

Н. А. Соколова

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛОЖНОСТИ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО ПЕРЕКРЕСТКА
ПО КОЛИЧЕСТВУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА НЕМ
УЧАСТНИКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Предложены понятия непосредственного, визуального, визуально-активного, визуально-пассивного, контактного и бесконтактного взаимодействия участников дорожного движения. Определено максимальное количество взаимодействий по всем направлениям нерегулируемого перекрестка. Определена сложность нерегулируемого перекрестка по количеству взаимодействий на нем участников дорожного движения.

Ключевые слова: взаимодействие, водитель, перекресток нерегулируемый, пешеход, происшествие дорожно-транспортное

Введение

Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) наиболее часто возникают в местах, где водители неожиданно сталкиваются с усложнением дорожных условий, которые вызывают необходимость изменения сформированных траекторий и скоростей движения. К таким местам относят пересечения улиц и дорог в одном уровне. Здесь происходят взаимные пересечения как транспортных потоков, так и транспортных и пешеходных потоков [1, 2].

Нерегулируемые пересечения дорог и улиц в одном уровне являются для водителей и пешеходов наиболее сложными участками улично-дорожной сети. Здесь происходит изменение режима движения транспортных и пешеходных потоков, т. к. участникам дорожного движения (УДД) не всегда известны намерения других водителей или пешеходов, которые несвоевременно выполняют перестроение, или требования подачи световых сигналов о готовящемся повороте и т. д. [3, 4].

Поэтому анализ поведения УДД на данных транспортных развязках, а также их взаимодействие между собой, позволит определить сложность нерегулируемого перекрестка в зависимости от его планировочного типа. Что позволит в дальнейшем определить факторы, влияющие на безопасность дорожного движения на нерегулируемых перекрестках.

Анализ последних исследований

Существующие методы определения опасности нерегулируемых перекрестков в основном направлены на выявление возможности возникновения ДТП, а не на сложность восприятия УДД дорожной обстановки на площади перекрестка. Статистический метод [5] основан на анализе статистических данных по влиянию на аварийность типовых мероприятий по изменению условий движения; метод конфликтных точек [3, 4, 5] основан на определении числа и типа конфликтных точек, которые по степени опасности (в порядке убывания) делятся на пересечения, слияния и отклонения. Оценка безопасности в основном осуществляется по сумме произведений числа конфликтных точек на степень их опасности; метод конфликтных ситуаций [6–9] основан на экспериментальном определении числа видимых опасных (конфликтных) ситуаций на реально существующем перекрестке, которые с определенной для данного вида конфликта закономерностью возникают в несколько раз чаще, чем происходят аварии, с последующим пересчетом числа таких ситуаций на число аварий при помощи соответствующих коэффициентов приведения. В [10] предложено усовершенствовать метод конфликтных точек с учетом пешеходного движения, однако принятый автором коэффициент для расчета такого конфликта не достаточно обоснован.

Цель исследования – анализ взаимодействия УДД на площади нерегулируемого перекрестка, как элемента метода конфликтных ситуаций, который позволит определить сложность такого перекрестка как по восприятию его УДД, так и определить факторы, влияющие на их поведение.

Основной материал исследования

Перекресток – это место на улично-дорожной сети, где происходит взаимодействие всех УДД. Это обусловлено выбранными направлениями движения как пешеходами, так и водителями транспортных средств. При этом траектории движения УДД могут не отличаться от траекторий движения на подходах к перекрестку (движение прямо), а могут изменяться (поворот влево, вправо и переход проезжей части пешеходами). В любом случае происходит взаимодействие УДД на площади перекрестка.

Из определения термина «взаимодействие» можно отметить, что оно между УДД может быть как непосредственным (физическое взаимодействие, т. е. удар), так и визуальным. Визуальное взаимодействие, в свою очередь, можно разделить на визуально-пассивное и на визуально-активное.

Под визуально-пассивным взаимодействием предлагается понимать визуальный контакт УДД, находящихся на площади перекрестка, но такое взаимодействие не влияет на безопасность дорожного движения на перекрестке. К такому взаимодействию можно отнести пешеходов, которые движутся по тротуарам вдоль проезжей части. Они попадают в поле зрения всех УДД, но никак не влияют на их дальнейшее поведение. Так же как и транспортные средства, проезжающие мимо пешеходов, идущих по тротуару, не влияют на поведение пешеходов.

Под визуально-активным взаимодействием будем понимать влияние поведения одного УДД, попавшего в поле зрения другого УДД, на поведение последнего. В свою очередь визуально-активное взаимодействие можно разделить на бесконтактное и контактное взаимодействие. При последнем (контактном) происходит непосредственно дорожно-транспортное происшествие с различной степенью тяжести.

