



Проектирование пешеходных переходов с учетом комфорта и безопасности участников дорожного движения

С.Л. Чикалина

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Аннотация. Безопасность дорожного движения является актуальной проблемой городской среды. Недостаточные меры по безопасности в зонах размещения пешеходных переходов приводят к опасным ситуациям на дороге. Следовательно, исследования в этой области имеют значение в обеспечении безопасности пешеходов и водителей, а также в улучшении условий на городских дорогах. В данном исследовании выполнена оценка эффективности существующей организации движения в зонах размещения пешеходных переходов, предложены мероприятия по ее совершенствованию, а также план и способы организации для конфликтных объектов. На основании проведенных исследований были представлены решения данной проблемы, например, такие как установка дополнительных дорожных знаков и нанесение дополнительной разметки, предупреждающих о наличии пешеходного перехода и обязывающих водителей уступать дорогу. Кроме того, в зонах размещения пешеходных переходов могут устанавливаться дополнительные светофоры, позволяющие контролировать движение пешеходов и автомобилей. Одним из важных аспектов обеспечения безопасности пешеходов и минимизации риска возникновения дорожно-транспортных происшествий является оптимальное размещение пешеходных переходов на дорогах. В связи с этим было проведено исследование пешеходных переходов на улично-дорожной сети г. Иркутска. Для устранения проблемы задержек и заторов на дорогах предложено техническое решение, которое включает в себя реконструкцию типичного проблемного перекрестка автомобильных дорог.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, пешеходный переход, конфликтные ситуации, организация дорожного движения

Для цитирования: Чикалина С.Л. Проектирование пешеходных переходов с учетом комфорта и безопасности участников дорожного движения // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2025. Т. 15. № 1. С. 133–144. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-1-133-144>. EDN: KOYDAX.

Original article

Crosswalks design in view of comfort and safety of road users

Svetlana L. Chikalina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. Road traffic safety presents a common problem for urban environment. Insufficient safety measures in crosswalk areas lead to dangerous road situations. Consequently, relevant studies in ensuring pedestrian and driving safety as well as in improving urban road conditions are of importance. In this study, we set out to evaluate the effectiveness of the existing traffic management in crosswalk areas, to propose measures for its improvement, and to propose a plan and organization methods for conflict sites. Based on the conducted studies, solutions to this problem were proposed, i.e., installing additional road signs and road markings that warn of approaching crosswalks and require drivers to yield to pedestrians. In addition, crosswalk areas can be equipped with additional traffic lights controlling pedestrian and car traffic. One of the key aspects in ensuring pedestrian safety and minimizing the risk of accidents consists in determining optimal places to install crosswalks. In this regard, crosswalks of streets network in the

city of Irkutsk, Russia were studied. To eliminate the problem of road congestion, we proposed a technical solution implying a reconstruction of a typical problematic road intersection.

Keywords: traffic safety, pedestrian crossing, conflict situations, traffic management

For citation: Chikalina S.L. Crosswalks design in view of comfort and safety of road users. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2025;15(1):133-144. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-1-133-144>. EDN: KOYDAX.

ВВЕДЕНИЕ

Пешеходные переходы – одни из самых важных элементов дорожной инфраструктуры, предназначенные для обеспечения безопасного перехода дороги пешеходами. Согласно статистике, они являются наиболее конфликтными объектами улично-дорожной сети [11, 15, 22]. Связано это с их некорректным расположением или отсутствием, что негативно сказывается на дорожно-транспортной ситуации.

В одном из опросов о концепции изменения городского пространства респонденты г. Иркутска выбрали концепцию поэтапной трансформации небольших зон для удобства пешеходов и велосипедистов [16].

Исследования в области организации дорожного движения на пешеходных переходах являются актуальными в современном мире, на дорогах которого постоянно растет количество автомобилей, а значит и число аварий. Особенно велико их количество с участием пешеходов, многие из них связаны с переходом дороги в неполюженном месте или при неподходящих дорожных условиях.

Одной из причин дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов является неправильное расположение пешеходных переходов.

Например, расположение перехода на дороге с высоким скоростным режимом движения транспорта или в зоне ограниченной видимости. Также причиной является несоблюдение водителями правил проезда пешеходного перехода, что также приводит к дорожно-транспортным происшествиям.

Целью исследования является формирование стратегии управления транспортными и пешеходными потоками, разработка строительных решений для борьбы с дорожно-транспортными происшествиями на улицах и дорогах.

Учитывая индивидуальные особенности городской инфраструктуры и анализируя данные об аварийности и расположении пешеходных переходов, можно выявить наиболее опасные места и предложить соответствующие

мероприятия по повышению безопасности и комфортности движения на улично-дорожной сети.

Организация движения в зонах размещения пешеходных переходов должна быть направлена на обеспечение безопасности дорожного движения и включать в себя проведение мероприятий по повышению осведомленности всех участников дорожного движения [8]. К таким мероприятиям относятся улучшение видимости, установка дополнительных дорожных знаков и светофоров, ограждений и препятствий, способствующих безопасному поведению [1]. Ввиду этого любое проектное решение по организации дорожного движения должно обеспечивать организованное безопасное и комфортное движение автомобилей, пешеходов и велосипедистов. При этом каждое решение по организации дорожного движения (планировочное, организационное или управленческое) должно быть оценено с точки зрения его эффективности [5].

