

*А. А. Бараковских*¹, *Л. В. Булавина*²

^{1,2} Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия
e-mail: ¹ barakovskikh@yandex.ru, ² bullw@mail.ru

ОЦЕНКА КОМФОРТНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДНОГО ДВИЖЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ УЛИЧНОЙ СЕТИ

Аннотация: Одной из актуальных задач градостроительства является создание комфортных и безопасных условий движения пешеходов в пространстве городских улиц. Повышение уровня качества пешеходного движения играет ключевую роль в формировании удобной и привлекательной городской среды. Для выявления неблагоприятных участков пешеходного пространства необходима методика, оценивающая все факторы, определяющие уровень качества движения пешеходов. В статье систематизированы факторы, определяющие условия комфортности и безопасности пешеходного движения в уличном пространстве. Выявлены наиболее значимые факторы для оценки качества пешеходного движения в пространстве городских улиц. Проведен анализ возможности применения существующих отечественных и зарубежных методик для оценки систематизированных факторов комфортности и безопасности пешеходного движения. Сделан вывод о применимости существующих методик для оценки систематизированных факторов.

Ключевые слова: пешеходное движение, пешеходы, безопасность, методика оценки качества пешеходного движения, пространство улицы.

Для цитирования: *Бараковских А. А., Булавина Л. В.* Оценка комфортности и безопасности пешеходного движения в пространстве уличной сети // Russian Journal of Construction Science and Technology. – 2024. – Т. 10. – № 1. – 1001008. – DOI 10.15826/rjst.2024.1.008.

*A. A. Barakovskikh*¹, *L. V. Bulavina*²

^{1,2} Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia
e-mail: ¹ barakovskikh@yandex.ru, ² bullw@mail.ru

ASSESSMENT OF THE COMFORT AND SAFETY OF PEDESTRIAN TRAFFIC IN THE SPACE OF THE STREETS

Abstract: One of the urgent tasks of urban planning is to create comfortable and safe conditions for pedestrians to move in the space of city streets. Improving the quality of pedestrian traffic plays a key role in creating a comfortable and attractive urban environment. To identify unfavorable sections of pedestrian space, a methodology is needed that evaluates all the factors that determine the level of quality of pedestrian movement. The article systematizes the factors determining the conditions of comfort and safety of pedestrian traffic in the street space. The most significant factors for assessing the quality of pedestrian traffic in the space of urban streets have been identified. The analysis of the possibility of using existing domestic and foreign methods to assess the systematized factors of comfort and safety of pedestrian traffic is carried out. The conclusion is made about the applicability of existing methods for evaluating systematized factors.

Key words: pedestrian traffic, pedestrians, safety, methodology for assessing the quality of pedestrian traffic, street space.

For citation: Barakovskikh A. A., Bulavina L. V. (2024) Assessment of the comfort and safety of pedestrian traffic in the space of the street network. *Russian Journal of Construction Science and Technology*. 10(1). 1001008. (In Russ.) DOI 10.15826/rjctst.2024.1.008.

1. Введение

Улицы городов – это место, где человек удовлетворяет часть своих важнейших социальных потребностей в общении, информации и отдыхе. Перемещение пешеходов по городу должно быть удобным и безопасным. Ян Гейл писал о пешеходном движении следующее: «Важно понимать, что пеший образ жизни – это залог многих хороших перемен в городе» [1].

Для пешеходов создается обособленная инфраструктура – пешеходные пространства (тротуары, пешеходные дорожки, пешеходные переходы, пешеходные зоны и пешеходные улицы). Уровень удобства пешеходных пространств определяется условиями движения по ним. На примере города Екатеринбурга видно, что транзитное пешеходное движение на тротуарах усложняется наличием уличного оборудования и автомобилей, припаркованных на газонах и тротуарах. Очистка тротуаров производится не везде и не сразу, и зачастую они находятся в неудовлетворительном состоянии. Постоянный рост уровня автомобилизации и несоответствие его темпам развития улично-дорожной сети привели к перегрузке улиц транспортными потоками. Конфликты пешеходов и транспортных средств часто приводят к аварийным ситуациям. Таким образом, комфортность и безопасность пешеходного движения не всегда обеспечиваются должным образом.

В России исследованиями оценки качества пешеходных пространств занимались: О. Ю. Лептухова, С. В. Шелмаков, А. Б. Галышев и другие. Несмотря на накопленный научный материал, вопросы комфортности и безопасности пешеходного движения в пространстве уличной сети изучены недостаточно.