Анализ взаимодействия УДД между собой позволил отметить важные их признаки: изменение траектории движения одного, двух или более УДД; изменение скорости движения одного, двух или более УДД; одновременное выполнение первого и второго действия.

Поскольку основными УДД в пределах перекрестка являются водители транспортных средств и пешеходы [11], то целесообразно будет взаимодействия, возникающие между УДД, разделить по этим признакам. В соответствии с этим существуют следующие виды взаимодействия: транспортное средство – транспортное средство; транспортное средство – пешеход.

Для перекрестков, согласно статистическим данным, характерны и дорожно-транспортные происшествия, в которых происходит взаимодействие нескольких участников дорожного движения, например, наезд на пешехода и столкновение транспортных средств вследствие изменения траектории движения транспортного средства, которое выполнило наезд на пешехода. Если учесть частные случаи взаимодействия вышеуказанных участников дорожного движения, можно перейти к рассмотрению более сложных ситуаций. Поэтому дальнейшие исследования будут направлены на определение параметров и характеристик попарных взаимодействий участников дорожного движения на площади нерегулируемых перекрестков.

1. Взаимодействие «транспортное средство (водитель) – пешеход». На перекрестках взаимодействие пешехода и транспортного средства происходит вследствие пересечения пешеходом проезжей части. Поэтому необходимо рассмотреть возможные способы пешеходом пересечения проезжей части. Во-первых, это может произойти как по пешеходному переходу, где пешеход имеет право преимущества в движении, так и не по пешеходному переходу.

Во-вторых, пешеход может вступать во взаимодействие с транспортным средством, движущимся как в одном направлении, так и в другом (транспортные потоки противоположных направлений). В-третьих, пешеход может пересекать проезжую часть как под прямым углом, руководствуясь правилами дорожного движения, так и под любым другим углом, нарушая их. Поэтому водитель должен учитывать все возможные варианты поведения пешехода в пределах площади перекрестка, чтобы предотвратить возможность возникновения ДТП.

2. Взаимодействие «транспортное средство (водитель) – транспортное средство (водитель)». Между транспортными средствами в пределах перекрестка происходят маневры слияния, разделения и пересечения. Поэтому и взаимодействие транспортных средств можно рассматривать с этих позиций. Как отдельная характеристика, может рассматриваться взаимодействие при попутном столкновении, когда водители не придерживаются безопасного интервала движения между транспортными средствами. При движении по перекрестку происходит взаимодействие транспортного средства между транспортным средством своего направления и транспортным средством конфликтного направления. Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что попадая на площадь перекрестка, все УДД попадают в определенное взаимодействие. Это взаимодействие может привести к любым последствиям (аварийная ситуация или дорожно-транспортное происшествие) или никак не повлиять на дорожное движение на перекрестке. Поэтому в дальнейшем необходимо рассмотреть этапы взаимодействия участников дорожного движения и этапы возникновения ДТП на перекрестке.

Как было сказано ранее, существует контактное и бесконтактное взаимодействие. По определению, контактное взаимодействие и является местом возникновения дорожно-транспортного происшествия. Анализируя этапы возникновения ДТП, можно сделать вывод, что по очередности сначала идет бесконтактное взаимодействие, а затем контактное.

Рассмотрим причины и этапы возникновения ДТП.

1. Двигаясь по перегонам дорог (участки дорог между перекрестками), водитель управляет транспортным средством с относительно постоянной скоростью и практически не оказывает влияния на рулевое колесо. Т. е. наблюдаем безопасное движение.

2. Приближаясь к перекрестку, водитель ожидает возможный контакт между транспортными средствами как своего направления, так и конфликтного направления, а также наличие пешеходного движения и, как следствие, повышает уровень внимания. Т. е. можно отметить зону повышения внимания, в которую въезжает водитель.

3. При попадании в поле зрения водителя движущегося пешехода или другого транспортного средства (УДД еще не знают намерений друг друга) наступает опасная ситуация.

4. Ситуация повышенной опасности наступает, когда УДД, надеясь на то, что кто-то уступит проезд или переход проезжей части (для пешеходов), продолжают движение. В этот момент наблюдается соблюдение или нарушение Правил дорожного движения УДД, вступивших в конфликт (бесконтактное взаимодействие). Это очень важный момент, поскольку большинство пешеходов (согласно статистическим данным) не придерживаются Правил дорожного движения (ПДД) по причине их незнания или нежелания выполнять. Вследствие этого на перекрестках происходит значительное количество ДТП – наезд на пешехода.

5. На этапе, когда водитель или пешеход понимают, что ни один из них не собирается уступить движение, – наступает предаварийная ситуация. В этот момент УДД, которые стали потенциальными участниками ДТП, стараются предотвратить его возникновение (изменяют скорость или траекторию движения). Вследствие этих действий ДТП может произойти, но его можно и избежать.