МЕТОДЫ

В г. Иркутске, как и во многих других городах, безопасность пешеходов на перекрестках является одной из наиболее важных задач городской инфраструктуры. Для повышения уровня безопасности пешеходов было проведено исследование улично-дорожной сети, направленное на определение оптимального расположения пешеходных переходов и создание инновационных решений и технологий в целях повышения комфортности и безопасности на дорогах. По известным методикам выполнены исследования условий движения и характеристик пешеходно-транспортных потоков в разных ситуациях [3, 5, 6, 7].

Первая ситуация

Проезд нерегулируемого перекрестка по второстепенной дороге с пересечением главной дороги. В этом случае водитель должен учесть наличие пешеходного перехода как до перекрестка, так и после него, и убедиться в безопасности маневра. Он должен уступить дорогу пешеходам и при этом не создать конфликтную ситуацию на главной дороге (рис. 1).

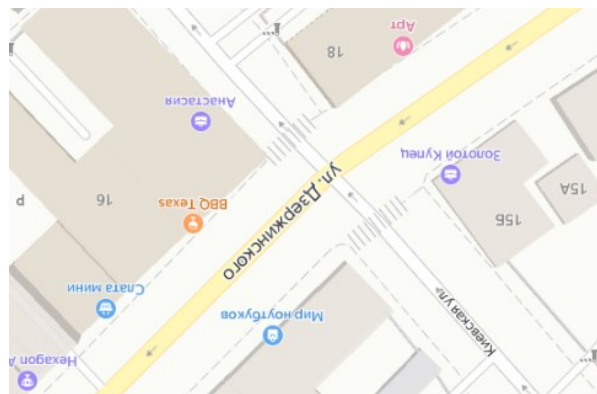


Рис. 1. Пересечение ул. Киевская и Дзержинского
Fig. 1. Intersection of Kievskaya and Dzerzhinskogo St.

Как показывает практика, водитель не всегда может убедиться в безопасности маневра. Например, при слишком близком расположении пешеходного перехода к перекрестку или большой интенсивности пешеходов, переходящих дорогу, автомобилю приходится останавливаться непосредственно на переходе, тем самым перекрывая движение пешеходам и создавая аварийную ситуацию. Также, когда водитель планирует пересечь дорогу, а пешеходный переход расположен близко к ее краю, он вынужден остановиться на главной дороге поперек основного потока транспорта, создавая опасную ситуацию. При этом автомобиль может занимать одну или две полосы движения (в зависимости от его габаритов) и стать причиной возникновения конфликтной ситуации с другими автомобилями. Водители вынуждены маневрировать вокруг него, что приводит к снижению скорости движения и задержкам транспорта.

Вторая ситуация

Когда пешеходный переход находится сразу за поворотом, автомобиль, поворачивая, встречается с переходящими пешеходами, и в ожидании окончания перехода занимает полосу движения на дороге, с которой повернул (рис. 2).

Если водитель неправильно оценил скорость движения других автомобилей и не оставил достаточное пространство для маневра, он может столкнуться с пешеходами или другими автомобилями.

Особенно внимательным водитель должен быть при проезде пешеходного перехода, если на нем находятся люди с ограниченными возможностями.

Он должен остановиться на безопасном расстоянии от пешеходного перехода, даже если пешеход еще не начал переходить дорогу, и дать возможность комфортно и безопасно перейти дорогу.

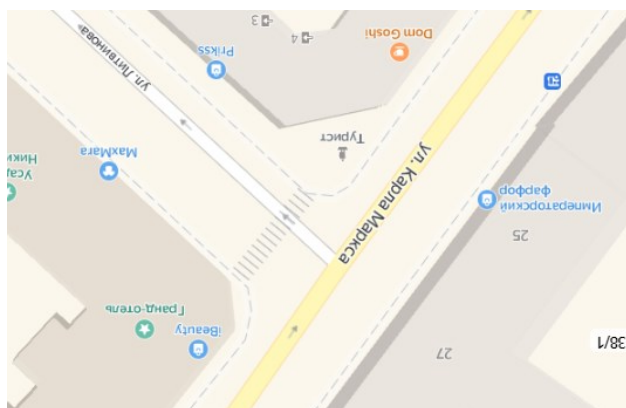
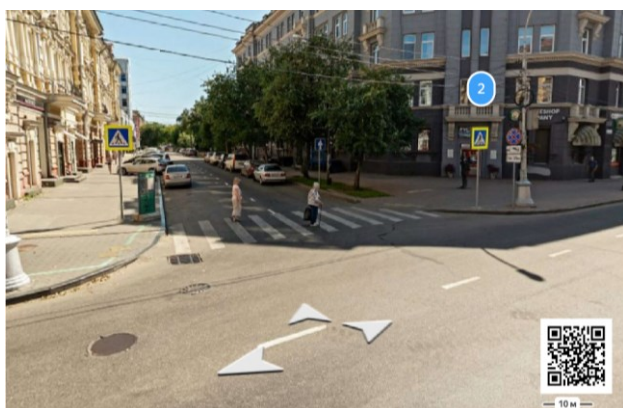


Рис. 2. Пересечение ул. Карла Маркса и Литвинова
Fig. 2. Intersection of Karl Marx and Litvinov St.

Третья ситуация

Размещение пешеходных переходов непосредственно за поворотом в местах с ограниченной видимостью (рис. 3). Водители могут не

увидеть наличие пешеходного перехода и пешеходов на нем.

Причинами возникновения таких ситуаций являются: маленький угол поворота, наличие

угла здания или другого сооружения, деревьев и кустарников, конструктивные особенности автомобиля.

Пешеходы также могут не заметить находящийся за поворотом автомобиль, что может привести к авариям. В условиях ограниченной видимости водителям важно соблюдать скоростной режим и быть особенно внимательными.

