

УДК 728.1.012.1

Н. В. Иванова, О. А. Ганжа

Волгоградский государственный технический университет

ПЛАНИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ВЕЛОТРАСС

Обоснован методический подход к принятию проектного решения по размещению экологических трасс с целью использования устойчивым транспортом, позволяющим снизить уровень негативного воздействия на окружающую среду в процессе дорожного движения (выбросы, отходы и шумовое воздействие) и обеспечить доступность (мобильность) для удовлетворения транспортных потребностей горожан. Выбран и применен метод анализа иерархий, позволяющий принять решения по выбору оптимального варианта размещения велосипедных дорожек в системе улично-дорожной сети.

Ключевые слова: велосипедные дорожки, улично-дорожная сеть, городское планирование уличных дорог, метод анализа иерархий.

Введение

Цель работы — исследование вариантов расположения велодорожек на улицах разных категорий улично-дорожной сети (УДС) в условиях устойчивого развития города и разработка методики выбора оптимального решения развития местной сети велосипедных маршрутов. Важным направлением работы явилась разработка структурной модели, позволяющей провести выбор варианта размещения велосипедных трасс в системе УДС и рекреационных зонах в условиях устойчивого развития города.

Используя аналитический метод системного анализа — метод анализа иерархий (МАИ), можно осуществить выбор проектного решения с учетом различных факторов, которые учитываются при размещении инфраструктуры экологически чистого транспорта.

Решены следующие **задачи**:

- обобщен теоретический и практический опыт строительства вело-маршрутов в России и за рубежом;
- проведены обобщение и анализ исходного материала;
- разработана структурная модель по выбору вариантов размещения велодорожек на примере линейной структуры прибрежного города;
- выполнено экспериментальное проектирование на территории улиц Волгограда.

Материалы и методы

В работе применены методы системного анализа, математического моделирования, проведена прогнозная оценка изменения состояния городской среды с учетом проектирования велосипедных трасс на улицах города.

Предложенная структурная модель использована в разработке проектных предложений строительства велодорожек для улиц Волгограда (местная, городская, парковая), предоставляющих жителям и гостям города более привлекательный, здоровый и экономически менее затратный вариант передвижения к месту работы, учебы, отдыха и развлечений.

Проектирование сетей инфраструктуры велосипедной мобильности рассмотрено с разных точек зрения: проанализированы участки улиц, полосы движения, факторы, влияющие на скорость движения, схемы передвижения [1]. Установлено, что участки трасс для движения велосипедов и отдельные сети велодорожек, обладающих большей безопасностью, комфортом или запоминающейся окружающей застройкой, чаще выбирались жителями [2, 3]. Фактор размещения велосипедных сетей вблизи мест отправления и назначения пользователей значительно влияет на повышенный спрос на велосипеды [4].

Значительная роль в исследованиях отведена оптимизации планировочной инфраструктуры велодорожек, позволяющей поддерживать диапазон скоростей в интервале 20...30 км/ч, делающий движение на велосипеде удобным видом транспорта, особенно при сравнении со скоростью пешехода (4 км/ч) [5].

В последнее время исследователи стали высказывать мысли о проектировании велосипедных сетей без учета их влияния на другие виды транспорта (частные автомобили) [6]. Авторы, анализируя документы по планировке территории городов, отмечают, что велосипедные дорожки прокладываются на дорогах и тротуарах, что влияет на размещение сети. В этом случае велосипедная дорожка, размещенная в границах городской улицы, может быть включена в городскую велосипедную сеть [7, 8].

Устойчивое развитие современного города поддерживается развитием и совершенствованием транспортной системы, в которой инфраструктура экологически чистого транспорта с хорошими велосипедными дорожками, оптимизированными для безопасности, начинает повсеместно занимать значимое место [9—12]. Транспортные системы в функциональном зонировании городских территорий существуют для обеспечения социальных и экономических связей, и городское население быстро овладевают средствами повышения мобильности [13]. Транспортные системы оказывают значительное воздействие на окружающую среду, на них приходится 20...25 % мирового потребления энергии [14] и выбросов загрязняющих веществ: оксида углерода, оксида азота, углеводородов, альдегидов, соединений тяжелых металлов, пыли, сажи. Выбросы парниковых газов от транспорта растут быстрее, чем в любом другом энергетическом секторе. Автомобильный транспорт является также одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха, образования смога на территориях крупных городов и мегаполисов.

