

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.2.08

С. Н. КАРАСЕВИЧ, кандидат технических наук, Российский университет транспорта (МИИТ); С. А. АЗЕМША, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ВИДИМОСТИ В ЗОНЕ ОДНОУРОВНЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ И ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГ

Рассмотрены требуемые расстояния видимости в зоне одноуровневого пересечения автомобильной и железной дороги по условиям обеспечения безопасности движения автотранспортных средств. Показано, что существующие подходы к оценке условий безопасных расстояний видимости в зоне железнодорожного переезда, заложенные в нормативы, не решают с необходимой полнотой вопросы оперативной оценки безопасности движения автомобилей с учетом фактической видимости дорожной обстановки на подходах к железнодорожному переезду. Разработаны и обоснованы предложения по внесению изменений и дополнений в нормативные документы, регламентирующие порядок проектирования, устройства и эксплуатации железнодорожных переездов.

Введение. Для обеспечения безопасности движения (БД) автомобилей на железнодорожных переездах условия видимости дорожной обстановки занимают особое место. При этом к числу ключевых факторов, влияющим на БД транспортных средств (ТС) в зоне одноуровневых пересечений автомобильных и железных дорог, относят видимость приближающегося к переезду подвижного состава железных дорог, видимость непосредственно самого переезда, видимость сигналов переездной сигнализации и шлагбаумов с расстояния, необходимого для принятия решения об остановке ТС. В случае недостаточной дальности видимости подвижной состав железных дорог становится пассивным участником ДТП.

Требуемые условия видимости в зоне железнодорожного переезда обеспечиваются правильным проектированием пересечения дорог на местности и достаточным удалением объектов, ухудшающих видимость.

Однако в существующих подходах к оценке безопасных расстояний видимости в зоне железнодорожного переезда не решены с необходимой полнотой вопросы оперативной оценки безопасности движения автомобилей с учетом фактической видимости дорожной обстановки на подходах к переезду.

В действующих нормативных документах Российской Федерации (РФ) и Республики Беларусь (РБ), регламентирующих порядок проектирования, устройства и эксплуатации железнодорожных переездов, не уделено достаточное внимание вопросам изучения расстояний видимости в зависимости от дорожно-транспортной ситуации и их влияние на скорости движения автомобилей. Кроме того, актуально устранить заложенные в своды правил, ТКП и иные нормативные документы противоречивые нормы и цифры в части обеспечения требуемых условий видимости в зоне железнодорожного переезда [1–5].

Постановка задачи.

Действующие нормативные требования РФ и РБ, регламентирующие порядок проектирования, устройства и эксплуатации железнодорожных переездов, предусматривают оценку видимости в зоне переезда исключительно по оценочному критерию – условия видимости приближающегося поезда, что не в полной мере

удовлетворяет требованиям БД автомобилей в зоне железнодорожного переезда. Так, в [2] предусмотрено, что на нерегулируемых железнодорожных переездах водителям ТС, находящимся на удалении не более 50 м от ближнего рельса, обеспечивается видимость поезда, приближающегося с любой стороны в соответствии с нормами обеспечения видимости поезда, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Нормы обеспечения видимости поезда, приближающегося к нерегулируемому железнодорожному переезду

Скорость движения поезда, км/ч	141–200	121–140	81–120	41–80	26–40	25 и менее
Расстояние видимости, м, не менее	600	500	400	250	150	100
<i>Примечание</i> – Принимается скорость движения пассажирских поездов дальнего следования, а при их отсутствии – наибольшая из скоростей движения пригородных пассажирских поездов или грузовых поездов с порожними вагонами.						

В «СП 34.13330.2021. Свод правил. Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85*» устанавливаются нормы проектирования на вновь строящиеся, реконструируемые и капитально ремонтируемые автомобильные дороги общего пользования, расположенные вне границ населенных пунктов. Данным сводом правил предусмотрено, что на вновь строящихся и реконструируемых автодорогах и подъездных дорогах к промышленным предприятиям на ЖДП должна быть обеспечена видимость, при которой водитель ТС, находящегося от переезда на расстоянии не менее расстояния видимости для остановки, мог видеть приближающийся к ЖДП поезд не менее чем за 400 м, а машинист приближающегося поезда мог видеть середину переезда на расстоянии не менее 1000 м. Для существующих переездов удовлетворительной считается такая видимость, при которой из автомобиля, который находится от ближайшего рельса на расстоянии 50 м и менее, приближающийся с любой стороны поезд виден на расстоянии, приведенном в таблице 2.