6. Аварийная ситуация – возникновение ДТП.

Таким образом, необходимо анализировать факторы, которые влияют на поведение УДД, т. е. позволяют выполнить проезд (переход) нерегулируемого перекрестка без нарушения ПДД или с их нарушением.

Однако поведение УДД на перекрестке может носить достаточно непредвиденный ха-

ракти. Поэтому необходимо рассмотреть его более детально.

Поведение водителей, движущихся по главному и второстепенным направлениям будет существенно отличаться. При движении по главному направлению, водитель транспортного средства, подъезжающего к нерегулируемому перекрестку, незначительно снижает скорость движения или повышает внимание с целью возможности внезапного снижения скорости, поскольку имеет преимущество в движении. В случае внезапного появления на конфликтном направлении транспортного средства, не выполнившего требования уступить дорогу, водитель транспортного средства главного направления может выполнить следующие действия:

- значительно увеличить скорость движения с целью проехать перекресток быстрее транспортного средства конфликтного направления. Такое поведение может привести как к предотвращению возникновения ДТП, так и к его возникновению;

- резко уменьшить скорость движения с целью уступить дорогу транспортному средству, движущемуся по конфликтному направлению. Результатом такого поведения могут быть следующие ситуации: а) водитель не успел уступить дорогу и произошло ДТП – столкновение транспортных средств конфликтных направлений; б) водитель успел уступить дорогу транспортному средству конфликтного направления – ДТП удалось избежать; в) водитель уступил право движения транспортному средству конфликтного направления, но в результате резкого внезапного снижения скорости движения (а возможно и полной остановки транспортного средства) водитель, движущийся сзади, не успел отреагировать на ситуацию и, как результат, произошло ДТП – попутное столкновение; г) водитель, пытаясь уступить право проезда транспортному средству конфликтного направления, не рассчитал скорость приближающегося транспортного средства, не смог избежать столкновения, а водитель транспортного средства, движущегося сзади, не успел отреагировать на ситуацию – возникновение ДТП с несколькими участниками;

- изменение направления движения с целью избегания столкновения. Данное поведение может привести к следующим последствиям: а) столкновение с транспортным средством, вступившим в конфликт, или с другим транспортным средством, которое в тот момент пересекало перекресток; б) наезд на пешехода, находящегося в пределах перекрестка; в) наезд на неподвижное препятствие; г) одновременное возникновение ДТП, приведенных выше; д) избежание ДТП. Данный вид поведения является наиболее опасным в пределах нерегулируемого перекрестка, особенно при значительных интенсивностях движения транспортных потоков и пешеходов [12, 13]. Избежание ДТП при таком маневре водителя можно считать случайностью.

Кроме транспортных средств в конфликт могут вступать также пешеходы. При появлении на краю проезжей части пешехода водитель может выполнить следующие действия:

- уменьшить скорость движения или полностью остановиться. Данное действие выполняется при наличии пешеходного перехода. В этом случае пешеход свободно пересекает проезжую часть. При выполнении данного действия может возникнуть попутное столкновение, если водитель транспортного средства, движущегося сзади, не успел отреагировать на появление пешехода (например недостаточная видимость) или не придерживался безопасного интервала движения;

- повысить скорость движения с целью быстрее проехать пешеходный переход, чем по нему пройдет пешеход. В этом случае наблюдается нарушение правил дорожного движения, но наезд на пешехода может как произойти, так его можно и избежать. Это зависит от поведения пешехода, которое будет рассмотрено далее;

- продолжить движение с той же скоростью. При отсутствии пешеходного перехода – это наиболее вероятное поведение. При наличии пешеходного перехода, выполняя такое действие, водитель нарушает ПДД. В этом случае возникает вероятность возникновения ДТП – наезд на пешехода.

При движении по второстепенному направлению водитель должен выполнить требование предоставления приоритета в движении транспортному средству главного направления. Однако при подъезде к перекрестку у водителя транспортного средства, движущегося по второстепенному направлению, может быть следующее поведение.

– Водитель, подъезжая к перекрестку, снижает скорость движения с возможной полной остановкой транспортного средства. Далее он должен дождаться безопасного интервала между транспортными средствами, движущимися по главному направлению, чтобы продолжить движение. В этом случае возможны следующие варианты поведения: а) водитель дождался безопасного интервала чтобы проехать перекресток; б) водитель из-за недостаточного опыта или стажа вождения недооценил интервал между транспортными средствами главного направления и начал движение. В этом случае возникает ДТП, если водитель транспортного средства главного направления не успел отреагировать (поведение водителя главного направления уже было рассмотрено); в) в связи с высокой интенсивностью движения на главном направлении у водителя транспортного средства, ожидающего безопасный интервал, не хватает терпения и он пытается выполнить маневр, когда значение интервала движения между транспортными средствами главного направления приближается к критическому. В этом случае ДТП может и не возникнуть, если водитель успеет проехать, или прореагирует водитель транспортного средства, движущегося по главному направлению, путем снижения скорости. В противном случае произойдет ДТП.