Современный термин «устойчивый транспорт» является логическим продолжением понятия «устойчивое развитие». В исследованиях ряда авторов данный термин используется для описания различных видов транспорта и систем транспортного планирования, приводятся основные принципы устойчивой транспортной системы [14, 15]:

- обеспечение доступности и удовлетворение потребностей граждан, компаний и общества надежными средствами передвижения без ущерба здоровью человека и экосистемам, установление принципа справедливости как внутри социальных групп и поколений, так и между ними;

- доступность по средствам, четкая и эффективная работа, выбор видов транспорта, поддержка конкурентоспособности экономики, сбалансированность регионального развития;
- минимизация выбросов и отходов с учетом возможности их поглощения экосистемой, использование возобновляемых ресурсов на уровне или ниже темпа их восстановления, использование невозобновляемых ресурсов на уровне или ниже темпов развития возобновляемых заменителей, сведение к минимуму негативных воздействий на окружающую среду (загрязнение, шумовое, тепловое, электромагнитное, вибрационное воздействия).

На современном этапе развития городов транспортная система претерпевает существенное изменение: изменяется планировка городских территорий и транспортная связь между ними, увеличивается мобильность городского населения, растет уровень автомобилизации. В экологическом аспекте воздействие транспорта может быть уменьшено за счет улучшения системы пешеходного и велосипедного движения на городских территориях.

В социальном аспекте отмечено положительное влияние велодвижения на продление человеческой жизни, на качество жизни городского населения. Решаются некоторые проблемы здравоохранения, а инвестирование частных компаний, местных органов власти в поощрение физической активности и устройство велосипедных дорожек в планировочной структуре городских территорий считается эффективным с экономической точки зрения [16], несомненным является повышенное внимание градостроителей к проектированию велотрасс и формированию комфортной среды при трансформации городов в Smart City.

Более 120 лет назад завершилось строительство первой в мире девятикилометровой дорожки Coney Island Cycle Path в Нью-Йорке (США, 1894 г.). В настоящее время известны примеры создания сетей из 10 велосипедных магистралей вокруг 9 крупнейших городов в Норвегии с целью уменьшения влияния транспортной инфраструктуры на экологию региона [17], десятикилометровой протяженной магистрали, дороги которой соединят 10 западных городов Рурского региона (Германия). Как считают специалисты, «велобан» разгрузит транспортную систему региона, снизив трафик автомобильного движения до 50 000 единиц ежедневно [18].

Исследования, проведенные на примере крупных городов (Москва, Сан-Пауло), показывают, что реформирование транспортной системы со строительством велодорожек становится способом снижения заторов на дорогах, выбросов и загрязнения атмосферного воздуха [19].

Обзор теории и практики строительства и эксплуатации велосипедных дорожек показывает, что улучшение развивающихся видов транспорта жизненно важно для расширения доступа к экономическим возможностям, улучшения экологии города, решения социальных проблем здравоохранения и туризма. Это делает велосипед привлекательным и доступным для многих людей. В градостроительном плане решаются вопросы транспортной велосипедной связи между соседними населенными территориями, однако обоснование системы внутригородского велодвижения и создание программы выбора оптимального решения при размещении велодорожек на улицах разных категорий не получило достаточного распространения.