Таблица 2 – Наименьшие расстояния видимости на пересечениях с железными дорогами

Расстояние видимости, м	500	400	250	150	100
Скорость движения поезда, км/ч	121–140	81–120	41–80	26–40	25 и менее

В соответствии с ТКП 543–2014 [3] для водителей ТС, находящихся на расстоянии 50 м и менее от крайнего рельса, удовлетворительной следует считать видимость, при которой обеспечена видимость приближающегося к переезду с любой стороны поезда на расстоянии согласно таблице 3.

Таблица 3 – Расстояния видимости приближающегося поезда

Установленная скорость движения поездов в зоне переезда, км/ч	Расстояние удовлетворительной видимости для водителей транспортных средств, м
До 25 включ.	100
Св. 25 до 40 включ.	150
« 40 « 80 «	250
« 80 « 120 «	400
« 120 « 140 «	500

Оценочные критерии, заложенные в действующие нормативные документы РФ и РБ, не дают возможности сделать качественное заключение о степени обеспеченности БД, поскольку не учитывается ряд других важных параметров, характеризующих безопасные расстояния видимости водителем дорожной обстановки.

Согласно методике, содержащейся в руководстве [4], условия видимости в зоне железнодорожного переезда оценивают по следующим трем критериям: расстоянию видимости переезда, расстоянию угловой секторальной видимости приближающегося поезда, расстоянию видимости поезда из стоящего у переезда автомобиля.

Следует отметить, что *расстояние видимости переезда* (шлагбаумов, сигналов переездных светофоров) важно с позиции безопасности движения, поскольку водитель ориентируется на конструктивные элементы переезда, что позволяет заблаговременно оценить опасный участок, на котором требуется повышенное внимание в складывающейся дорожно-транспортной ситуации. Водитель должен своевременно увидеть переезд (шлагбаум, сигналы светофорной сигнализации), чтобы иметь время для принятия решения о своем дальнейшем поведении. Расстояние видимости железнодорожного переезда определяется участком дороги от переднего края автомобиля до ближайшего рельса железнодорожного пути в момент обнаружения переезда. В условиях удовлетворительной видимости водитель имеет возможность остановить автодорожное ТС, не доезжая до переезда. В случае, когда это расстояние не достаточно, времени на остановку автомобиля для предотвращения ДТП с поездом может не хватить, а экстренное торможение может вызвать попутное столкновение ТС.

Расстояние угловой секторальной видимости приближающегося поезда характеризует видимость водителем автодорожного транспортного средства про-

странства вдоль железной дороги справа и слева. Водитель должен иметь достаточно времени, чтобы после обнаружения приближающегося поезда принять меры к остановке ТС. При движении автомобиля на подходах к переезду видимость приближающегося поезда справа и слева необходима, чтобы водитель имел возможность принять решение об остановке перед переездом.

При принятии решений о степени сложности и безопасности условий движения ТС отдельных категорий (ТС, перевозящие опасные, тяжеловесные и крупногабаритные грузы; тихоходные транспортные средства) и выборе управляющих воздействий, вопросы изучения безопасных расстояний видимости из стоящего у железнодорожного переезда автодорожного транспортного средства являются также одними из самых ключевых.

В случае остановки автомобиля у переезда водителю необходимо иметь достаточное расстояние видимости вдоль железной дороги для того, чтобы обнаружить приближающийся поезд и оценить его скорость. Водителю необходимо иметь такое расстояние видимости вдоль железной дороги, которое даст достаточно времени для ускорения и освобождения железнодорожного переезда до прибытия поезда, даже если поезд может появиться в поле зрения, когда ТС начинает процесс движения [1, 4].

Основная часть.

Безопасные условия видимости в зоне железнодорожного переезда следует оценивать по следующим трем критериям:

- расстоянию видимости железнодорожного переезда (сигналов переездной сигнализации и шлагбаумов) вдоль автомобильной дороги (улицы);
- расстоянию угловой секторальной видимости приближающегося к переезду поезда;
- расстоянию видимости поезда из стоящего у железнодорожного переезда автомобиля.

Расстояние видимости d_n , измеренное вдоль автомобильной дороги от ближайшего рельса до водителя автомобиля, которое позволяет безопасно остановить транспортное средство, не въезжая в опасную зону железнодорожного переезда, определяется по формуле

$$d_n = Av_{TC}T + \frac{Bv_{TC}^2}{a} + \Delta S + S_e, \quad (1)$$

где A – константа = 0,278; B – константа = 0,0385; v_{TC} – скорость автотранспортного средства, км/ч; T – время восприятия-реакции водителя, с (принимается равным 3 с); a – замедление автомобиля, м/с² (принимается равным 3,41 м/с²); ΔS – расстояние от стоп-линии или передней части транспортного средства до ближайшего рельса, м (принимается равным 4,57 м); S_e – расстояние от водителя до передней части транспортного средства (принимается равным 2,44 м).