2. Систематизация факторов, определяющих условия комфортности и безопасности пешеходного движения

Комфортность и безопасность движения пешеходов в границах уличного пространства определяют ряд условий:

- планировочные параметры;
- ситуативные параметры;
- состояние благоустройства;
- климатические условия;
- экологическая обстановка;
- организация движения.

В рамках этих условий систематизированы факторы, определяющие условия передвижения пешеходов (таблицы 1–2).

Для комплексной оценки комфортности и безопасности пешеходного движения необходимо оценить влияние этих факторов количественными или балльными показателями. В отечественной и зарубежной практике для такой оценки используются различные методики, рассмотрим их применимость для оценки предлагаемых факторов.

Таблица 1

Факторы, определяющие условия комфортности пешеходного движения

	Факторы	Последствия
Планировочные параметры	Фактическая ширина тротуаров, не отвечающая нормативным значениям или пропускной способности.	Стесненные условия передвижения пешеходов.
	Наличие элементов благоустройства для маломобильных групп населения.	
	Наличие выделенных полос для велосипедов и СИМ.	Столкновения с велосипедистами и СИМ, получение травм пешеходами.
	Продольный уклон.	Дискомфорт передвижений для маломобильных группа населения.
Ситуативные параметры	Транспортные средства, стоящие в непредназначенных для этого местах (газоны, тротуары, пешеходные дорожки, остановки общественного транспорта).	Создание неудобства и опасности передвижения пешеходов, разрушение элементов благоустройства, вынос почвы на тротуары и проезжую часть.
	Интенсивность и плотность пешеходных потоков.	Дискомфорт передвижений.
	Наличие препятствий на путях пешеходного движения.	Обход препятствий на пути движения пешеходов.
	Наличие лестниц и пандусов.	Дискомфорт передвижений для маломобильных группа населения.
Состояние благоустройства	Состояние благоустройства дорожек и тротуаров.	Дискомфорт передвижения для всех категорий населения.
	Содержание пешеходных путей – очистка от грязи, снега, гололеда, поверхностных вод (атмосферных осадков).	
	Наличие тактильной плитки.	
	Освещение в темное время суток.	
Климатическ ие условия	Ветровой режим (господствующие ветры и ориентация улиц, ветровые коридоры).	Дискомфортные условия для передвижения пешеходов.
	Грязь, снег, гололед, поверхностные воды на пешеходных путях.	Создание неудобства передвижения пешеходов, получение травм пешеходами.
Экологические параметры	Шум и загазованность.	Негативное влияние на здоровье пешеходов.

Таблица 2

Факторы, определяющие условия безопасности пешеходного движения

Организация движения	Факторы	Последствия
	Наличие конфликтов пешеходов с велосипедами, СИМами на тротуарах.	Возникновение дорожно-транспортных происшествий, причинение вреда здоровью пешехода разной степени тяжести, вплоть до летального исхода.
	Наличие конфликтов пешеходов с автомобилями, велосипедами, СИМами на пешеходных переходах.	
	Режим регулирования, не соответствующий времени перехода проезжей части пешеходами и размерам пешеходного движения.	Возникновение наездов, причинение вреда здоровью пешехода разной степени тяжести.
Недостаточное обеспечение видимости.	Увеличение рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий с участием, как автомобилей, так и пешеходов.	

3. Анализ существующих методик оценки комфортности и безопасности пешеходного движения

3.1. Отечественные методики

Методика № 1 – О. Ю. Лептюхова «Комплексная оценка потребительского качества пешеходных коммуникаций в городских районах» [2].

Назначение: оценка потребительских качеств линейных участков пешеходных коммуникаций и выбор наиболее эффективного пешеходного пути.

При оценке потребительских качеств устанавливается степень влияния свойств на комплексный показатель качества всего линейного участка, выраженная в количественной форме. Для оценки используется вербальная шкала Харрингтона – семибалльная шкала с градацией в один балл – от минус трех до трех (рис. 1). Составляется рейтинг линейных участков пешеходных маршрутов на основании совокупности комплексных показателей качества. Да-

лее определяются линейные участки, подлежащие реконструкции или ремонту.

Факторы, используемые для оценки: кратчайшая длина, обеспечение скорости движения пешехода, скользкость и ровность покрытия, наличие скамей и урн, освещенность, защищенность от наезда автомобильного транспорта, продольный и поперечный уклон, ширина и трассировка пешеходного пути, наличие велосипедистов, загрязненность, интересная городская среда, воздействие шума и загазованности, наличие указателей и знаков, цветовая и тактильная информативность, эстетичность.