Для предотвращения таких ситуаций рекомендуется размещать пешеходные переходы на безопасном расстоянии от перекрестков и

обеспечивать видимость всех участников дорожного движения.

Четвертая ситуация

Переход проезжей части пешеходами вне пешеходного перехода. Одной из причин является нарушение технологии строительства дорожной одежды.

В местах сопряжения тротуара с проезжей частью высота дорожного покрытия в процессе эксплуатации становится ниже, чем на проезжей части, что приводит к образованию луж после дождя или во время таяния снега (рис. 4).

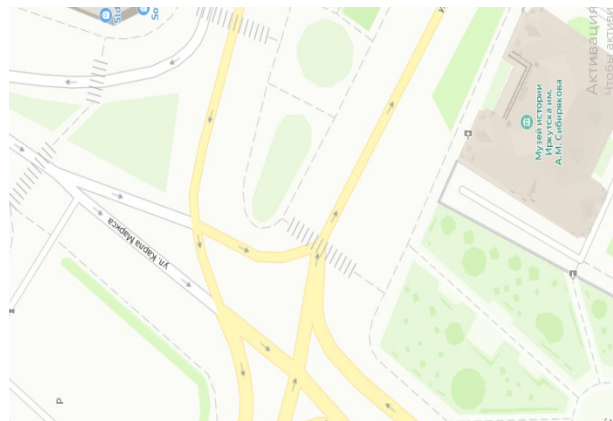
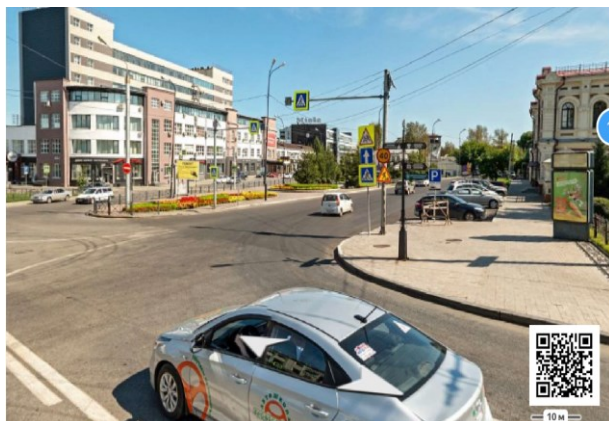


Рис. 3. Пересечение ул. Карла Маркса и Франк-Каменецкого
Fig. 3. Intersection of Karl Marx and Frank Kamenetsky St.



Рис. 4. Переход проезжей части вне пешеходного перехода
Fig. 4. Crossing the roadway outside the crosswalk

В таком случае пешеходы вынуждены переходить проезжую часть вне пешеходного перехода, создавая при этом конфликтные ситуации и помехи движению транспортных средств.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе дорожно-транспортной ситуации важно учитывать параметры пешеходных и транспортных потоков, транспортно-эксплуатационное состояние улиц и дорог. Наиболее

значимыми являются показатели, определяющие интенсивность движения, состав потока и состояние дороги. Интенсивность движения показывает количество транспортных средств, проходящих по дороге за определенный период времени.

Состав потока характеризует типы транспортных средств, их габариты и скорость. Эксплуатационное состояние автомобильных дорог, не соответствующее установленным

транспортно-эксплуатационным показателям дорог и сооружениям на них, также приводит к задержкам, конфликтным ситуациям и возникновению аварий. Учитывая эти параметры, можно оценить потребности дорожной инфраструктуры и принять решение о необходимости ее модернизации. Исследование задержек

транспортных средств на перекрестках проводилось по известным методикам [9, 18, 19, 20]. Для более точного обследования применялась видеосъемка.

Примеры протоколов исследований приведены в табл. 1–3. Все замеры проводились в течении 10 мин. на каждом исследовании.

Таблица 1. Пересечение ул. Дзержинского и Киевской (1 ситуация)

Table 1. Intersection of Dzerzhinskogo and Kievskaya St. (1 situation)

№	Число автомобилей, прошедших без остановки	Число остановившихся автомобилей	Количество ситуаций, с вынужденной остановкой/замедлением перпендикулярного потока
1	26	5	2
2	13	8	5
3	29	9	3
4	7	23	12
5	14	12	5
6	17	25	14

Таблица 2. Пересечение ул. Карла Маркса и Литвинова (2 ситуация)

Table 2. Intersection of Karl Marx and Litvinova St. (2 situations)

№	Число автомобилей, прошедших без остановки	Число остановившихся автомобилей	Количество ситуаций, поворачивающих автомобилей после преграждения дороги	Количество ситуаций, проезжающих прямо автомобилей после преграждения дороги
1	13	11	3	8
2	17	10	4	6
3	16	9	3	6
4	2	15	7	8
5	3	24	3	21
6	9	16	4	12

Таблица 3. Пересечение ул. Карла Маркса и Франк Каменецкого (3 ситуация)

Table 3. Intersection of Karl Marx and Frank Kamenetsky St. (3 situations)

№	Число автомобилей, прошедших без преграждения пути пешеходу	Число автомобилей, прошедших с преграждением пути пешеходу
1	20	12
2	15	18
3	12	2
4	5	13
5	25	3
6	17	15

Анализ полученных данных позволяет определить возможные причины задержек и разработать меры по их устранению. Стоит отметить, что данная методика не позволяет оценить все аспекты задержек транспортных средств на перекрестках. Для полного изучения этой проблемы необходимо использовать более широкий набор методов и инструментов, таких как анализ проблемных зон, изучение пути следования транспортных потоков и оценка геометрических параметров дороги [12]. По результатам исследования было установлено, что наличие пешеходного перехода

за перекрестком напрямую влияет на задержки транспорта, безопасность и комфортность участников дорожного движения (рис. 5).