Эксперимент проведен в г. Волгограде, для которого характерен резко континентальный климат (низкие зимние и высокие летние температуры, достигающие до +50 °С, частые суховеи и пыльные бури в летний период). Городская застройка располагается вдоль р. Волги. Город имеет линейную планировочную структуру. В целях проведения исследования выбрано несколько категорий улиц: местные, районные (общегородские) и парковые (54 % — трассированные вдоль реки; 40 % — в поперечном направлении; 6 % — другие направления), которые сформировали велосипедную сеть. Она охватывает город по наиболее востребованным направлениям: нагруженные транспортные магистрали; внутренние связи историко-архитектурных памятников; рекреационные зоны и досугово-развлекательные центры; объекты приложения труда и университетские городки (ВолгГТУ, ВолГУ, техникумы, колледжи, гимназии). Предпроектный анализ выбранных улиц включает:

- натурное обследование (с фотофиксацией);
- изучение поперечных профилей улиц с выявлением резервных территорий для возможного расположения велодорожек;
- уточнение конструкций полос и дендрологического состава озеленения;
- сбор сведений об интенсивности и характере транспортного и пешеходного потоков;
- наличие электротранспорта (наземного и подземного трамваев);
- функциональной принадлежности прилегающей застройки и мест озеленения.

Собранные данные систематизированы, результаты их анализа положены в основу предложений по расположению велодорожек.

В градостроительном проектировании велосипедных трасс рассматриваются варианты их расположения в планировочной структуре города, типология велосипедных дорожек, учитываются транспортно-планировочные параметры УДС, пешеходное передвижение и мобильность городского населения в структуре города. Принятие решения по выбору оптимального варианта размещения велосипедной дорожки в системе УДС является заключительным этапом в процессе проектирования. Выбор метода принятия решения по размещению и благоустройству велосипедной дорожки на объектах УДС или в рекреационной зоне проводится с использованием аналитического метода — МАИ [14, 20, 21]. Этот метод применен автором в [16] при исследовании влияния транспортного шума на формирование акустической среды в зоне пересечений, в частности, при разработке структурной модели для оценки и адекватного отбора группы значимых факторов, влияющих на уровень шума.

Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие части и в дальнейшей обработке последовательности суждений лица, принимающего решение (ЛПР) по парным сравнениям. В результате описывается интенсивность взаимодействия элементов в иерархии, затем суждения выражаются численно. Этот метод включает процедуры синтеза множественных суждений, получения приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений.

На первом этапе выявляются наиболее важные элементы проблемы, на втором — наилучший способ проверки наблюдений, испытания и оценки

элементов, следующим этапом становится выработка способа применения решения и оценка его качества. Применение математической модели позволяет оценить результаты принятия решений и их последствия. Процесс поиска оптимального решения проводится по иерархическому принципу: результаты, полученные на одном из уровней, используются в качестве входных данных для другого уровня. МАИ систематизирует процесс решения такой многоступенчатой задачи [20—22].

Основой для моделирования процесса являются принципы идентичности и декомпозиции, принципы дискриминации, сравнительного суждения и синтеза [20, 21]. Основные этапы МАИ:

- 1) формулируется цель, которая и определяет проблему;
- 2) определяются критерии отбора оптимальных вариантов решения;
- 3) генерируются альтернативы, выбирается некоторое множество альтернатив (объектов) для последующей оценки.

После проведения декомпозиции проблема выбора разделяется на 3 иерархических уровня. Иерархия считается полной, если каждый элемент заданного уровня функционирует как критерий всех элементов нижестоящего уровня [22—24]. После иерархического описания проблемы в виде структурной схемы устанавливаются приоритеты значений критериев, оценивается каждая из альтернатив с учетом всех критериев. В качестве объектов для проведения анализа выбраны: автомобильная дорога, бульвар, набережная, парк.

Иерархическое представление модели оценки группы факторов построено с вершины (устанавливается цель с точки зрения управления) через промежуточные уровни к самому низкому уровню, который является перечнем альтернатив — объектов городской среды, на которых рассматриваются варианты размещения велосипедных дорожек.

В модели создана полная динамическая иерархия, в которой каждый элемент заданного уровня функционирует как критерий для всех элементов нижестоящего уровня (рис. 1).

С целью реализации принципов дискриминации и сравнительных суждений сравниваются попарно элементы задачи с помощью матрицы сравнений. Для проведения субъективных парных сравнений применяется классическая шкала сравнительной важности [20, 22, 23].