В данной методике не учитывается плотность потока, влияющая на комфортность пешеходов, также оцениваются условия движения не для всего потока, а только для одного человека, выбирающего наиболее кратчайший и комфортный путь.

3	2	1	0	-1	-2	-3
Отличное качество свойства	Хорошее качество свойства	Умеренное качество свойства	Свойство не оказывает влияния на качество объекта в целом	Удовлетворительное качество свойства	Плохое качество свойства	Очень плохое качество свойства

Рис. 1. Вербальная шкала Харрингтона [2]

Методика № 2 – С. В. Шелмаков, А. Б. Галышев «Оценка уровня комфорта пешеходов для условий пешеходной дорожки (тротуара)» [3]. Разработана в рамках методических указаний к практическим занятиям по курсу «Экотранспорт». Применяется в учебных целях в Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете.

Назначение: оценка восприятия пешеходом качества пространства, по которому он перемещается.

Комфортность пешеходного движения оценивается индексом PLC. Индекс базируется на интенсивности пешеходного потока, приходящейся на 1 м чистой ширины прохода. Вычисленное значение индекса PCL используется для отнесения условий движения пешеходов в сечении данного элемента пешеходной дорожки к одной из пяти категорий по уровню качества (табл. 3).

Таблица 3

Факторы, определяющие условия безопасности пешеходного движения

Уровень индекса	Диапазон значений (чел/м*мин)	Описание
A	$0 < PLC \leq 9$	Пешеходная среда очень комфортна, поскольку предоставляет достаточно места для выбора скорости и траектории движения.
B	$9 < PLC \leq 18$	Рекомендуется как минимальный уровень комфорта для всех типов территорий, поскольку обеспечивает достаточно места для маневра при нормальной скорости движения.
C	$18 < PLC \leq 27$	Увеличивающийся дискомфорт, связанный с частыми конфликтами или чрезмерным сближением с другими пешеходами, что делает двунаправленное движение затрудненным.
D	$27 < PLC \leq 35$	Необходимо снижение скорости движения из-за трудностей маневрирования. Встречное движение крайне затруднено.
E	$PLC > 35$	Практически «предзаторовая» ситуация с отсутствием свободы маневра и скорости движения. Встречное движение невозможно.

Методика № 3 – Министерство транспорта Российской Федерации «Оценка качества пешеходного пространства» [4].

Назначение: выбор варианта функционального использования пешеходного пространства.

При оценке учитывается не только транзитное движение пешеходов, но и возможное функциональное использование пешеходного пространства. При оценке используются: картирование графика интенсивности контактов и выявление точек привлечения внимания; территориальный историко-культурный анализ рассматриваемой территории; потребности определенных

групп пользователей пешеходного пространства.

В методике систематизированы около 60 различных факторов, определяющих выбор варианта функционального использования пешеходного пространства. При выборе функционального использования конкретной территории рассматриваются критерии, определяющие физический комфорт, экологичность территории и транспортно/пешеходную организацию взаимодействия. Оценка по данной методике проводится в виде анкетирования.

3.2. Зарубежные методики

На основе базовых компонентов городского проектирования Я. Гейл в 1970 гг. выделил критерии, по которым можно оценить качество пешеходного движения [5]. Многие из его критериев нашли применение в существующих на сегодняшний день методиках, проанализированных в статье. Методики отличаются между собой по набору факторов, принятых для оценки комфортности и безопасности пешеходного движения.

Рассмотрены следующие методики США: «Highway Capacity Manual» [6], «Landis» [7], «Dixon» [8], «ISI Zeegeer» [9]. Методики Великобритании: «Pedestrian Environmental Review System» [10], «DETR» [11], «PLC» [12]. Также методика Новой Зеландии «NZTA» [13], Греции «Christopoulou Pitsiava» [14] и Австралии «Gallin» [15].

Далее подробнее проанализированы две методики, наиболее подходящие для

оценки условий движения в пространстве улиц.

Методика № 1 – США «Highway Capacity Manual – HCM» [6].

Назначение: оценка пешеходных путей, пешеходных переходов и площадок скопления пешеходов по уровню комфорта.

В зависимости от характера пешеходного движения приняты разные градации уровней обслуживания для разных типов пешеходных коммуникаций (табл. 4). Критерием комфорта движения пешеходов выбрана плотность пешеходного потока.

Факторы, используемые для оценки пешеходных путей: скорость движения, площадь пола на одного пешехода, интенсивность пешеходного потока. Параметры оценки пешеходных переходов: временные задержки. Параметры оценки площадок скопления пешеходов: площадь пола, приходящаяся на одного пешехода.