– Поведение водителя транспортного средства, движущегося по второстепенному направлению при появлении на краю проезжей части пешехода, не будет отличаться от поведения водителя транспортного средства, движущегося по главному направлению.

Рассмотрим поведение пешехода, который пытается пересечь проезжую часть. При наличии пешеходного перехода пешеход имеет преимущество при пересечении проезжей части. Однако его поведение будет зависеть от поведения другого УДД – водителя транспортного средства, приближающегося к пешеходному переходу.

При переходе проезжей части по пешеходному переходу пешеход может выполнить следующие действия:

– пешеход останавливается на краю проезжей части с целью оценить дорожную ситуацию. После этого выполняет безопасный переход через проезжую часть;

– пешеход, уверенный, что его должны пропустить водители транспортных средств, согласно ПДД, продолжает движение через проезжую часть. В этот момент может возникнуть следующая ситуация: а) водитель, выполнив ПДД, уступает дорогу пешеходу; б) водитель, намереваясь придерживаться ПДД, пытается избежать ДТП, но расстояние до пешехода меньше расстояния тормозного пути автомобиля и ему не удается избежать наезда на пешехода. В то же время пешеход также должен среагировать на приближение транспортного средства во время движения по пешеходному переходу: увеличить или снизить скорость движения, возвратиться к краю проезжей части, изменить траекторию движения. Такое поведение может помочь избежать ДТП, а может, наоборот, привести к еще более тяжелым его последствиям; в) водитель, не выполнив ПДД, продолжает движение. В этом случае появляется возможность наезда на пешехода, если последний своим поведением не сможет его избежать.

Таким образом, анализируя поведение УДД в пределах перекрестка, можно отметить, что для более детальной его оценки необходимо рассматривать попарное взаимодействие УДД: Водитель главного направления ↔ Водитель второстепенного направления; Водитель главного направления ↔ Водитель главного направления; Водитель второстепенного направления ↔ Водитель второстепенного направления; Водитель главного направления ↔ Пешеход; Водитель второстепенного направления ↔ Пешеход.

Анализируя вышеприведенные варианты поведения УДД, можно отметить, что ДТП происходит, как правило, при нарушении ПДД участником или участниками дорожного

движения. Поэтому основной задачей дальнейших исследований должно стать определение причин, которые вынуждают УДД нарушать ПДД и вступать в опасное взаимодействие.

Возможность выбора варианта поведения УДД при возникновении опасной ситуации зависит от количества одновременных взаимодействий между ними. То есть, чем больше полос движения на перекрестке, чем больше интенсивность транспортного и пешеходного потоков, тем сложнее водителю выбрать правильное, наиболее безопасное поведение для данной конкретной ситуации. Таким образом, принятие УДД правильного решения зависит от степени его загруженности (зрительной, повышения внимания и т. п.) при проезде перекрестка. Это связано с тем, что он должен предусмотреть поведение всех УДД в пределах перекрестка, которые вступили с ним во взаимодействие.

Рассмотрим самый простой Т-образный перекресток с двумя полосами движения на конфликтных направлениях (рисунок 1).

