множества видов пересечений траекторий движения наиболее сложными для исследования являются ситуации, когда транспортные средства движутся по траекториям, пересекающимся под тупым углом. Такие случаи могут возникать при проведении экспертизы дорожно-транспортных происшествий (ДТП), служебного расследования ДТП, моделирования дорожного движения. Задачи судебной автотехнической экспертизы в большинстве случаев сводятся к нахождению величины остановочного пути.

Рассматривается движение транспортных средств, движущихся по траекториям, пересекающимся под тупым углом. Оценивается возможность возникновения дорожно-транспортного происшествия. Определены начальные условия при моделировании движения транспортных средств, движущихся по пересекающимся траекториям. За начальный взят момент времени, когда второе транспортное средство попадает в поле зрения водителя первого транспортного средства. Считаем, что в момент возникновения опасной ситуации первое транспортное средство продолжает движение с постоянной скоростью, а второе движется прямолинейно и равномерно, но останавливается в момент касания.

Определены начальная скорость, величина остановочного пути второго транспортного средства с учетом габаритных размеров транспортных средств. Установлены отрезок времени, на котором второе транспортное средство будет являться препятствием для первого, условия, при которых касание двух транспортных средств обязательно произойдет, и взаимное расположение транспортных средств на дороге в случае их касания.

Ключевые слова: движение транспортных средств, безопасность движения, минимально безопасное расстояние, дорожно-транспортное происшествие, опасная ситуация, начальная скорость, остановочный путь.

N.A. Filatova

Ural State Forestry Engineering University,
Ekaterinburg, Russian Federation

MODELING OF THE MOVEMENT OF THE VEHICLES MOVING ON CROSSED TRAJECTORIES

The subject of the paper covers traffic safety concerning the movement of vehicles on crossed trajectories. Among a great number of types of crossings of motion paths situations the most difficult for research are those when vehicles move on the trajectories which are crossed at obtuse angle. Such cases can arise when carrying out examination of road accidents (RA), office investigation of road accidents, traffic modeling. The problems of court automotive engineering expertise are in most cases reduced to finding of size of a stopping way.

In the paper the movement of vehicles moving on the trajectories crossed at an obtuse angle is considered. The possibility of a road accident has been estimated. Entry conditions when modeling the movement of the vehicles moving on the crossed trajectories have been defined. The time point when the second vehicle comes into the field of view of the first vehicle's driver is taken as an initial time point. It is deemed that at the near-accident time the first vehicle continues moving with a constant speed, and the second vehicle moves rectilinearly, but stops at the time of a contact.

In the article the initial speed and the length of a stopping way of the second vehicle taking into account overall dimensions of vehicles are determined. The period of time on which the second vehicle will be an obstacle for the first one, the conditions under which the contact of two vehicles will definitely occur and the spacing of the vehicles on the road in case of their contact have been defined as well.

Keywords: movement of vehicles, traffic safety, minimal safe distance, road accident, dangerous situation, initial speed, stopping way.

При моделировании движения транспортных средств необходимо учитывать, под каким углом происходит пересечение их траекторий.

Исследованием движения транспортных средств по пересекающимся траекториям занимались многие авторы [1–8]. Наиболее известными из них являются В.А. Иларионов, Ю.Б. Суворов, Б.Е. Боровский, С.А. Евтюков [9–13]. Среди множества видов пересечений траекторий движения одними из сложных для исследования являются ситуации, когда транспортные средства движутся по траекториям, пересекающимся под тупым углом [14–16].

Пусть транспортные средства $ТС_1$ и $ТС_2$ движутся по дорогам, пересекающимся под тупым углом (рис. 1).

