

критерий оценки качества функционирования улично-дорожных сетей / А. Ю. Михайлов. – Текст: непосредственный // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2004. – № 2. – С. 50-53.

6. Полтавская, Ю. О. Моделирование продолжительности движения по маршруту с учетом характеристик улично-дорожной сети

/ Ю. О. Полтавская, О. А. Лебедева. – Текст: непосредственный // В книге: Новые информационные технологии в исследовании сложных структур. материалы Тринадцатой Международной конференции. Томский государственный университет. Томск. – 2020. – С. 101-102.

УДК 656.021, 656.11

Гантимурова Юлия Олеговна,

к.т.н., доцент, доцент кафедры «Управление на автомобильном транспорте»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА НА ИССЛЕДУЕМОМ УЧАСТКЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Gantimurova Y.O.

JUSTIFICATION SPEED LIMIT ON THE STUDY SECTION OF ROAD NETWORK

Аннотация. В статье рассматривается практическое применение методики обоснования ограничения скоростного режима на исследуемом участке улично-дорожной сети, поскольку превышение скорости применительно к конкретным условиям движения влияет на количество и тяжесть дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, ограничение скоростного режима, безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие.

Abstract. The article examines the practical application of the methodology for justifying speed limits on the studied section of the road network, since speeding in relation to specific traffic conditions affects the number and severity of road accidents.

Keywords: road network, speed limit, road safety, road accident.

Превышение скорости считается одним из основных факторов дорожного движения, влияющим не только на вероятность попасть в дорожно-транспортное происшествие (ДТП), но и на тяжесть его последствий [1-3]. Установление безопасного скоростного режима способствует сокращению количества ДТП с тяжелыми последствиями, однако превышение скорости остается на первом месте в списке причин его возникновения [3]. Влияние скоростного режима на тяжесть последствий обусловлено следующими ключевыми моментами:

- на большой скорости ухудшается восприятие зрительной информации водителем, что препятствует адекватной оценке дорожной обстановки;

- замедляется реакция водителя, возрастает вероятность создания аварийно-опасной ситуации и невозможности предотвращения негативного развития событий;

- тормозной путь транспортного средства (ТС) напрямую зависит от скорости движения (при скорости 100 км/ч величина

тормозного пути составляет около 28 м, а при 50 км/ч – около 15 м);

- чем выше скорость транспортного средства, тем больше его кинетическая энергия, поэтому при ДТП на большой скорости существенно увеличивается тяжесть последствий;

- нарушая скоростной режим, водитель вводит в заблуждение других участников движения (пешеход рассчитывает, что транспортное средство движется с разрешенной скоростью, и неправильно оценивает время для перехода проезжей части) [4].

В работах авторов [1, 2, 5] отмечается, что соблюдение ограничений скорости положительно влияет на повышение безопасности дорожного движения. Стоит понимать, что основная цель ограничения скоростного режима заключается в повышении безопасности и улучшения среды обитания, повышении удобства и комфорта.

Соответствующая скорость движения устанавливается для каждого типа или участка дороги в соответствии с ее кон-

структурными особенностями. На скорость также влияют время управления транспортным средством, организация труда и отдыха водителей на предприятиях, социальные и психологические особенности участников дорожного движения, и другие человеческие факторы. Оценка риска вождения субъективна для каждого водителя и состоит из двух частей. Первая часть касается входящей информации из среды вождения, а вторая – информации, которую водитель использует, чтобы избежать опасной ситуации либо предотвратить ДТП. Таким образом, причинами, по которым водитель готов рисковать, могут быть сочетание неправильной оценки и высокого уровня риска, низкой способности к вождению. Следовательно, поведение водителей в отношении превышения скорости являются важным элементом, который необходимо учитывать при установлении и обеспечении соблюдения ограничений скорости.

Скорость удара в значительной степени определяет последствия ДТП. Рисунок 1 отражает вероятность летального исхода при наезде на пешехода с учетом различных скоростей столкновения.