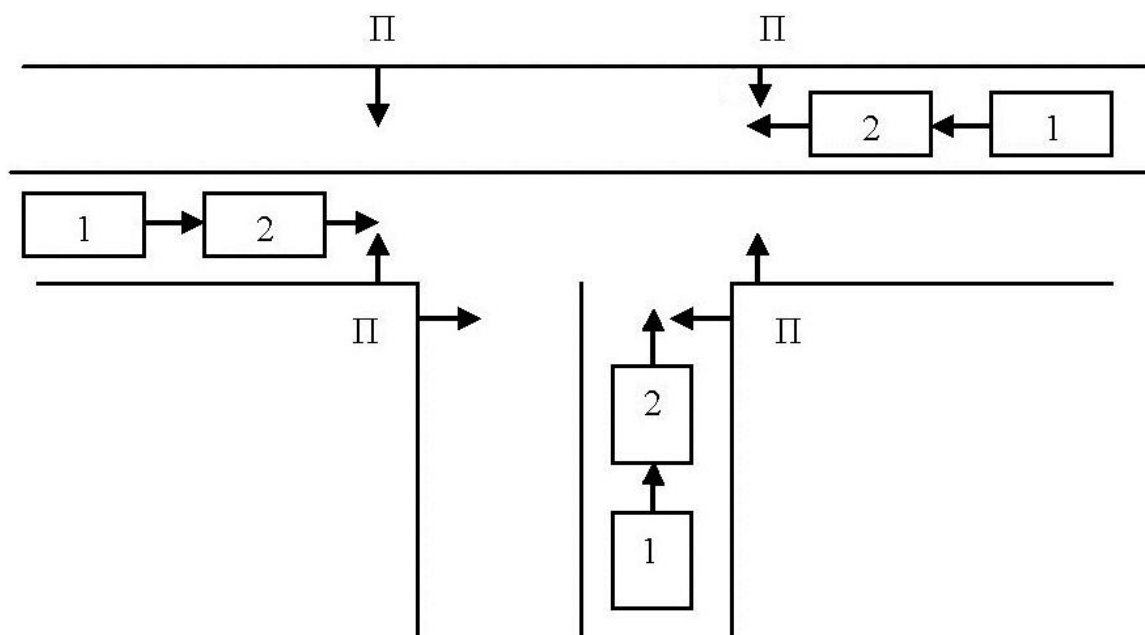


Рисунок 1 – Схема взаимодействия УДД на нерегулируемом Т-образном перекрестке с двумя полосами движения на конфликтных направлениях

Подъезжая к перекрестку, водитель вступает во взаимодействие с транспортными средствами своего направления (позиция 1, рисунок 1). Попадая на площадь перекрестка, водитель уже начинает взаимодействовать с транспортными средствами конфликтного направления. Одновременно в его поле зрения может попасть два транспортных средства, которые движутся по конфликтным направлениям (для транспортного средства второстепенного направления), одно транспортное средство, движущееся навстречу, а также одно транспортное средство конфликтного (второстепенного) направления (для транспортного средства главного направления). Одновременно в поле зрения водителя могут попасть и пешеходы, которые готовятся перейти через проезжую часть. На рисунке 1 видно, что при одновременном пересечении пешеходами проезжей части по всем направлениям, в поле зрения водителя может попасть максимум 4 человека, независимо от вида маневра транспортного средства в пределах перекрестка.

Следует отметить, что это максимальное количество пешеходов, которые одновременно могут оказаться у края проезжей части для осуществления ее перехода, а также максимальное количество транспортных средств, движущихся по перекрестку по всем направлениям одновременно, – маловероятная ситуация. Точно также и появление только одного человека для пересечения проезжей части носит вероятностный характер, поскольку в данном случае может быть сформирована группа из 2, 3 и более человек. Это еще больше за-

гружает зрительное восприятие водителем дорожной ситуации на перекрестке.

Исследования показывают [14], что когда в одном направлении собираются перейти проезжую часть два и более пешеходов, водитель эту группу людей воспринимает как один целостный объект, вступающий с ним в конфликт. Поэтому максимальное количество пешеходов, или их групп, которые могут привлечь внимание водителя на данном типе перекрестка, равняется четырем [15].

Таким образом, общее количество объектов, которые вступают во взаимодействие с водителем транспортного средства, движущегося по Т-образному перекрестку с двумя полосами движения в каждом направлении, равняется: $1 + 2 + 4 = 7$ объектов.

Рассмотрим Т-образный перекресток с четырьмя полосами движения на главном направлении и с двумя на второстепенном (рисунок 2).