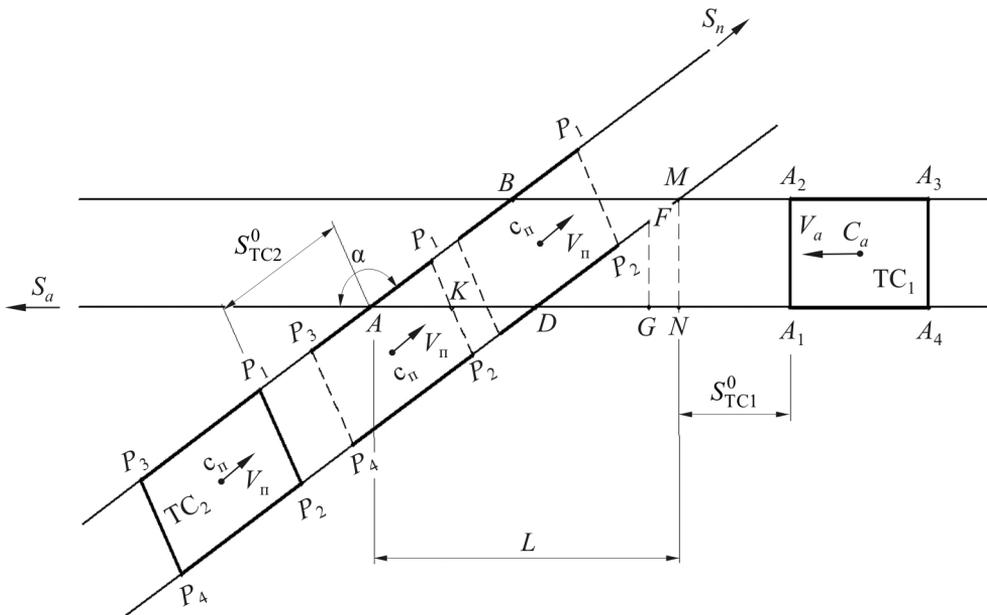


Рис. 1. Схема движения $ТС_1$ и $ТС_2$

За начальный момент времени (момент возникновения опасной ситуации) $t_0 = 0$ возьмем тот, когда ТС₂ попадает в поле зрения водителя ТС₁.

Считаем, что после возникновения опасной ситуации, т.е. для $t > t_0 = 0$, ТС₁ продолжает движение с постоянной скоростью

$$V_{ТС1}^0 = \text{const},$$

т.е. водитель ТС₁ в момент возникновения опасной ситуации не применяет экстренного торможения и ТС₁ движется прямолинейно, равномерно, а ТС₂ движется прямолинейно и равнозамедленно.

Такие ситуации могут возникать, когда второе транспортное средство выезжает с прилегающей территории, и на перекрестках со сложной конфигурацией.

Под углом α будем понимать угол между векторами скоростей ТС₁ и ТС₂.

Считаем, что расстояние $S_{ТС2}^0$ от ТС₂ до точки A известно.

Определение 1. Если ТС₂ остановится левым передним углом в точке A , то начальная скорость ТС₂ будет равна

$$V_{ТС2}^0 = \sqrt{2S_{ТС2}^0 \cdot j_{ТС2}},$$

где $V_{ТС2}^0$ – начальная скорость ТС₂; $j_{ТС2}$ – замедление ТС₂ в данных дорожных условиях.

Время, которое потребуется для остановки ТС₂, будет равно

$$t_{\text{ост}}^{ТС2} = \sqrt{\frac{2S_{ТС2}^0}{j_{ТС2}}}.$$

В этом случае ТС₁ и ТС₂ коснутся друг друга корпусами и могут получить незначительные повреждения в виде царапин и небольших вмятин.

Если начальная скорость ТС₂ будет удовлетворять неравенству

$$V_{ТС2}^0 < \sqrt{2S_{ТС2}^0 \cdot j_{ТС2}},$$

то ТС₂ остановится, не доезжая до точки A левым передним углом своего корпуса, следовательно, касания ТС₁ и ТС₂ не произойдет.

Определение 2. Будем говорить, что ТС₁ и ТС₂ столкнутся в точке K в момент времени

$$\tilde{t} \in \left[\max \{ \tau_1^*, \tau_2^* \}; \min \{ \tau_1^{**}, \tau_2^{**} \} \right] = \left[\tau_1^*, \tau_1^{**} \right] \cap \left[\tau_2^*, \tau_2^{**} \right] \neq \emptyset \tilde{t},$$

если выполняются условия

$$\begin{aligned} S_{\text{ТС1}}^0 + \overline{KN} &= S_{\text{ТС1}}, \\ \Delta V(\tilde{t}) &= V_{\text{ТС1}} + V_{\text{ТС2}} \neq 0. \end{aligned}$$

Будем считать, что в момент касания в точке K ТС₂ остановится, т.е. $V_{\text{ТС2}} = 0$.

Путь пройденный до момента касания в точке K $S_{\text{ТС2}}$ будет равен

$$S_{\text{ТС2}} = S_{\text{ТС2}}^0 + \overline{AK},$$

где

$$\overline{AK} = \frac{\overline{P_1K}}{\sin \alpha};$$

$\overline{P_1K}$ – расстояние от левого переднего угла ТС₂ до места удара.