Следующим этапом реализации методики является процедура синтеза векторов локальных приоритетов. Из группы матриц парных сравнений формируется набор локальных приоритетов, которые выражают относительное влияние множества элементов, на каждый элемент примыкающего сверху уровня. Используя известные методы аналитического планирования, можно получить столбец относительных значимостей (или же собственные вектора приоритетов) каждого критерия системы относительно всех остальных критериев [20, 24]. Последним этапом анализа является применение процедуры синтеза интегральных векторов приоритетов. Локальные векторы приоритетов перемножаются на приоритеты соответствующего критерия на вышестоящем уровне и суммируются по каждому элементу в соответствии с критериями, на которые воздействует этот элемент. Эта процедура дает глобальный вектор приоритета элемента.

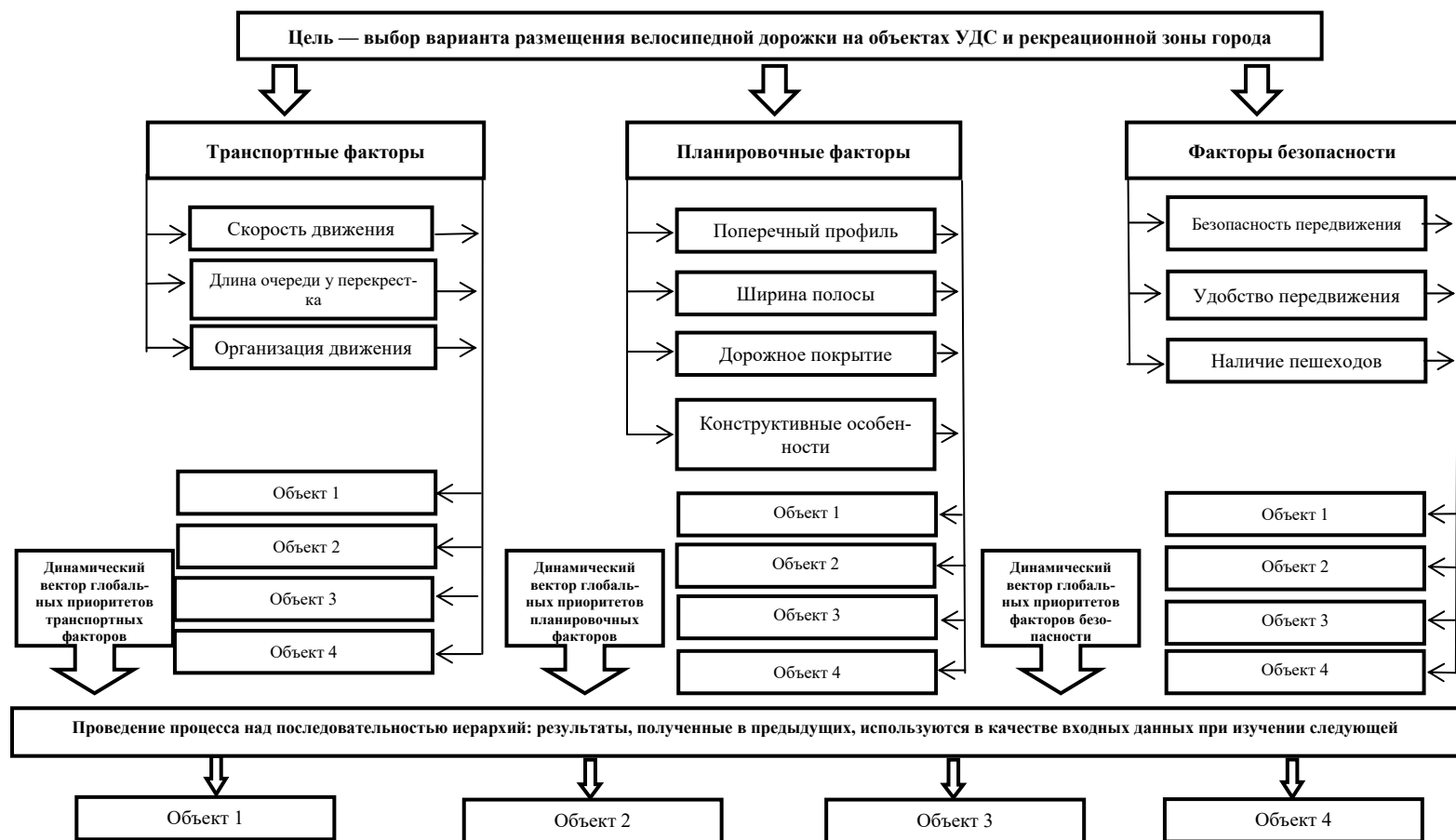


Рис. 1. Структурная модель проведения процедуры выбора варианта размещения велосипедной дорожки на объектах УДС и рекреационной зоны города

Результаты

Определен способ количественного сравнения важности качественных факторов с применением МАИ, что особенно значимо для тех факторов, влияющих на выбор варианта размещения велосипедной дорожки на городской территории, которые практически не подвергаются количественной оценке.

Проектная задача рассмотрена и решена для городской территории Волгограда в рамках общей задачи по изменению схемы движения общественного транспорта и обеспечению комфортных условий передвижения населения в городе с уникальной линейной планировочной структурой и протяженностью вдоль р. Волги около 100 км.

В результате проведения натуральных обследований, наблюдений и математических расчетов получены количественные и качественные оценки параметров каждой группы факторов. Построенная иерархическая модель включает 3 уровня, каждый из которых разбит на субуровни (см. рис. 1). В модели создана динамическая иерархия, в которой каждый элемент заданного уровня функционирует как критерий для всех элементов нижестоящего уровня. В результате проведения анализа получено 14 матриц суждений, у которых оценена степень