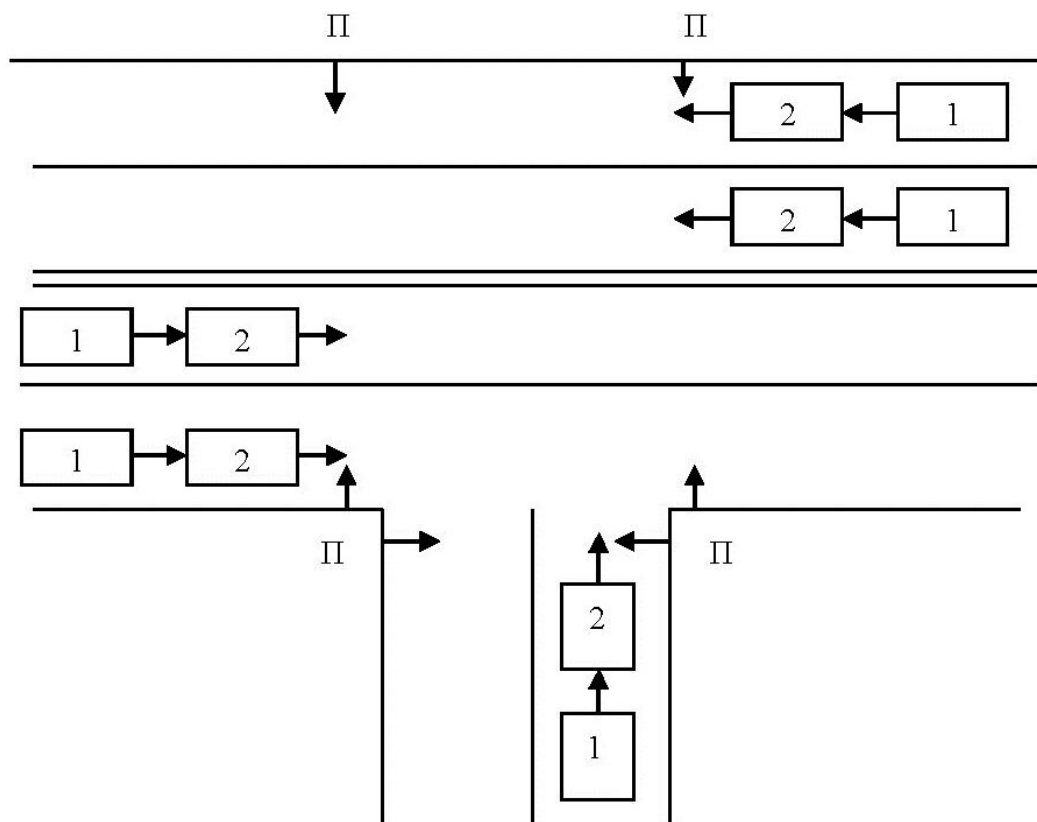


Рисунок 2 – Схема взаимодействия УДД на Т-образном перекрестке с четырьмя полосами движения на главном направлении и с двумя на второстепенном

Подъезжая к перекрестку, водитель главного направления, как и в предыдущем случае, взаимодействует с транспортными средствами своего направления, которые движутся впереди (позиция 1, рисунок 2). В случае нарушения правил дорожного движения, когда водитель не успел своевременно выполнить перестроение и занять нужную полосу, он начинает взаимодействовать с транспортным средством, движущимся по соседней полосе. Таких транспортных средств может быть несколько, так как водитель будет ожидать удобного момента для выполнения перестроения. В этом случае можно сделать ограничение и допустить, что непосредственный контакт или взаимодействие водителя, ожидающего перестроения, будет между двумя транспортными средствами, между которыми и будет выполнен маневр смены полосы движения. Таким образом, максимальное количество взаимодействий на главном направлении (при двух полосах) в момент подхода к перекрестку будет равно трем.

Исследовав аналогично взаимодействие УДД по другим типам перекрестков, сведем результаты в таблицу 1.

Таблица 1 – Количество взаимодействий между УДД на нерегулируемых перекрестках различных планировочных типов

Тип перекрестка, количество полос (главное направление/второстепенное направление)	Главное направление				Второстепенное направление			
	На подходах	На площади перекрестка	С пешеходами	Σ	На подходах	На площади перекрестка	С пешеходами	Σ
Т-образное, 1/1	1	2	4	7	1	2	4	6
Т-образное, 2/1	3	3	4	10	1	3	4	8
Т-образное, 2/2	3	3	4	10	3	3	4	10
Т-образное, 3/1	3	4	4	11	1	4	4	9
Т-образное, 3/2	3	4	4	11	3	4	4	11
Крестообразное, 1/1	1	3	4	8	1	3	4	8
Крестообразное, 2/2	3	6	4	13	3	5	4	12
Крестообразное, 2/1	3	4	4	11	1	4	4	9
Крестообразное, 3/1	3	5	4	12	1	5	4	10
Крестообразное, 3/2	3	7	4	14	3	6	4	13

Количество взаимодействий зависит от направления движения при проезде перекрестка. В данном случае были рассмотрены маневры, которые обуславливают наибольшее количество контактов между УДД, которые находятся на площади перекрестка.

Анализируя данные таблицы 1, можно отметить, что с увеличением полос движения по каждому направлению типичных схем нерегулируемых перекрестков в одном уровне, количество взаимодействий УДД нелинейно увеличивается, а темп их увеличения меньше количества полос движения. Таким образом, с увеличением числа полос движения концентрация взаимодействий УДД на площади нерегулируемого перекрестка и на его подходах увеличивается нелинейно.

Также проведенный анализ показал, что количество взаимодействий с пешеходами не зависит от планировочного типа перекрестка и количества полос движения на конфликтных направлениях. К тому же в поле зрения водителя попадает не более четырех пешеходов (групп пешеходов), какой бы вид маневра он не выполнял на перекрестке.

Для определения сложности нерегулируемого перекрестка, в зависимости от его планировочного типа, предлагается выбрать максимальное количество взаимодействий, в которые вступает водитель транспортного средства, при проезде нерегулируемого перекрестка. Объясняется это тем, что водитель не может одновременно находиться на двух конфликтующих направлениях, и в то же время он заблаговременно не знает по какому направлению он будет пересекать площадь нерегулируемого перекрестка – по главному или второстепенному. Таким образом, получим следующие ранги сложности перекрестков по их планировочным типам (таблица 2).