В результате исследования были предложены рекомендации по реконструкции и оборудованию существующих пешеходных переходов с учетом условий и характеристик дорожного движения.

Первая ситуация

Результаты исследований пересечений улиц, на которых водители второстепенного потока должны учитывать присутствие пешеходного перехода за перекрестком, и при этом

обеспечить безопасность своего маневра, представлены в табл. 1. Водитель автомобиля, увидев, что можно пересечь дорогу, начинает ускоряться, но в этот момент на пешеходном переходе появляется пешеход. В результате водитель вынужден резко остановить транспортное средство, что приводит к конфликтной ситуации на дороге [23].

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что при расположении пешеходного перехода в непосредственной близости к пере-

крестку, 16 % автомобилей, проезжающих через этот перекресток, создают аварийные ситуации. Более 40 % проезжающих автомобилей останавливаются на пешеходном переходе, создавая некомфортные условия для пешеходов, переходящих дорогу: скопление людей перед остановившимся автомобилем, изменение траектории движения при обходе автомобиля, увеличение времени перехода дороги, снижение видимости, шум, выбросы выхлопных газов [4].

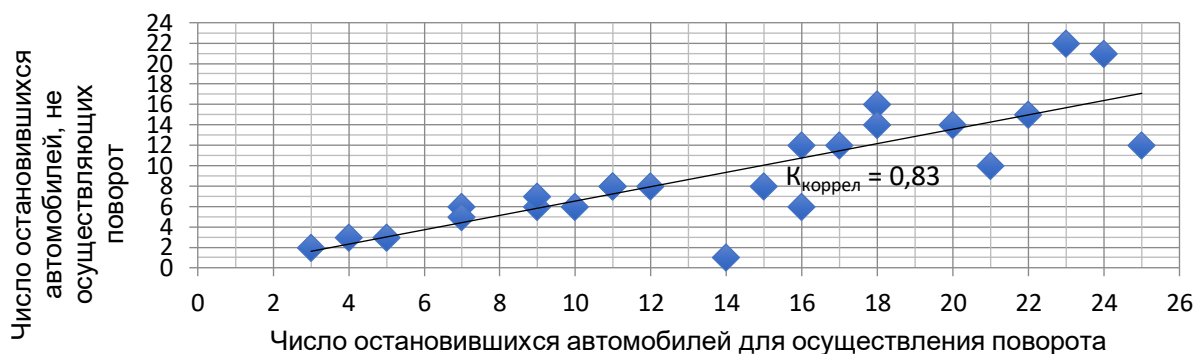


Рис. 5. Влияние числа автомобилей, остановившихся перед пешеходным переходом, на величину задержек

Fig. 5. Influence of the number of cars stopped in front of the pedestrian crossing on the magnitude of delays

Все перечисленные факторы становятся причиной возникновения конфликтных ситуаций между водителем и пешеходом и приводят к дорожно-транспортным происшествиям. Однако если пешеходный переход перенести на некоторое расстояние от перекрестка, то количество конфликтных ситуаций можно сократить.

Вторая ситуация

Анализ задержек транспортных средств (табл. 2) позволяет сделать вывод, что 50 % автомобилей, которые поворачивают, сталкиваются с пешеходами, что вынуждает их остановиться. Это приводит к задержкам движения для следующих за ними.

Исходя из данных, можно сделать вывод, что одной из причин возникновения пробок на дорогах являются задержки, вызванные поведением пешеходов.

В ситуациях, когда пешеходы пересекают проезжую часть на перекрестках, автомобили, следующие за остановившемся автомобилем, вынуждены также останавливаться и ожидать завершения перехода пешеходами.

Такая ситуация может приводить к задержкам в движении для идущих за ними автомобилей, создавать заторовые ситуации на дорогах. Выявлено, что около 50 % водителей, которым не нужно поворачивать, вынуждены

также останавливаться в очереди, и только потом могут проехать прямо, что также способствует возникновению задержек и пробок на дорогах.

Для снижения задержек на дорогах и улучшения безопасности всех участников дорожного движения важно принимать меры, направленные на уменьшение количества столкновений и задержек на перекрестках.

Например, установка светофора с вызывным устройством или пешеходный переход, размещенный на удаленном расстоянии от перекрестка. Также целесообразно проводить мероприятия по повышению осведомленности пешеходов и водителей. Помимо технических мер, важно обращать внимание на воспитание культуры дорожного движения и соблюдение правил всеми участниками.

Предлагаемые строительные решения

Для повышения безопасности и удобства передвижения автомобилей, в том числе и в контексте указанных параметров, была предложена типовая реконструкция перекрестка [10].

При изучении проблемных перекрестков, на которых происходят взаимодействия автомобилей и пешеходов, транспортному средству, двигающемуся прямо, приходится пересекать два пешеходных перехода. На первом

он вынужден остановиться и оценить транспортную ситуацию на пересекаемой дороге.

В результате, он останавливается прямо на пешеходном переходе и ставит под угрозу безопасность переходящих пешеходов. Затем он пересекает второй переход за перекрестком. Если на нем находятся пешеходы, то водитель вынужден остановиться, перекрывая одну полосу движения и замедляя движение для других транспортных средств. Для предотвращения таких ситуаций предлагается размещать пешеходные переходы на безопасном расстоянии от перекрестков. Важно учитывать особенности местности и трафика при выборе места для его размещения.