влияния компонентов группы факторов — транспортных, планировочных и факторов безопасности: на субуровне 2.1 — 3 критерия оценки планировочных факторов; на субуровне 2.2 — 4 критериев оценки транспортных факторов; на субуровне 2.3 — 3 критерия оценки факторов безопасности и 4 типа объектов размещения велодорожек, которые попарно сравнивались по каждому из критериев.

Правильность полученных характеристик, а также качество рассуждений, их логическая законченность оценены по величине индекса согласованности (ИС) [10], характеристике матрицы рассуждений L_{\max} и отношения согласованности (ОС), значение которого не превышает 10 % ИС [10, 13]. Вектора интегральных приоритетов по транспортным, планировочным и факторам безопасности, вычисленные по каждому из 4 типов рассматриваемых объектов, явились данными для составления матриц парных отношений значимостей по критериям группы факторов на уровне 2 и 3 иерархии. Обработка векторов проведена в среде Microsoft Excel, что позволило ранжировать исследуемые объекты (см. таблицу).

*Интегральный показатель влияния группы факторов
на выбор варианта размещения велосипедной дорожки
на объектах уличной дорожной сети и рекреационной зоны города*

Объекты размещения велодорожек	Оценка группы факторов, оказывающих влияние на выбор варианта размещения велосипедной дорожки	
	интегральные приоритеты	ранг
Автомобильная дорога	0,516	1
Бульвар	0,185	4
Набережная	0,271	2
Парк	0,203	3

Проведенная оценка факторов показала, что оптимальным вариантом размещения велосипедной дорожки является автомобильная дорога в границах пересечения улиц общегородского и районного значения (ранг 1) и набережная (ранг 2), группа транспортных и планировочных факторов в наибольшей степени оказывает влияние на выбор варианта размещения велосипедной дорожки (рис. 2).

Схема существующей дороги

Велосипедная дорожка – самостоятельный элемент дорожной инфраструктуры для передвижения на велосипедах, триколерах и других средствах транспорта в целях обеспечения безопасности в обычных случаях движения. Велосипедные дорожки проектируются в виде выделенных полос из проезжей части, тротуаров, велополос и отдельная дорожка.