Таблица 2 – Сложность нерегулируемого перекрестка по количеству взаимодействий УДД на нем в зависимости от его планировочного типа

Тип перекрестка, количество полос (главное направление/ второстепенное направление)	Максимальное количество взаимодействий одного из конфликтных направлений	Сложность узла
Т-образное, 1/1	7	7
Т-образное, 2/1	10	5
Т-образное, 2/2	10	5
Т-образное, 3/1	11	4
Т-образное, 3/2	11	4
Крестообразное, 1/1	8	6
Крестообразное, 2/2	13	2
Крестообразное, 2/1	11	4
Крестообразное, 3/1	12	3
Крестообразное, 3/2	14	1

Из таблицы 2 видно, что наиболее простыми являются нерегулируемые перекрестки, на которых по одной полосе движения в конфликтующих направлениях. Далее сложность перекрестка увеличивается прямо пропорционально, но не линейно, увеличению количества полос по каждому из направлений. Наиболее сложной транспортной развязкой в одном уровне является крестообразный перекресток с тремя полосами движения по главному направлению и с двумя полосами движения по второстепенному направлению.

Полученные данные могут являться основанием для дальнейшего расчета опасности нерегулируемого перекрестка с учетом интенсивности движения транспортного и пешеходного потоков на нем, с целью прогнозирования возможного количества ДТП. Это позволит в дальнейшем разработать мероприятия по повышению безопасности дорожного движения на нерегулируемых перекрестках.

Также из таблицы 2 видно, что Т-образные нерегулируемые перекрестки имеют одинаковый ранг сложности, независимо от количества полос движения по второстепенному направлению, т. е. на степень сложности Т-образного нерегулируемого перекрестка в первую очередь влияет количество полос движения по главному направлению.

Интересным фактом оказалось то, что нерегулируемый перекресток с двумя полосами движения в каждом направлении является более сложным по количеству взаимодействий, чем нерегулируемые перекрестки с тремя полосами движения по главному направлению.

Выводы

Анализ поведения участников дорожного движения показал, что при повышении безопасности проезда нерегулируемого перекрестка необходимо учитывать факторы, которые влияют на поведение участников дорожного движения, т. е. позволяют выполнить проезд (переход) нерегулируемого перекрестка без нарушения Правил дорожного движения или с их нарушением.

Также было проанализировано поведение участников дорожного движения на площади нерегулируемого перекрестка. Анализ показал, что при определении сложности нерегулируемого перекрестка по количеству взаимодействий участников дорожного движения необходимо рассматривать их попарное взаимодействие с разделением по направлениям движения.

В качестве критерия степени сложности нерегулируемого перекрестка, на основе анализа всех видов взаимодействий, предложено максимальное количество взаимодействий по одному из конфликтных направлений движения. Таким образом, определена сложность каждого нерегулируемого перекрестка в зависимости от количества взаимодействий участников дорожного движения на нем.

Список литературы

1. Шестокас, В. В. Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах / В. В. Шестокас, Д. С. Самолов. – М. : Транспорт, 1987. – 207 с.
2. Карась, Ю. В. Транспортные потоки и безопасность движения на автомобильных дорогах / Ю. В. Карась. – Казань : КХТИ им. С. М. Кирова, 1987. – 248 с.
3. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов : учеб. для студентов вузов / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1990. – 240 с.
4. Пугачев, И. Н. Организация и безопасность движения : учеб. пособие / И. Н. Пугачев. – Хабаровск : Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. – 232 с.
5. Системологія на транспорті. Кн. IV. Організація дорожнього руху / М. Ф. Дмитриченко [та ін.]. – К. : Знання України, 2005. – 452 с.
6. Rappoport, H. A. Die Ausbildung Plangeicher Knotenpunkte im Landstrassennetz / H. A. Rappoport // Strassen und Tiefbau. – 1955. – № 8. – P. 499–510.
7. The Swedish Traffic Conflict Technique [Электронный ресурс] / Department of Technology and Society Lund University in Sweden. – Режим доступа : http://www.tft.lth.se/fileadmin/tft/dok/Brochure_ConflictTechnique.pdf.
8. Archer, J. Traffic Conflict Technique: Historical to Current State-of-the-Art [Электронный ресурс] / J. Archer / Institutionen för Infrastruktur KTH. – Stockholm, 2011. – Режим доступа : http://www.ctr.kth.se/publications/ctr2001_05.pdf.
9. Hydén, C. Evaluation of Traffic Safety, Based on Micro-Level Behavioural Data: Theoretical Framework and First Implementation [Электронный ресурс] / C. Hydén, A. Lareshyn, Å. Svensson // Accident Analysis and Prevention. – Elsevier, 2012. – Режим доступа : http://www.tft.lth.se/fileadmin/tft/video_in_traffic/Publications/Lareshyn_Svensson_Hyden_2010.pdf.
10. Аналіз аварійності на автотранспорті в Україні і підприємствах нафтогазового комплексу. Дослідження складності перехрестя / Ф. В. Козак, Т. В. Дикун, Б. В. Долішній, В. І. Гук // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ / Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. – 2012. – № 3 (44).
11. Бандрівський, М. І. Правила та безпека дорожнього руху / М. І. Бандрівський, Є. Є. Приймак. – Львів : Світ, 1997. – 216 с.
12. Хомяк, Я. В. Организация дорожного движения / Я. В. Хомяк. – К. : Вища школа, 1986. – 271 с.
13. Иларионов, В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / В. А. Иларионов. – М. : Транспорт, 1989. – 255 с.
14. Галаса, П. В. Экспертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / П. В. Галаса. – К. : Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.
15. Якубенко, Н. В. Дорожно-транспортные происшествия в антропотехнической системе «Дорожное движение» / Н. В. Якубенко. – Тюмень, 2001. – 240 с.