Например, на участках дорог с высокой скоростью движения автомобилей необходимо размещать переходы на большом расстоянии друг от друга, чтобы дать водителям достаточно времени на замедление и остановку перед ним.

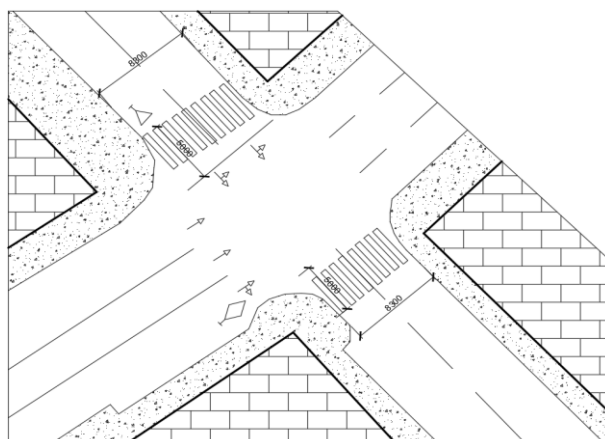


Рис. 6. Существующая ситуация на пересечении улиц

Fig. 6. Existing situation at street intersection

Также стоит учитывать особенности конкретного места размещения пешеходного перехода и применять инновационные решения, такие как использование различных типов сигнализации, дополнительного освещения и других технологий, способствующих улучшению безопасности на дорогах [2, 14, 21, 24]. Так, на пешеходных переходах специалисты устанавливают проекционную дорожную разметку. Оборудование, установленное над переходом, создает яркий световой коридор с помощью светодиодных проекторов с цветными фильтрами. Такая разметка не сотрется со временем и хорошо заметна в темное время суток при любой погоде [17]. Выступы бордюра на перекрестках, на пешеходных переходах и на перегонах позволяют исключить ограничение

Необходимо учитывать плотность пешеходного потока и возможность использования различных технологий и средств, таких как светофоры, знаки и маркировка, для обеспечения безопасности пешеходов на дороге.

Для реконструкции пешеходного перехода рекомендуется использовать следующее типовое решение (рис. 6, 7):

1. Перенос зоны пешеходного перехода на безопасное расстояние от пересечения дороги, чтобы обеспечить достаточный промежуток для замедления и остановки транспортных средств перед переходом. Стоит отметить, что расстояние, на которое следует перенести пешеходный переход, должно быть не менее пяти метров.

2. Установка ограждения, которое поможет предотвратить «перебежки» пешеходов в неположенном месте, а также обеспечит безопасность для пешеходов, особенно для детей и людей с ограниченными возможностями.

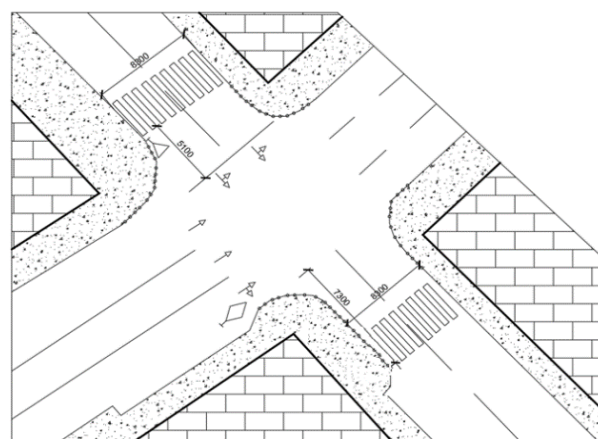


Рис. 7. Предлагаемое решение

по реконструкции пересечения улиц

Fig. 7. Proposed solution for the reconstruction of the street intersection

видимости (рис. 9) [13]. Хотя предложенные технические решения не являются решением для всех проблем, связанных с перекрестками, но они могут помочь снизить количество конфликтных ситуаций на дорогах и сократить время задержек автомобилей на перекрестках. Также можно установить дополнительные знаки и разметку на дороге, которые будут напоминать водителям о необходимости уступить дорогу пешеходам на пешеходных переходах.

В результате применения таких решений можно ожидать снижения количества аварий и травмоопасных ситуаций на перекрестках, а также более плавное движение автомобилей и сокращение времени, затрачиваемого на проезд перекрестков.

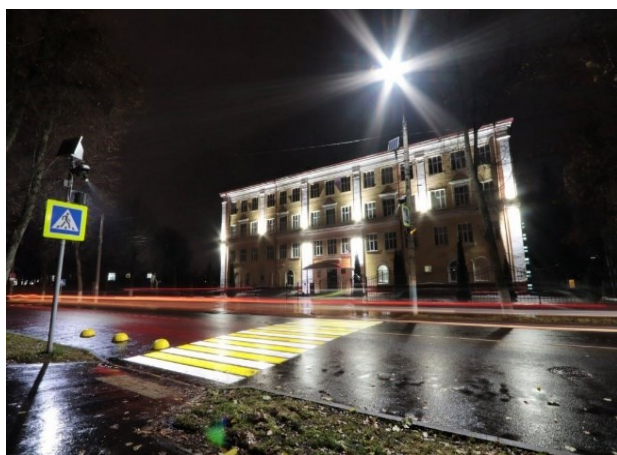


Рис. 8. Проекционная дорожная разметка [17]
Fig. 8. Projection road markings [17]



Рис. 9. Примеры выступов бордюров на перекрестке [13]
Fig. 9. Examples of curb protrusions at an intersection [13]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе проведено исследование перекрестков с наличием пешеходных переходов. Проведенное исследование показало, что на центральных улицах г. Иркутска существует риск возникновения аварийных ситуаций, связанный с местоположением пешеходных переходов. Для обеспечения безопасности дорожного движения необходимо принять соответствующие меры.