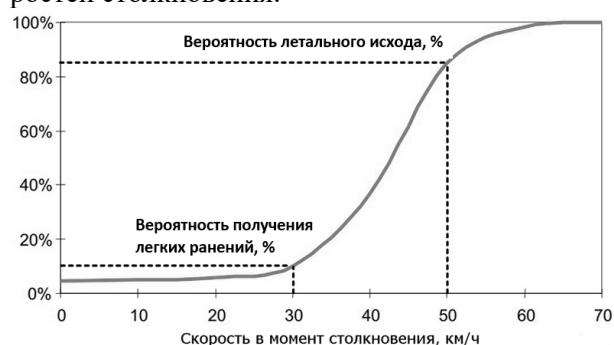


Рисунок 1 – Зависимость тяжести последствий ДТП от скорости движения [5]

Отмечается, что на практике наблюдаемая закономерность может усугубляться под влиянием внешних факторов (неблагоприятные погодные условия, дорожно-ремонтные работы). По результатам исследований [5] при повсеместном снижении средней скорости движения транспортного потока на 1 км/ч общее количество ДТП, сопряженных с травматизмом, может уменьшиться на 3,2%, а количество ДТП с летальным исходом – на 4,4%.

Согласно подходу к проектированию и развитию улично-дорожной сети (УДС) [6-8], она выступает в роли транспортного коридора для перемещения людей и товаров, а так-

же общественного места, где обеспечивается взаимодействие и коммуникация населения. Таким образом, можно выделить основные категории участков УДС с определением максимальных скоростей движения с учетом передовой практики и проектирования городской инфраструктуры:

- с возможными непосредственными взаимодействиями (контактами) пешеходного и транспортного потоков – 30 км/ч;
- с возможными боковыми столкновениями между транспортными средствами – 50 км/ч;
- с отсутствием возможных фронтальных столкновений между транспортными средствами – 70 км/ч;
- с отсутствием возможности бокового или фронтального столкновения (только столкновение с элементами инфраструктуры) – 100 км/ч и более [4].

Ограничение скорости на автомобильных дорогах является эффективной мерой, способствующей не только повышению безопасности движения, но и снижению расхода топлива, экологического воздействия на окружающую среду [5]. Ограничение скорости может быть общим или местным. Общее ограничение скоростного режима вводится на всех улично-дорожных сетях страны с учетом категории дорог, интенсивности, типов транспортных средств. Местное ограничение распространяется на отдельные участки дорог (с кривыми в плане малого радиуса, недостаточной видимостью, спусками, скользким покрытием, узкой проезжей частью).

Местные пределы скорости обозначаются дорожными знаками:

- ограничение максимальной скорости (знак 3.24);
- ограничение минимальной скорости (знак 4.7);
- рекомендуемая скорость (знак 5.18).

В качестве основных критериев при введении общего ограничения скорости используются:

- абсолютные показатели (количество ДТП, число погибших, раненых);
- технико-экономические показатели работы автомобильного транспорта (скорость сообщения, расход топлива, численность состояние парка транспортных средств, протяженность дорог, интенсивность движения).

После того как критерии ограничения

скорости на участке УДС были определены, на этом участке вводится местное ограничение скорости. Верхний предел допустимой скорости выбирают посредством измерения скоростей не менее 200 транспортных средств на открытых и горизонтальных прямых в пределах участка дороги, где предполагается вводить ограничение. Для измерения скорости предпочтительно применять радары и скоростемеры, а также секундомеры [9, 10].

Рассмотрим методику обоснования ограничения скоростного режима на исследуемом участке улично-дорожной сети.

При неизвестных границах интервалов скоростей в процессе статистической обработки данных, построение кривой плотности распределения и кумулятивной кривой осуществляют поэтапно.

1. Находят предварительное количество интервалов L , на которое необходимо разбить совокупность статистических данных скоростей с помощью оценочной формулы:

$$L = 1 + 3,22 \cdot \ln n \quad (1)$$

где n – количество наблюдений (объем выборки).

Найденное значение L округляют до большего целого значения.

2. Определяют длину интервала:

$$h = \Delta V = \frac{V_{max} - V_{min}}{L} \quad (2)$$

Величину ΔV допускается округлить для удобства вычислений.

3. Определяют середину области изменения выборки (центр распределения):

$$C = \frac{V_{min} + V_{max}}{2} \quad (3)$$

Середину C принимают за центр некоторого интервала, после чего находят границы и окончательное количество интервалов L так, чтобы в совокупности они перекрывали всю область от V_{min} до V_{max} .