Таблица 4

Предлагаемые границы уровней обслуживания [6]

Уровень индекса	Тротуары, дорожки		Участки с образованием очередей пешеходов
	Пространство, приходящееся на одного пешехода, м ²	Плотность движения пешеходов, чел./м ²	Пространство, приходящееся на одного пешехода, м ²
A	5,6	0,18	1,2
B	3,71–5,6	0,18–0,27	0,9–1,19
C	2,21–3,7	0,27–0,45	0,6–0,89
D	1,41–2,2	0,45–0,71	0,3–0,59
E	0,75–1,41	0,71–1,33	0,2–0,29
F	< 0,75	> 1,33	< 0,2

Методика № 2 – Великобритания «Pedestrian Environmental Review System – PERS» [10].

Назначение: оценка линейных участков пешеходных путей (связей), пешеходных переходов и маршрутов.

Каждому фактору присваивается экспертом оценка от –3 до 3. Каждый фактор имеет коэффициент весомости в

зависимости от объекта оценки. Факторы, не отвечающие минимальным требованиям к качеству, имеют отрицательные значения. Результаты оценки предоставляются в виде диаграммы, которая делает наглядными проблемы функционирования пешеходного пути.

Факторы, используемые для оценки пешеходных путей: эффективная шири-

на, уклоны, препятствия, освещенность, тактильная и цветовая информативность, качество покрытия, сниженные бордюры, доступность, защищенность.

При анализе существующих отечественных и зарубежных методик оценки комфортности и безопасности пешеходного движения у каждой методики были выявлены достоинства и недостатки (табл. 5).

3.3. Наличие систематизированных факторов в существующих методиках

Для определения применимости проанализированных методик для оцен-

ки комфортности и безопасности пешеходного движения в пространстве уличной сети, необходимо вывить, какие из вышеперечисленных факторов в них учтены (табл. 6).

Как видно из сравнительной таблицы приведенные методики не равноценны по количеству оцениваемых факторов, в связи с тем, что разработаны для разных целевых задач.

Наличие систематизированных факторов в существующих методиках представлено в виде диаграмм (рис. 2–6).

Таблица 5

Достоинства и недостатки существующих методик

№ п/п	Методика	Достоинства	Недостатки
<i>Отечественные методики</i>			
1	Методика «Комплексная оценка потребительского качества пешеходных коммуникаций в городских районах», О.Ю. Лептюхова	– большое количество факторов для оценки.	– не учитывается плотность пешеходного потока.
2	Методика «Оценка уровня комфорта пешеходов для условий пешеходной дорожки (тротуара)», С.В. Шелмаков, А.Б. Галышев	– предложена градация уровня комфортности пешеходного движения.	– недостаточное количество учитываемых факторов для оценки комфортности; – отсутствие оценки показателей безопасности.
3	Методика «Оценка качества пешеходного пространства», Министерство транспорта Российской Федерации	– учитывается экологичность.	– оценка производится по результатам анкетирования;
<i>Зарубежные методики</i>			
1	Методика «Highway Capacity Manual» (HCM), США	– предложены границы количественной оценки; – оценивается комфортность.	– проводится в форме анкетирования; – недостаточное количество учитываемых факторов для оценки комфортности; – отсутствие оценки показателей безопасности.
2	Методика «Pedestrian Environmental Review System» (PERS), Великобритания	– количественное выражение итоговой оценки.	– недостаточное количество учитываемых факторов для оценки комфортности; – отсутствие оценки показателей безопасности.

Таблица 6

Достоинства и недостатки существующих методик

№ п/п	Методика	Достаточность ширины тротуара в чистом виде	Качество покрытия	Чистота покрытия	Наличие скамей	Наличие урн	Воздействие шума	Тактильная информативность	Защищенность от столкновения с СИМ	Освещенность пешеходного перехода и подхода к нему в темное время суток	Освещенность пешеходных путей в темное время суток
		<i>Отечественные методики</i>									
1	Методика «Комплексная оценка потребительского качества пешеходных коммуникаций в городских районах», О. Ю. Лептوخова	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
2	Методика «Оценка уровня комфорта пешеходов для условий пешеходной дорожки (тротуара)», С. В. Шелмаков, А. Б. Галышев	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Методика «Оценка качества пешеходного пространства», Министерство транспорта Российской Федерации	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+
<i>Зарубежные методики</i>											
1	Методика «НСМ», США	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Методика «PERS», Великобритания	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+