Одним из возможных решений проблемы является реконструкция перекрестков, повышающая комфортность движения транспортного потока, снижающая вероятность возникновения конфликтов на перекрестках. Кроме того, возможны и другие меры для повышения безопасности движения на перекрестках. Например, установка дополнительных светофоров и знаков, улучшение видимости водителей и пешеходов. Также может быть полезно проведение мероприятий по повышению осведомленности участников дорожного движения о правилах и опасностях на перекрестках. Полученные данные свидетельствуют о том, что на дорогах часто возникают пробки из-за за-

держек, которые могут быть вызваны как движущимися, так и остановившимися автомобилями.

Причиной задержек могут также быть пешеходы, которые пересекают дорогу на перекрестках и вынуждают автомобили, следующие за ними, останавливаться и ждать. Это может привести к задержкам в движении и созданию пробок на дорогах.

Таким образом, для решения проблемы транспорта и дорожной инфраструктуры в г. Иркутске, необходимо осуществить комплекс мер, включающий в себя снижение плотности транспортного потока, разработку систем управления дорожным движением, обучение водителей строгому соблюдению правил дорожного движения и регулярное обновление инфраструктуры дорог.

Кроме того, важным аспектом является также государственный контроль за соблюдением правил дорожного движения, который может повысить уровень безопасности. Реализация комплекса таких мер может повысить уровень комфорта жизни граждан и защитить их здоровье и жизнь.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Артемов А.Ю., Дорохин С.В. Меры по снижению уровня аварийности на пешеходных переходах Воронежской области // Информационные технологии и инновации на транспорте. Материалы 5-ой Междунар. науч.-практ. конф. (г. Орёл, 22–23 мая 2019 г.). Орёл, 2019. С. 205–208. EDN: YVLWWR.
2. Волкова Е.В., Мотчанова А.А. Применение современных технологий на солнечной энергии для повышения уровня безопасности движения пешеходов // Молодежный вестник ИРГТУ. 2022. Т. 12. № 2. С. 311–316. EDN: INIQKR.
3. Врубель Ю.А. Организация дорожного движения: в 2 ч. Минск: Белорусский фонд безопасности дорожного движения, 1996. Ч. 2. 306 с.

4. Донченко В.В., Трофименко Ю.В., Шаров М.И., Шелмаков С.В., Лобиков А.В., Чижова В.С. Методические основы организации экологических зон с низкими выбросами автомобильного транспорта: монография. СПб: Коста, 2023. 264 с.
5. Капский Д.В., Кузьменко В.Н., Коржова А.В., Горелик Е.Н., Полховская А.С. Совершенствование организации дорожного движения на магистральной улице общегородского значения // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. 2012. № 3. С. 15–20. EDN: TSCAQJ.
6. Капский Д.В., Пегин П.А., Головнич А.К., Иванов В.П. Аудит дорожного движения - инструмент повышения безопасности движения // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. 2018. № 3. С. 22–33. EDN: USPNV.
7. Капский Д.В., Кот Е.Н., Кабак С.В. Применение аудита безопасности дорожного движения на магистральных улицах городов // Автомобильные дороги и мосты. 2010. № 2 (6). С. 127–137. EDN: PWUXQO.
8. Левашев А.Г., Шаров М.И., Лебедева О.А., Лыткина А.А., Бутузова А.Б., Прокофьева О.С. [и др.] Транспортное планирование в развитии Иркутской агломерации // Проект Байкал. 2021. Т. 18. № 70. С. 94–98. <https://doi.org/10.51461/projectbaikal.70.1896>. EDN: QBYHCB.
9. Наумова Н.А. Метод определения задержек транспортных средств на перекрестках с учетом пешеходного движения // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 8. С. 116–120. EDN: XZBTIL.
10. Пospelов П.И., Костин С.В., Немчинов Д.М., Мартягин Д.С., Бахирев И.А., Косцов А.В. [и др.] Проектирование улиц и дорог в городах и городских округах. М.: Петрополис, 2022. 232 с. EDN: WLYUHM.
11. Абаев А.Х., Сивакова И.Н. Повышение безопасности на нерегулируемых пешеходных переходах // Науч.-техн. аспекты развития автотранспортного комплекса 2023. Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (заоч.-дист.) в рамках 9-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие» (г. Горловка, 25 мая 2023 г.). Горловка, 2023. С. 208–213. EDN: MHRWRQ.
12. Пугачев И.Н. Организация движения автомобильного транспорта в городах. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2005. 196 с. EDN: QNSVGZ.
13. Филиппов А.И., Трясицин А.П., Баранов Ю.Н., Катунин А.А. Исследование безопасности пешеходных переходов // Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие. Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Донецк, 29 октября 2021 г.). Донецк, 2021. С. 843–847. EDN: SNYSRI.
14. Свалова К.В. Повышение безопасности пешеходных переходов на основе оценки степени их освещенности в Центральном районе г. Чита // Транспортные сооружения. 2023. Т. 10. № 3. С. 1–18. <https://doi.org/10.15862/09SATS323>. EDN: YOGTSL.
15. Севостьянов Р.А. Вопросы детерминации дорожных конфликтов // Вопросы российского и международного права. 2020. Т. 10. № 2-1. С. 46–53. <https://doi.org/10.34670/AR.2020.93.2.007>. EDN: FLCVHO.
16. Сидорова А.А., Козлов В.В. Применение социологических методов исследования в практике организации прибрежных территорий (на примере г. Иркутска) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 4. С. 752–759. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-4-752-759>. EDN: JYMAEE.
17. Павлова Л.В., Сиукаев Р.И. Проекционные пешеходные переходы // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 86-2. С. 82–85. <https://doi.org/10.18411/trnio-06-2022-71>. EDN: TTBRCH.
18. Цариков А.А., Лихачев Д.В. Изучение суточной неравномерности движения пешеходов в промышленных зонах городов России // Воронежский научно-технический вестник. 2023. Т. 1. № 1. С. 83–93. <https://doi.org/10.34220/2311-8873-2023-83-93>. EDN: MLPAYY.
19. Чикалин Е.Н. Анализ задержек транспортных средств на нерегулируемых пешеходных переходах // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. № 9 (68). С. 168–174. EDN: PDCGDZ.
20. Шаров М.И., Лысенко В.Г., Добрынина В.С. Обзор и анализ методов обследования дорожного движения, использующих современные информационные, технологические и программные решения для регистрации значений основных параметров, характеризующих дорожное движение // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2022. № 16. С. 165–172. EDN: GOQXWY.
21. Штоцкий Г.П., Штоцкая А.А. Способы обеспечения безопасности пешеходов при переходе проезжей части // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте (ИИТМА-2020). Сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. с онлайн-участием (г. Кемерово, 07–10 декабря 2020 г.). Кемерово, 2020. С. 544–547. EDN: QCOUNK.