4. Подсчитывают количество наблюдений n_m , попавших в каждый интервал: n_m равно числу наблюдений в выборке, для которых справедливо неравенство:

$$V_m \leq V_l < V_m + \Delta V \quad (4)$$

где V_l – конкретное значение скорости из исследуемой выборки.

5. Подсчитывают относительную частоту (относительное количество $\frac{n_m}{n}$) наблюдений скорости, попавший в каждый интервал.

6. На основе относительной частоты

строятся кривые плотности распределения и накопления скоростей (кумулятивная кривая).

Кривая распределения показывает, какое количество транспортных средств движется в указанных интервалах скорости. Кривая накопления позволяет определить количество ТС, движущихся со скоростью, менее заданной, и строится для того, чтобы отразить одну из важных характеристик транспортного потока – скорость, которая не превышает 85% автомобилей на данном участке.

Скорости 15, 50, 85 и 95% обеспеченности являются характерными точками кривой накопления (кумулятивной кривой) ряда распределения значений скоростей.

Значения скоростей 15% обеспеченности характеризуют скорости движения наиболее медленной части транспортного потока, которая создаёт основную потребность в обгонах и рост числа ДТП. При запрещении движения по дороге тихоходных транспортных средств величину этой скорости следует принимать за минимально допустимую.

Скорости 50% обеспеченности характеризуют среднюю скорость потока. Ее увеличение путём улучшения дорожных условий и рациональной организации движения приводит к повышению экономической эффективности автомобильных перевозок.

Значения скоростей 85% обеспеченности показывают максимальную скорость движения основной части потока транспортных средств. Эту величину принимают за наибольшую скорость при введении ограничения максимальных скоростей движения.

Значения скоростей 95% обеспеченности обычно соответствуют расчётной скорости движения одиночных автомобилей в данных дорожных условиях [11].

Рассмотрим применение описанной выше методики для практического обоснования уровня ограничения скорости. На участке УДС были проведены экспериментальные исследования скоростей движения транспортных средств в потоке. Была получена следующая выборка значений скорости (таблица 1).

В графе 1 указаны интервалы скорости движения через каждые 5 км/ч, определенные согласно методике. Первый интервал был определен самым тихоходным транспортным средством в исследуемой выборке.

Число интервалов зависит от фактической скорости в каждом конкретном случае. В графе 2 отражено количество автомобилей, скорость которых попадает в один из указанных в графе 1 интервалов. В графе 3 это же количество выражено в процентах от общего числа автомобилей. Графа 4 представляет нарастающий итог распределения по скоростям.

Таблица 1 – Распределение скоростей движения

Интервал скорости, км/ч	Количество значений в интервале		
	ед.	% от N	% от N нарастающим итогом
35,1-40	13	6,95	6,95
40,1-45	25	13,37	20,32
45,1-50	53	28,34	48,66
50,1-55	51	27,27	75,94
55,1-60	28	14,97	90,91
60,1-65	14	7,49	98,40
65,1-70	3	1,60	100,00
Итого	N=187	100,00	—

По данным, содержащимся в графах 1 и 3, строится кривая плотности распределения, а по данным граф 1 и 4 – кривая накопления скоростей (рисунок 2).

Согласно рисунку 1, можно сделать вывод, что большая часть (55%) транспортного потока движется со скоростью в интер-

валах 45,1-50 км/ч и 50,1-55 км/ч. Исходя из 85% уровня обеспеченности интервал в пределах 50,1-55 км/ч рекомендуется принять при введении ограничения скоростного режима на исследуемом участке УДС.