Тогда начальная скорость ТС₂ будет равна

$$V_{\text{ТС2}}^0 = \sqrt{2 \left(S_{\text{ТС2}}^0 + \frac{\overline{P_1K}}{\sin \alpha} \right) \cdot j_{\text{ТС2}}}.$$

Время, которое потребуется для остановки ТС₂, будет равно

$$t_{\text{ост}}^{\text{ТС2}} = \sqrt{\frac{2 \left(S_{\text{ТС2}}^0 + \frac{\overline{P_1K}}{\sin \alpha} \right)}{j_{\text{ТС2}}}}.$$

В этом случае ТС₁ и ТС₂ соприкоснутся на отрезке между точками A и D левым передним углом TC_1 (точка A_1) с передней частью ТС₂ (отрезок $\overline{P_1P_2}$).

Определение 3. Будем говорить, что ТС₁ и ТС₂ столкнутся в точке D в момент времени

$$\tilde{t} \in \left[\max \{ \tau_1^*, \tau_2^* \}; \min \{ \tau_1^{**}, \tau_2^{**} \} \right] = \left[\tau_1^*, \tau_1^{**} \right] \cap \left[\tau_2^*, \tau_2^{**} \right] \neq \emptyset \tilde{t},$$

если выполняются условия

$$S_{TC1}^0 + \overline{DN} = S_{TC1},$$

$$\Delta V(\tilde{t}) = V_{TC1} + V_{TC2} \neq 0.$$

Будем считать, что в момент касания в точке D TC_2 остановится, т.е. $V_{TC2} = 0$.

Путь, пройденный до момента касания в точке D , S_{TC2} будет равен

$$S_{TC2} = S_{TC2}^0 + \overline{AD},$$

где

$$\overline{AD} = \frac{a_{TC2}}{\sin \alpha}.$$

Тогда начальная скорость TC_2 будет равна

$$V_{TC2}^0 = \sqrt{2(S_{TC2}^0 + \frac{a_{TC2}}{\sin \alpha}) \cdot j_{TC2}}.$$

Время, которое потребуется для остановки TC_2 , будет равно

$$t_{ост}^{TC2} = \sqrt{\frac{2(S_{TC2}^0 + \frac{a_{TC2}}{\sin \alpha})}{j_{TC2}}}.$$

В этом случае касание TC_1 и TC_2 произойдет в точке D левым передним углом TC_1 (точка A_1) с правым передним углом TC_2 (точка P_2).

Определение 4. Будем говорить, что TC_1 и TC_2 столкнутся в точке F в момент времени

$$\tilde{t} \in [\max\{\tau_1^*, \tau_2^*\}; \min\{\tau_1^{**}, \tau_2^{**}\}] = [\tau_1^*, \tau_1^{**}] \cap [\tau_2^*, \tau_2^{**}] \neq \emptyset \tilde{t},$$

если выполняются условия

$$S_{TC1}^0 + \overline{GN} = S_{TC1},$$

$$\Delta V(\tilde{t}) = V_{TC1} + V_{TC2} \neq 0.$$

Будем считать, что в момент касания в точке F TC_2 остановится, т.е. $V_{TC2} = 0$.

Путь пройденный до момента касания в точке F , S_{TC_2} будет равен

$$S_{TC_2} = S_{TC_2}^0 + \overline{AD} + \overline{DF},$$

где

$$\overline{DF} = \frac{\overline{A_1F}}{\sin \alpha};$$

$\overline{A_1F}$ – расстояние от левого переднего угла TC_1 до места удара.

Тогда начальная скорость TC_2 будет равна

$$V_{TC_2}^0 = \sqrt{2(S_{TC_2}^0 + \frac{a_{TC_2}}{\sin \alpha} + \frac{\overline{A_1F}}{\sin \alpha}) \cdot j_{TC_2}}.$$

Время, которое потребуется для остановки TC_2 , будет равно

$$t_{ост}^{TC_2} = \sqrt{\frac{2(S_{TC_2}^0 + \frac{a_{TC_2}}{\sin \alpha} + \frac{\overline{A_1F}}{\sin \alpha})}{j_{TC_2}}}.$$

В этом случае касание TC_1 и TC_2 произойдет на отрезке между точками D и M передней частью TC_1 (отрезок $\overline{A_1A_2}$) с передним углом TC_2 (точка P_2).