22. Юшина К.А. Конфликтные ситуации и их влияние на состояние аварийности на дорогах // Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения: состояния, проблемы, пути совершенствования. Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции (г. Орёл, 25–26 апреля 2024 г.). Орёл, 2024. С. 233–237. EDN: CSDOXD.
23. Karimov N.M., Pirov J.T., Mikhaylov A.Yu. Critical Headway and Follow-Up Time Analysis at Two-Lane Roundabouts // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 403. P. 1–11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340307015>.
24. Sharov M., Mikhailov A. Urban Transport System Reliability Indicators // Transportation Research Proceedings. 2017. Vol. 20. P. 591–595. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.095>.

REFERENCES

1. Artemov A.Yu., Dorokhin S.V. Measures to Reduce the Emergency Level at The Pedestrian Journeys of the Voronezh Region. In: *Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte. Materialy 5-oi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Information Technologies and Innovations in Transport. Materials of The 5th International Scientific and Practical Conference*. 22–23 May 2019, Oryol. Oryol; 2019. p. 205–208. (In Russ.). EDN: YVLWWR.
2. Volkova E.V., Motchanova A.A. Modern Solar-Powered Technologies Usage to Improve Pedestrian Safety. *Young Researchers' Journal of ISTU*. 2022;12(2):311-316. (In Russ.). EDN: INIQKR.
3. Vrubel' Yu.A. *Traffic Management: in 2 Parts*. Minsk: Belarusian Road Safety Foundation, 1996. P. 2. 306 p. (In Russ.).
4. Donchenko V.V., Trofimenko Yu.V., Sharov M.I., Shelmakov S.V., Lobikov A.V., Chizhova V.S. *Methodological Basis for Organizing Ecological Zones with Low Emissions from Motor Transport: Monograph*. Saint Petersburg: Costa, 2023. 264 p. (In Russ.).
5. Kapsky D.V., Kuzmenko V.N., Korzhova A.V., Gorelick E.N., Polkhovsky A.S. Improvement of Road Traffic On Main Street of City. *Vestnik of Polotsk State University. Part B. Industry. Applied Sciences*. 2012;3:15-20. (In Russ.). EDN: TSQAQJ.
6. Capski D.V., Pagin P.A., Golovnitsch A.K., Ivanov V.P. Audit of The Road – A Tool to Improve Safe Traffic News. *Vestnik of Polotsk State University. Part B. Industry. Applied Sciences*. 2018;3:22-33. (In Russ.). EDN: USPNSV.
7. Kapsky D.V., Kot E.N., Kabak S.V. Application of Road Traffic Safety Auditing in Main City Streets. *Avtomobil'nye dorogi i mosty*. 2010;2(6):127-137. (In Russ.). EDN: PWUXQO.
8. Levashev A.G., Sharov M.I., Lebedeva O.A., Lytkina A.A., Butuzova A.B., Prokofieva O.S. [et al.] The Role of Transport Planning in The Sustainable Development of the Irkutsk Agglomeration. *Project Baikal*. 2021;18(70):94-98. (In Russ.). <https://doi.org/10.51461/projectbaikal.70.1896>. EDN: QBYHCB.
9. Naumova N.A. The Method of Estimation of Transport Delays at Intersections Taking into Account Pedestrian Flows. *Modern High Technologies*. 2018;8:116-120. (In Russ.). EDN: XZBTIL.
10. Pospelov P.I., Kostin S.V., Nemchinov D.M., Martyakhin D.S., Bakhirev I.A., Kostsov A.V. [et al.] *Design of Streets and Roads in Cities and Urban Districts*. Moscow: Petropolis, 2022. 232 p. (In Russ.). EDN: WLYUHM.
11. Abaev A.Kh., Sivakova I.N. Increasing Safety at Unregulated Pedestrian Crossings. In: *Nauchno-tekhnicheskie aspekty razvitiya avtotransportnogo kompleksa 2023. Materialy I Kh Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (zaочно-distantionnaya) v ramkakh 9-go Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma Donetskoi Narodnoi Respubliki «Innovatsionnye perspektivy Donbassa: infrastrukturalnoe i sotsial'no-ekonomicheskoe razvitiye» = Scientific and Technical Aspects of the Development of the Motor Transport Complex 2023. Proceedings of The IX International Scientific and Practical Conference (In Absentia and Distance Learning) Within The Framework of The 9th International Scientific Forum of the Donetsk People's Republic «Innovative Prospects of Donbass: Infrastructure and Socio-Economic Development»*. 25 May 2023, Gorlovka. Gorlovka; 2023. p. 208–213. (In Russ.). EDN: MHRWRQ.
12. Pugachev I.N. *Organization of Road Transport Traffic in Cities*. Khabarovsk: Pacific State University, 2005. 196 p. (In Russ.). EDN: QNSVGZ.
13. Filippov A.I., Tryashtsin A.P., Baranov Yu.N., Katunin A.A. Pedestrian Crossing Safety Research. In: *Resursosberezhenie. Effektivnost'. Razvitiye. Materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Resource Conservation. Efficiency. Development. Proceedings of The VI International Scientific and Practical Conference*. 29 October 2021, Donetsk. Donetsk; 2021. p. 843–847. (In Russ.). EDN: SNYSRI.
14. Svalova K.V. Improving The Safety of Pedestrian Crossings Based On the Illumination Degree Assessment in The Central District of Chita City. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2023;10(3):1-18. (In Russ.). <https://doi.org/10.15862/09SATS323>. EDN: YOGTSL.
15. Sevost'yanov R.A. The Questions of Determination of Traffic Conflicts. *Matters of Russian and International Law*. 2020;10(2-1):46-53. (In Russ.). <https://doi.org/10.34670/AR.2020.93.2.007>. EDN: FLCVHO.