Рисунок 2 – Кривые плотности распределения и накопления скоростей для исследуемого участка УДС

Предложенный подход обоснования уровня ограничений скорости позволит внедрять изменения, как на государственном, так и на местном уровне, с учётом переменных (интенсивность транспортного потока, погодные условия) и постоянных (категория дороги, геометрия пути, количество и ширина полос движения) характеристик улично-дорожной сети и повысит безопасность дорожного движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Асламова, В. С.** Анализ статистики показателей дорожного травматизма за 2021 и 2022 гг. в Иркутском регионе / В. С. Асламова, А. А. Мелентьева, А. А. Асламов. – Текст: непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2023. – № 1 (77). – С. 194-206.
2. **Косолапов, А. В.** Проблема сохранения аварийности пешеходов на фоне улучшения показателей безопасности дорожного движения / А. В. Косолапов, А. А. Реветнев, А. Ю. Андриянов // Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия молодая". – 2017. – С. 31008.
3. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения (gibdd.ru)

// ГИБДД: [сайт]. – 2024. – URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 28.10.2024).

4. **Yannis, G.** Why do drivers exceed speed limits / G. Yannis, G. Louca, S. Vardaki, G. Kanellaidis // European Transport Research Review. – 2013. – Vol. 5. – pp. 165–177.

5. **Клепцова, Л. Н.** Методы экономической оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения / Л. Н. Клепцова, А. А. Штоцкая – Текст: непосредственный // В сборнике: Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2018. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. Кемерово. – 2018. – С. 808.1-808.8.

6. **Бахирев, И. А.** Оценка условий

движения на городских улицах / И. А. Бахирев, А. Ю. Михайлов. – Текст : непосредственный // Градостроительство. – 2015. – № 4 (38). – С. 63-68.

7. **Федотова, А. С.** Степень использования пропускной способности автомобильных дорог / А.С. Федотова, О.А. Лебедева // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2015. Т. 1. № 1. С. 270-274.

8. **Михайлов, А. Ю.** Интегральный критерий оценки качества функционирования улично-дорожных сетей / А. Ю. Михайлов. – Текст: непосредственный // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2004. – № 2. – С. 50-53.

9. **Преловская, Е. С.** Транспортное планирование в российских городах: пер-

спективы актуализации классификации и подхода к проектированию городских улиц / Е. С. Преловская, А. Г. Левашев, А. Ю. Михайлов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2017. – № 6 (58). – С. 113-119.

10. **Abdel-Aty, M.** Evaluation of variable speed limits for real-time freeway safety improvement / M. Abdel-Aty, J. Dilmore, A. Dhindsa // Accident Analysis and Prevention. – 2006. – Vol. 38. – pp. 335–345

11. **Пиров, Ж. Т.** Влияние распределения транспортных потоков на скорость сообщения на сегментах городских улиц с регулируемым движением / Ж. Т. Пиров, А. Ю. Михайлов. – Текст: непосредственный // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 2. – С. 115-124.

УДК 656.021, 656.11

*Гантимурова Юлия Олеговна,
к.т.н., доцент, доцент кафедры «Управление на автомобильном транспорте»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru*

ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ГРАФА

Gantimurova Y.O.

ASSESSMENT OF ROAD NETWORK CAPACITY BASED ON AUXILIARY GRAPH

Аннотация. Для количественной оценки пропускной способности дорожных сетей в статье рассматривается применение метода вспомогательного графа с минимальным набором сечений. Важно учитывать возможности по перераспределению транспортного потока в сети с целью использования имеющихся резервов пропускной способности.

Ключевые слова: пропускная способность, дорожная сеть, метод сечения, кратчайшие пути, вспомогательный граф.

Abstract. To quantitatively assess the capacity of road networks, the article considers the use of the auxiliary graph method with a minimum set of sections, since it is important to take into account the possibilities for redistributing traffic flow in the network in order to use the available capacity reserves.

Keywords: throughput capacity, road network, section method, shortest routes, auxiliary graph.

Целью устойчивого развития городского транспорта является оптимизация пропускной способности и эксплуатационной эффективности существующей дорожной сети, избегая при этом расширения магистралей, поскольку это требует больших капиталовложений, либо является невозможным ввиду плотности городской застройки [1-4]. Поэтому исследование, направленное на количественную оценку пропускной способности дорожных сетей, является актуальным и

требует нового подхода к решению данной задачи.

Согласно методу сечений общая пропускная способность участков дороги может быть описана минимальным набором сечений. В результате задача сводится к определению наименьшего набора сечений в дорожной сети. Опишем поэтапно алгоритм вспомогательного графа для поиска минимального набора сечений с целью определения пропускной способности дорожной сети