Схема определения расстояния видимости для движущегося ТС на подходах к железнодорожному переезду представлена на рисунке 1.

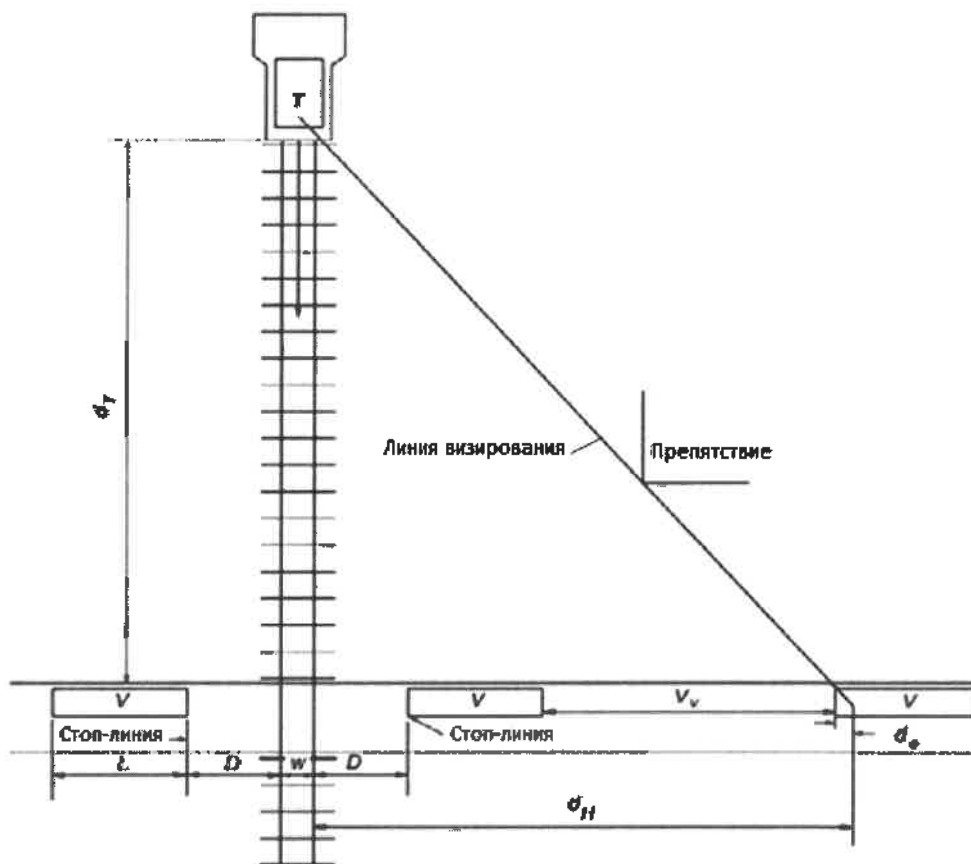


Рисунок 1 – Расстояние видимости для движущегося транспортного средства к железнодорожному переезду

При невозможности обеспечения достаточных расстояний видимости на подходах к железнодорожным переездам вводится ступенчатое ограничение скорости движения автомобилей в соответствии с п. 5.4.22 ГОСТ Р 52289–2019 или применяются дорожные знаки приоритета 2.5 «Движение без остановки запрещено» если расстояние видимости приближающегося поезда составляет менее 50 м. В таблице 4 представлена требуемая дальность видимости с учетом допустимой скорости движения автомобилей.

Таблица 4 – Расчетная допустимая скорость движения транспортного средства в зоне железнодорожного переезда

Дальность видимости, м	51–75	76–100	101–125	126–150	151–200	201–400
Допустимая скорость движения автомобиля, км/ч	20	30	35	40	50	60

Расстояние видимости вдоль железнодорожных путей, позволяющее автотранспортному средству пересечь железнодорожный переезд и покинуть опасную зону до прибытия поезда определяется по формуле

$$d_T = \frac{v_n}{v_{TC}} \left(Av_{TC} T + \frac{Bv_{TC}^2}{a} + 2\Delta S + L + W \right), \quad (2)$$

где v_n – скорость поезда, км/ч; L – длина ТС, м (принимается равной 20 м); W – расстояние между внешними

рельсами, м (для одной колеи это значение равно 1,52 м), измеренное вдоль оси проезжей части автомобильной дороги (улицы).