16. Sidorova A.A., Kozlov V.V. Application of Sociological Research Methods in Organising Coastal Territories (On an Example of Irkutsk). *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(4):752-759. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-4-752-759>. EDN: JYMAEE.
17. Pavlova L.V., Siukaev R.I. Projection Pedestrian Crossings. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2022;86-2:82-85. (In Russ.). <https://doi.org/10.18411/trnio-06-2022-71>. EDN: TTBRXC.
18. Tsarikov A.A., Likhachev D.V. Study of The Daily Unevenness of Pedestrian Traffic in Industrial Zones of Russian Cities. *Voronezh Scientific and Technical Bulletin*. 2023;1(1):83-93. (In Russ.). <https://doi.org/10.34220/2311-8873-2023-83-93>. EDN: MLPAYY.
19. Chikalin E.N. Analysis of Vehicle Delays at Non-Controlled Pedestrian Crossings. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2012;9(68):168-174. (In Russ.). EDN: PDCGDZ.
20. Sharov M.I., Lysenko V.G., Dobrynina V.S. Review and Analysis of Traffic Survey Methods Using Modern Information, Technological and Software Solutions for Registration of the Values of the Main Parameters Characterizing Road Traffic. *Bulletin of The Angarsk State Technical University*. 2022;16:165-172. (In Russ.). EDN: GOQXWY.
21. Shtotskiy G.P., Shtotskaya A.A. Ways to Ensure Pedestrian Safety When Crossing the Roadway. In: *Innovatsii v informatsionnykh tekhnologiyakh, mashinostroenii i avtotransporte (IITMA-2020). Sbornik materialov IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s onlain-uchastiem = Innovations in Information Technology, Mechanical Engineering and Motor Transport (IITMA-2020). Collection of Materials of The IV International Scientific and Practical Conference with Online Participation*. 07–10 December 2020, Kemerovo. Kemerovo; 2020. p. 544–547. (In Russ.). EDN: QCOUHK.
22. Yushina K.A. Conflict Situations and Their Impact On the Accident Rate On the Roads. In: *Upravlenie deyatel'nost'yu po obespecheniyu bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya: sostoyaniya, problemy, puti sovershenstvovaniya. Sbornik materialov XVIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Management of Activities to Ensure Road Safety: Conditions, Problems, Ways of Improvement. Collection of Materials of The XVIII International Scientific and Practical Conference*. 25–26 April 2024, Orel. Orel; 2024. p. 233–237. EDN: CSDOXD.
23. Karimov N.M., Pirov J.T., Mikhaylov A.Yu. Critical Headway and Follow-Up Time Analysis at Two-Lane Roundabouts. *E3S Web of Conferences*. 2023;403:1-11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340307015>.
24. Sharov M., Mikhailov A. Urban Transport System Reliability Indicators. *Transportation Research Procedia*. 2017;20:591-595. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.095>.

Информация об авторе

Чикалина Светлана Леонидовна,
к.т.н., доцент кафедры автомобильных дорог,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉ e-mail: chikalinasveta@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0003-9141-964X>
Author ID: 504538

Information about the author

Svetlana L. Chikalina,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor
of the Departments of Highways,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
✉ e-mail: chikalinasveta@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0003-9141-964X>
Author ID: 504538

Вклад автора

Автор выполнил исследовательскую работу,
на основании полученных результатов провел
обобщение, подготовил рукопись к печати.

Автор имеет на статью исключительные
авторские права и несет ответственность за
плагиат.

Contribution of the author

The author performed the research, made
generalization based on the results obtained
and prepared the copyright for publication.

Author has exclusive author's right and bear
responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта
интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный
вариант рукописи.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests regarding
the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved
by the author.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 09.01.2025.
Одобрена после рецензирования 23.01.2025.
Принята к публикации 24.01.2025.

Information about the article

The article was submitted 09.01.2025.
Approved after reviewing 23.01.2025.
Accepted for publication 24.01.2025.