Рис. 2. Применимость методики «Комплексная оценка потребительского качества пешеходных коммуникаций в городских районах» (рисунок А. А. Бараковских)



Рис. 3. Применимость методики «Оценка уровня комфорта пешеходов для условий пешеходной дорожки (тротуара)» (рисунок А. А. Бараковских)



Рис. 4. Применимость методики «Оценка качества пешеходного пространства» (рисунок А.А. Бараковских)



Рис. 5. Применимость методики «Highway Capacity Manual» (рисунок А.А. Бараковских)



Рис. 6. Применимость методики «Pedestrian Environmental Review System» (рисунок А. А. Бараковских)

4. Заключение

Наибольшее количество факторов оценивается в отечественной методике, предложенной О. Ю. Лептюховой. Но в данной методике не учитываются важные факторы, определяющие комфортность и стесненность передвижений в зависимости от интенсивности и плотности пешеходных потоков, качество покрытий пешеходных путей, не оценивается безопасность движения. В настоящее время, когда пешеходные пути используются не только пешеходами, но и все большим количеством участников, передвигающихся на средствах индивидуальной мобильности (СИМ) – велосипедах, самокатах, моноколесах и т.п., этот фактор играет важную роль.

На основе анализа, проведенного в данной статье, можно сделать вывод

о целесообразности разработки новой методики для оценки комфортности и безопасности пешеходного движения в пространстве уличной сети. За основу для разработки новой методики могут быть приняты основные положения методики О. Ю. Лептюховой с добавлением недостающих факторов.

Разработанная методика с достаточным количеством факторов для оценки может быть использована для регулярного мониторинга уровня комфортности и безопасности пешеходного движения в городе. На основании информации, полученной в результате применения такой методики, станет возможным принятие более взвешенных и обоснованных решений для повышения уровня комфортности и безопасности передвижения пешеходов в пространстве уличной сети.

Список используемых источников

1. Гейл. Я. Города для людей: пер. с англ. – М. : Крост, 2012. – 276 с.
2. Лептюхова О.Ю. Комплексная оценка потребительского качества пешеходных коммуникаций в городских районах. Москва, 2014. 191 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/kompleksnaya-otsenka-potrebitel'skogo-kachestva-peshexodnykh-kommunikatsii-v-gorodskikh-raio> (дата обращения 10.04.24)
3. Шелмаков С.В., Гальшиев А.Б. Методические указания. Оценка эффективности, безопасности и качества велосипедного и пешеходного маршрута. Москва, 2019. 73 с. [Электронный ресурс]. URL:

8. Steve Abley. WALKABILITY. SCOPING PAPER, 2005 // Abley Transportation Consult-ants. URL: www.abley.com
9. Daniel L. Carter, William W. Hunter, Charles V. Zegeer, J. Richard Stewart, and Herman F. Huang Pedestrian and Bicyclist Intersection Safety Indices: Final Report FHWA-HRT-06-125, November 2006. URL: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/pedbike/06125/06125.pdf>
10. Andrew Devlin. Measuring the Quality of the Pedestrian Environment: Towards an appropriate assessment methodology. School of Community and Regional Planning, The University of British Columbia. URL: <http://www.scarp.ubc.ca/>
11. Transport Statistics Personal Travel Division: DETR. URL: www.tso-online.co.uk
12. Pedestrian Comfort Level Guidance for London. Guidance Document. First Edition. Transport for London. – 2010. URL: <https://www.camden.gov.uk/documents/20142/18658108/CD2-8.pdf/3345e8d9-1702-9dec-23fa-120766af266d>
13. NZTA 2010/ Guide to undertaking community street reviews/ NZ Transport Agency. URL: www.nzta.govt.nz/resources/community-street-reviews/docs/csr-guide.pdf
14. P. Christopoulou, M. Pitsiava. Development of a model for the estimation of pedestrian level of service in Greek urban areas, Procedia – Social and Behavioral Sciences Volume, 2012. URL: https://www.researchgate.net/publication/271609840_Development_of_a_Model_for_the_Estimation_of_Pedestrian_Level_of_Service_in_Greek_Urban_Areas
15. Planning guidelines for walking and cycling, 2004 Department of Infrastructure, Planning and Natural Resources Head office. URL: www.dipnr.nsw.gov.au

Получено: 04.04.24
Прошла рецензирование: 27.05.24
Принята к публикации: 28.05.24
Доступно он-лайн: 15.07.24

Received: 04.04.24
Revised: 27.05.24
Accepted: 28.05.24
Available on-line: 15.07.24