Достаточную дальность видимости из стоящего у железнодорожного переезда автодорожного транспортного средства можно определить по формуле

$$d_T = Av_{II} \left(\frac{v_{a1}}{a_1} T + \frac{L + 2\Delta S + W - Z_a + T}{v_{a1}} \right), \quad (3)$$

где d_T – требуемое расстояние видимости для остановившегося перед переездом автомобиля, позволяющее транспортному средству пересечь железнодорожный переезд и освободить переезд до прибытия поезда, м (рисунок 3); v_{a1} – максимальная скорость ТС на выбранной начальной передаче; принимается, что данная скорость, м/с (принимается равной 2,68 м/с); a_1 – ускорение ТС на первой передаче, м/с² (принимается равным 0,448 м/с²); Z_a – расстояние, которое автомобиль проезжает при разгоне до максимальной скорости на первой передаче, м (принимается равным 8,05 м).

Схема определения достаточного расстояния видимости для остановившегося транспортного средства у железнодорожного переезда представлена на рисунке 2. Расчетные расстояния видимости d_H и d_T для различных скоростей движения транспортных средств представлены в таблице 5.

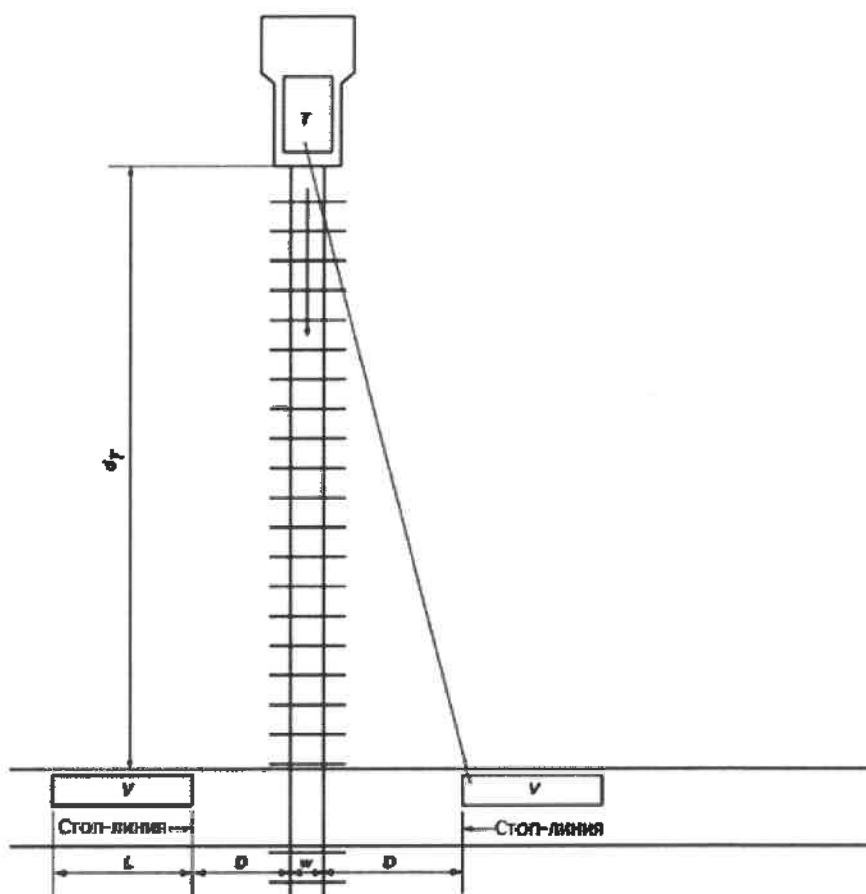


Рисунок 2 – Расстояние видимости для остановившегося у железнодорожного переезда автомобиля

Таблица 5 – Расчетные расстояния видимости для различных скоростей движения транспортных средств

Скорость поезда, км/ч	Скорость транспортного средства, км/ч															
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
<i>Расстояние вдоль железной дороги от железнодорожного переезда $d_т$, м</i>																
10	49	41	26	22	21	21	21	21	22	22	23	24	25	26	27	28
20	97	81	52	44	42	41	41	42	43	44	46	48	49	51	53	55
30	146	121	78	66	62	61	61	62	64	66	69	71	74	77	80	82
40	194	161	104	88	83	81	81	83	85	88	91	95	98	102	106	110
50	243	201	130	110	103	101	102	104	107	110	114	118	123	127	132	137
60	291	241	156	132	124	121	122	124	128	132	137	142	147	153	159	164
70	339	281	182	154	144	141	142	145	149	154	159	165	172	178	185	192
80	388	322	208	176	165	161	162	165	170	176	182	189	196	204	211	219
90	436	362	234	198	185	182	183	186	191	198	205	212	220	229	238	246
100	485	402	260	220	206	202	203	207	213	220	227	236	245	254	264	274
110	533	442	286	242	226	222	223	227	234	241	250	260	269	280	290	301
120	582	482	312	264	247	242	243	248	255	263	273	283	294	305	317	328
130	630	522	338	286	267	262	263	269	276	285	296	307	318	330	343	356
140	678	562	363	308	288	282	284	289	297	307	318	330	343	356	369	383
150	727	602	389	330	308	302	304	310	319	329	341	354	367	381	396	410
<i>Расстояние вдоль автомобильной дороги от железнодорожного переезда $d_д$, м</i>																
–	–	17	29	44	60	79	100	123	149	176	207	239	273	310	349	391