Определение 5. Будем говорить, что TC_1 и TC_2 столкнутся в точке M в момент времени

$$\tilde{t} \in [\max\{\tau_1^*, \tau_2^*\}; \min\{\tau_1^{**}, \tau_2^{**}\}] = [\tau_1^*, \tau_1^{**}] \cap [\tau_2^*, \tau_2^{**}] \neq \emptyset \tilde{t},$$

если выполняются условия

$$\overline{A_1N} = S_{TC_1},$$

$$\Delta V(\tilde{t}) = V_{TC_1} + V_{TC_2} \neq 0.$$

Будем считать, что в момент касания в точке M TC_2 остановится, т.е. $V_{TC_2} = 0$.

Путь, пройденный до момента касания в точке M , S_{TC_2} будет равен

$$S_{TC_2} = S_{TC_2}^0 + \overline{AD} + \overline{DM} + \overline{P_2M},$$

где $\overline{P_2M}$ – расстояние от правого переднего угла TC_2 до места удара.

Тогда начальная скорость ТС₂ будет равна

$$V_{\text{ТС2}}^0 = \sqrt{2(S_{\text{ТС2}}^0 + \frac{a_{\text{ТС2}}}{\sin \alpha} + \frac{a_{\text{ТС1}}}{\sin \alpha} + \overline{P_2M}) \cdot j_{\text{ТС2}}}.$$

Время, которое потребуется для остановки ТС₂, будет равно

$$t_{\text{ост}}^{\text{ТС2}} = \sqrt{\frac{2(S_{\text{ТС2}}^0 + \frac{a_{\text{ТС2}}}{\sin \alpha} + \frac{a_{\text{ТС1}}}{\sin \alpha} + \overline{P_2M})}{j_{\text{ТС2}}}}.$$

В этом случае касание ТС₁ и ТС₂ произойдет правым передним углом ТС₁ (точка A_2) с правой стороной ТС₂ (отрезок $\overline{P_2P_4}$).

В случае когда начальная скорость ТС₂ будет равна

$$V_{\text{ТС2}}^0 = \sqrt{2(S_{\text{ТС2}}^0 + \frac{a_{\text{ТС2}}}{\sin \alpha} + \frac{a_{\text{ТС1}}}{\sin \alpha} + l_{\text{ТС2}}) \cdot j_{\text{ТС2}}},$$

время, которое потребуется для остановки ТС₂, будет равно

$$t_{\text{ост}}^{\text{ТС2}} = \sqrt{\frac{2(S_{\text{ТС2}}^0 + \frac{a_{\text{ТС2}}}{\sin \alpha} + \frac{a_{\text{ТС1}}}{\sin \alpha} + l_{\text{ТС2}})}{j_{\text{ТС2}}}}.$$

В этом случае ТС₁ и ТС₂ соприкоснутся корпусами и могут получить незначительные повреждения в виде царапин и небольших вмятин.

Определение 6. В момент времени τ_2^{**} ТС₂ покинет параллелограмм $ABDM$, пройдя путь $S_{\text{ТС2}}^{(1)}$, определенный равенством

$$S_{\text{ТС2}}^{(1)} = S_{\text{ТС2}}^0 + \frac{a_{\text{ТС2}}}{\sin \alpha} + \frac{a_{\text{ТС1}}}{\sin \alpha} + l_{\text{ТС2}}.$$

Тогда начальная скорость ТС₂ будет определена неравенством

$$V_{\text{ТС2}}^0 > \sqrt{2(S_{\text{ТС2}}^0 + \frac{a_{\text{ТС2}}}{\sin \alpha} + \frac{a_{\text{ТС1}}}{\sin \alpha} + l_{\text{ТС2}}) \cdot j_{\text{ТС2}}}.$$

В этом случае касания ТС₁ и ТС₂ не произойдет.

Следовательно, когда начальная скорость TC_2 определена неравенством

$$\sqrt{2S_{TC2}^0 \cdot j_{TC2}} \leq V_{TC2}^0 \leq \sqrt{2(S_{TC2}^0 + \frac{a_{TC2}}{\sin \alpha} + \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha} + l_{TC2}) \cdot j_{TC2}},$$

в момент времени $[\tau_2^*, \tau_2^{**}]$ TC_1 и TC_2 касание обязательно произойдет.