Н. А. Соколова

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Определение сложности нерегулируемого перекрестка

по количеству взаимодействий на нем участников дорожного движения

Нерегулируемые перекрестки улиц в одном уровне, несмотря на их незначительную долю на улично-дорожной сети, являются местами концентрации дорожно-транспортных происшествий. Это свидетельствует о необходимости внимания внедрять больше мероприятий по повышению их безопасности.

В качестве предмета исследования выбрано взаимодействие участников дорожного движения на площади нерегулируемого перекрестка. Предложены понятия непосредственного и визуального взаимодействия, визуально-активного и визуально-пассивного взаимодействия, контактного и бесконтактного взаимодействия. Определено, что основными причинами возникновения дорожно-транспортного происшествия на нерегулируемом перекрестке является нарушение Правил дорожного движения одним или несколькими участниками дорожного движения.

Проанализировано поведение участников дорожного движения на площади нерегулируемого перекрестка. Предложено рассматривать следующие попарные взаимодействия: Водитель главного направления ↔ Водитель второстепенного направления; Водитель главного направления ↔ Водитель главного направления; Водитель второстепенного направления ↔ Водитель второстепенного направления; Водитель главного направления ↔ Пешеход; Водитель второстепенного направления ↔ Пешеход.

Для основных планировочных типов перекрестков определено и рассчитано максимальное количество

взаимодействий по главному и второстепенному направлениям. В качестве критерия степени сложности нерегулируемого перекрестка, на основе анализа всех видов взаимодействий, предложено максимальное количество взаимодействий по одному из конфликтных направлений движения. Таким образом определена сложность каждого типа нерегулируемого перекрестка в зависимости от количества взаимодействий участников дорожного движения на нем.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, ВОДИТЕЛЬ, ПЕРЕКРЕСТОК НЕРЕГУЛИРУЕМЫЙ, ПЕШЕХОД, ПРОИСШЕСТВИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ

N. A. Sokolova
Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
**Determination of the Unsupervised Crossing Complexity on the Interaction Number
of Traffic Users**

Grade unsupervised crossings in spite of their small proportion in network of streets are the places of traffic accidents concentration. It shows the necessity of attention to introduce more measures on their safety improvement.

Traffic users' interaction on the unsupervised crossing area is chosen as the subject of the study. Notions of direct and visual interaction, visually active and visually passive interaction, contact and contactless interaction are suggested. It is determined that the main causes of traffic accidents on the unsupervised crossing are the violation of traffic rules by one or some traffic users.

Behavior of traffic users on the unsupervised crossing area is analyzed. It is suggested to consider following pairwise interaction: a driver of principal direction ↔ a driver of minor direction; a driver of principal direction ↔ a driver of principal direction; a driver of minor direction ↔ a driver of minor direction; a driver of principal direction ↔ a pedestrian; a driver of minor direction ↔ a pedestrian.

For main planning types of crossings, maximum number of interactions in principal and minor directions are calculated. As a criterion of the unsupervised crossing complexity degree based on the analysis of all types of interactions, maximum number of interactions in one of conflict traffic directions is suggested. Therefore, complexity of each type of the unsupervised crossing depending on the interaction number of traffic users on it is determined.

INTERACTION, DRIVER, UNSUPERVISED CROSSING, PEDESTRIAN, TRAFFIC ACCIDENT

Сведения об авторе

Н. А. Соколова

SPIN-код: 1356-9696

Телефон: +380 (50) 706-45-85

Эл. почта: natawyna@yandex.ru

Статья поступила 14.12.2016

© Н. А. Соколова, 2017

Рецензент: А. Н. Дудников, канд. техн. наук, доцент АДИ ГОУВПО «ДонНТУ»