Формулы (1)–(3) справедливы для случая, когда горизонтальная автомобильная дорога или улица пересекает однопутную железную дорогу под прямым углом и корректируются с учетом конкретных до-

рожных условий, габаритов и динамических характеристик ТС.

Вновь создаваемые защитные лесные насаждения должны обеспечивать водителям транспортных средств на расстоянии 50 м и менее от железнодорожного пере-

езда видимость приближающегося к нему поезда на расчетном расстоянии по формуле (2). Если на подходах к нерегулируемым железнодорожным переездам для водителей транспортных средств, находящихся на удалении не более 50 м от ближнего рельса, не обеспечена видимость приближающегося поезда на расчетном расстоянии по формуле (2) безопасном расстоянии, то владелец инфраструктуры или владелец железнодорожных путей необщего пользования устанавливает постоянное ограничение скорости движения поездов.

В случаях недостаточной видимости сигналов переездных светофоров устанавливаются дополнительные светофорные головки, обращенные в обе стороны по направлениям движения ТС и (или) дублирующие переездные светофоры с левой стороны дороги (улицы). На автомобильных дорогах и улицах с двумя и более полосами движения в одну сторону переездные светофоры дублируются на консолях над проезжей частью с правой стороны по направлению движения ТС.

Заключение

Предложено внести изменения и дополнения в [2] и в [3] в части требований к оценке дальности видимости в зоне железнодорожного переезда. В СП 227.1326000.2014. «Свод правил. Пересечения железнодорожных линий с линиями транспорта и инженерными сетями», СП 119.13330.2017 «Свод правил. Железные дороги колеи 1520 мм», СП 34.13330.2021 «Свод правил. Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85*» предлагается закрепить положения о том, что для проектируемых и существующих переездов удовлетворитель-

ной считается видимость, соответствующая новым предложенным требованиям. Переезды должны быть оборудованы средствами, обеспечивающими безопасность движения автомобильного транспорта, в соответствии с нормами, установленными в новой редакции [2] и [3].

Список литературы

1 Исследования режимов работы пересечений улиц и дорог с железнодорожными линиями общего пользования и железнодорожными путями необщего пользования в части автомобильного транспорта : отчет о НИР (этапы № 1–3) / рук. НИР С. Н. Карасевич; исполн.: Бобоедова М. В., Аземша С. А. [и др.] / ГАУ «Институт Генерального плана Москвы». – М., 2022.

2 Об утверждении Условий эксплуатации железнодорожных переездов : приказ М-ва трансп. РФ от 31.07.2015 № 237 (с изм. и доп.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://base.garant.ru/71178536/#friends>. – Дата доступа : 05.10.2022.

3 Железнодорожные переезды. Правила проектирования, устройства и эксплуатации : ТКП 543-2014 (20190). – Минск, 2014. – 74 с.

4 Highway-Rail Crossing Handbook [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://safety.fhwa.dot.gov>. – Дата доступа : 05.10.2022.

5 Карасевич, С. Н. Снижение автотранспортных потерь на железнодорожных переездах техническими средствами организации дорожного движения : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / С. Н. Карасевич; Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2014. – 201 с.

Получено 11.01.2023

S. N. Karasevich, S. A. Azemsha. Justification of safe conditions of visibility in the zone of single-level intercrossing of road and railways.

Considers the required visibility distances in the zone of a single-level intersection of a road and a railway in terms of ensuring the safety of vehicle traffic. It is shown that the existing approaches to assessing the conditions of safe visibility distances in the zone of a railway crossing, which are incorporated in the regulations, do not solve the issues of operational safety assessment of vehicle traffic with the necessary completeness, taking into account the actual visibility of the road situation at the approaches to the railway crossing. Developed and substantiated proposals for making changes and additions to the regulatory documents governing the design, construction and operation of railway crossings.