В заключение сформулируем следующие выводы:

1. При описании движения транспортных средств по пересекающимся траекториям аналитически не описывается движение транспортных средств, траектории которых пересекаются под тупым углом.

2. При математическом моделировании движения транспортных средств по траекториям, пересекающимся под тупым углом, необходимо учитывать геометрические параметры транспортных средств.

3. Получена математическая модель движения двух транспортных средств, позволяющая определить начальную скорость и величину остановочного пути второго автомобиля, в случае когда первое транспортное средство движется с постоянной скоростью, а второе движется равнозамедленно.

4. Получено выражение начальной скорости TC_2

$$\sqrt{2S_{TC2}^0 \cdot j_{TC2}} \leq V_{TC2}^0 \leq \sqrt{2(S_{TC2}^0 + \frac{a_{TC2}}{\sin \alpha} + \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha} + l_{TC2}) \cdot j_{TC2}},$$

при котором касание TC_1 и TC_2 в момент времени $[\tau_2^*, \tau_2^{**}]$ обязательно произойдет.

Список литературы

1. Транспортно-трасологическая экспертиза по делам о дорожно-транспортных происшествиях / под ред. Ю.Г. Корухова. – М.: ИПК РФЦСЭ, 2006. – 170 с.

2. Бояркина Е.Ф., Логачев В.Г. Имитационное моделирование процесса формирования количества легковых автомобилей на улично-дорожной сети города [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 3. – URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3254> (дата обращения: 10.10.2017).

3. Быков Д.В., Лихачёв Д.В. Имитационное моделирование как средство модернизации участка транспортной сети [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 2. – URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2388> (дата обращения: 10.10.2017).
4. Феофилова А.А. Обоснование выбора состояний транспортных потоков для начала их динамического перераспределения [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 3. – URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1953> (дата обращения: 10.10.2017).
5. Чава И.И. Судебная автотехническая экспертиза. Исследование обстоятельств дорожно-транспортного происшествия. – М.: ИПК РФЦСЭ, 2007. – 98 с.
6. Чава И.И. Судебная автотехническая экспертиза. – М.: НП «Судэкс», 2014. – 97 с.
7. Highway capacity manual 2000 / Transportation Research Board, National Research Council. – Washington D.C., USA, 2000. – 1134 p.
8. Zyryanov V., Sanamov R. Improving urban public transport operation: experience of Rostov-on-Don (Russia) // International Journal of Transport Economics. – 2009. – Vol. 36, № 1. – P. 83–96.
9. Боровский Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта. Анализ дорожных происшествий. – Л.: Лениздат, 1984. – 304 с.
10. Евтюков С.А., Васильев Я.В. Экспертиза ДТП. Методы и технологии. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2012. – 310 с.
11. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. – М.: Транспорт, 1989. – 255 с.
12. Суворов Ю.Б., Чава И.И. Экспертная оценка действий участников дорожного движения и иных лиц, ответственных за обеспечение его безопасности. – М.: РФЦСЭ при Минюсте России, 2008. – 142 с.
13. Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. – М.: Экзамен, 2003. – 208 с.
14. Карев Б.Н., Сидоров Б.А., Недоростов П.М. Методы расчета безопасных расстояний при попутном движении транспортных средств. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. лесотехн. ун-та, 2005. – 315 с.
15. Постановка задачи для определения условий движения двух транспортных средств, исключаящих касание / Н.А. Филатова, И.А. Ласточкин, Б.Н. Карев, Б.А. Сидоров // Организация и безопасность дорожного движения: материалы 10-й Междунар. конф. – Тюмень, 2017. – С. 160–162.

16. Рассмотрение механизма ДТП на пересечении дорог под тупым углом [Электронный ресурс] / Н.А. Филатова, И.А. Ласточкин, Б.Н. Карев, Б.А. Сидоров // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. – URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4189> (дата обращения: 10.10.2017).

References

1. Transportno-trasologicheskaya ehkspertiza po delam o dorozhno-transportnyh proisshestviyah [Transport-trasological expertise in cases of road and transport incidents]. Ed YU.G. Koruhov. Moscow, Institute for Advanced Studies of the Russian Federal Center for Forensic Science, 2006, 170 p.

2. Boyarkina E.F., Logachev V.G. Imitacionnoe modelirovanie processa formirovaniya kolichestva legkovykh avtomobilej na ulichno-dorozhnoj seti goroda [Simulation modeling of the process of formation of the number of cars on the city street-road network]. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2015, no. 3, available at: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3254> (accessed 10 October 2017).

3. Bykov D.V., Lihachyov D.V. Imitacionnoe modelirovanie kak sredstvo modernizacii uchastka transportnoj seti [Simulation modeling as a means of modernization of a transport network site]. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2014, no. 2, available at: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2388> (accessed 10 October 2017).

4. Feofilova A.A. Obosnovanie vybora sostoyanij transportnyh potokov dlya nachala ih dinamicheskogo pereraspredeleniya [Substantiation of the choice of transport stream states for the beginning of their dynamic redistribution]. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2013, no. 3, available at: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1953> (accessed 10 October 2017).

5. CHava I.I. Sudebnaya avtotekhnicheskaya ehkspertiza. Issledovanie obstoyatel'stv dorozhno-transportnogo proisshestviya [Forensic auto technical expertise. Investigation of the circumstances of the road accident]. Moscow, Institute for Advanced Studies of the Russian Federal Center for Forensic Science, 2007, 98 p.

6. CHava I.I. Sudebnaya avtotekhnicheskaya ehkspertiza [Judicial auto-technical examination]. Moscow, Non-profit partnership «Sudex», 2014, 97 p.

7. Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000, 1134 p.

8. Zyryanov V., Sanamov R. Improving urban public transport operation: experience of Rostov-on-Don (Russia). *International Journal of Transport Economics*, 2009, Vol. 36, no 1. pp.83-96.

9. Borovskij B.E. Bezopasnost' dvizheniya avtomobil'nogo transporta. Analiz dorozhnyh proisshestvij [Road traffic safety. Analysis of traffic accidents]. Leningrad, Lenizdat, 1984, 304 p.

10. Evtyukov S.A., Vasil'ev YA.V. Ehkspertiza DTP. Metody i tekhnologii [Examination of an accident. Methods and technologies]. Saint Petersburg, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2012, 310 p.

11. Ilarionov V.A. Ehkspertiza dorozhno-transportnyh proisshestvij [Examination of road accidents]. Moscow, Transport, 1989, 255 p.

12. Suvorov YU.B., CHava I.I. Ehkspertnaya ocenka dejstvij uchastnikov dorozhnogo dvizheniya i inyh lic, otvetstvennyh za obespechenie ego bezopasnosti [Expert evaluation of the actions of road users and other persons responsible for ensuring its safety]. Moscow, Russian Federal Center for Forensic Science, 2008, 142 p.

13. Suvorov YU.B. Sudebnaya dorozhno-transportnaya ehkspertiza [Forensic road examination]. Moscow, Ehkzamen, 2003, 208 p.

14. Karev B.N., Sidorov B.A., Nedorostov P.M. Metody rascheta bezopasnyh rasstoyanij pri poputnom dvizhenii transportnyh sredstv [Methods for calculating safe distances with the passing motion of vehicles]. Ekaterinburg, Ural State Forestry Engineering University, 2005, 315 p.

15. Filatova N.A., Lastochkin I.A., Karev B.N., Sidorov B.A. Postanovka zadachi dlya opredeleniya ulovij dvizheniya dvuh transportnyh sredstv, isklyuchayushchih kasanie [Statement of the problem for determining the driving conditions of two vehicles excluding touching]. *Organizaciya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya. Materialy 10 mezhdunarodnoj konferencii*. Tyumen, 2017, pp. 160-162.

16. Filatova N.A., Lastochkin I.A., Karev B.N., Sidorov B.A. Rassmotrenie mekhanizma DTP na peresechenii dorog pod tupym uglom [Consideration of the mechanism of road accidents at the intersection of roads at an obtuse angle]. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2017, no. 2, available at: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4189> (accessed 10 October 2017).

Получено 16.10.2017

Об авторе

Филатова Нина Александровна (Екатеринбург, Россия) – аспирант кафедры «Автомобильный транспорт», Институт автомобильного транспорта и технологических систем Уральского государственного лесотехнического университета (620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, e-mail: nina.rezh@gmail.com).

About the author

Nina A. Filatova (Ekaterinburg, Russian Federation) – Postgraduate Student, Department of Automobile Transport, Institute of Automobile Transport and Technological Systems of the Ural State Forestry Engineering University (37, Sibirskiy trakt, Ekaterinburg, 620100, Russian Federation, e-mail: nina.rezh@gmail.com).