Организация велосипедной дорожки по ул. Циолковского

Нужны ли основаниям горючих веществ. Специально выделенная и хорошо освещенная велосипедная дорожка – возможность обеспечить безопасность передвижения на велосипедах. Наличие специальной инфраструктуры позволяет полностью обеспечить безопасное движение и повышает уровень культуры на дороге.

Подведение по созданию освещения на ул. Циолковской обусловлено тем, что на эту улицу выйдут 2 тура и парк, в котором выделены полосы студентам, а также выделены полосы до университета на шоссе велосипедов, а это, что имеет большое значение будет безопаснее до него добраться. Это имеет большое значение людей непосредственно в парк Саши Филиппова.

Проектные предложения:

- Применение велосипедных, отбрасываемых безопасности по сравнению с движением в общем потоке;
- сетей приоритет прямого проезда на перекрестках;
- мелкие транспортные знаки и разметки на путях.

Имя	Кол. ул.	Лист	Масштаб	Дата
Иванов	1	1	1:500	2023

Организация велосипедной дорожки по ул. Циолковского

Имя	Кол. ул.	Лист	Масштаб	Дата
Иванов	1	1	1:500	2023

Благоустройство транспортной сети Волгограда (Центрального района) с обеспечением функционирования устойчивого транспорта

Сложные инженерные вопросы при наличии существующей транспортной сети с большим количеством машин требуют разработки устойчивой транспортной сети с выделением велосипедных дорожек и тротуаров.

Велосипедная дорожка – отдельная дорожка или ее часть, предназначенная для велосипедистов, чтобы избежать пересечения с пешеходами и транспортом.

При этом должна учитываться система велосипедной инфраструктуры, включающая в себя и планировку, и покрытие, и разметку.

41-14-059

Благоустройство транспортной сети Волгограда (Центрального района) с обеспечением функционирования устойчивого транспорта

г. Волгоград

Имя	Кол. ул.	Лист	Масштаб	Дата
Иванов	1	1	1:500	2023

Рис. 2. Проектные варианты размещения велосипедных дорожек на улицах Волгограда

Выполнено экспериментальное проектирование расположения велосипедных дорожек по наиболее загруженным трассам города (на примере улиц Ворошиловского и Центрального районов г. Волгограда).

Предложенный метод оценки группы факторов универсален и легко применим на практике, может быть основой для предварительного отбора факторов и определения математических зависимостей [25].

Выводы

1. Обобщен теоретический и практический опыт строительства велосипедных маршрутов в России и за рубежом.

2. Предложена методика выбора оптимального решения развития местной велосипедной сети маршрутов с использованием метода анализа иерархий.

3. Разработана структурная модель по выбору вариантов размещения велодорожек на примере линейной структуры прибрежного города

4. Выполнено экспериментальное проектирование на территории улиц Волгограда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Konstantinidou M., Spyropoulou I.* Factors affecting the propensity to cycle — the case of Thessaloniki // *Transportation Research Procedia*. 2017. No. 24. Pp. 123—130.
2. *Gutiérrez M., Hurtubia R., Ortúzar J. de D.* The role of habit and the built environment in the willingness to commute by bicycle // *Travel Behaviour and Society*. 2020. No. 20. Pp. 62—73.
3. *Ospina J. P., Duque J. C., Botero-Fernández V., Montoya A.* The maximal covering bicycle network design problem // *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 2022. No. 159. Pp. 222—236.
4. Short-term planning and policy interventions to promote cycling in urban centers: Findings from a commute mode choice analysis in Barcelona, Spain / L. M. Braun, D. A. Rodriguez, T. Cole-Hunter, A. Ambros, D. Donaire-Gonzalez, M. Jerrett, M. A. Mendez, M. J. Nieuwenhuijsen, A. de Nazelle // *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 2016. No. 89. Pp. 164—183.
5. *Félix R., Cambra P., Moura F.* Build it and give 'em bikes, and they will come: The effects of cycling infrastructure and bike-sharing system in Lisbon Case Stud // *Transport Policy*. 2020. Vol. 8. Iss. 2. Pp. 672—682.
6. *Duthie J., Umikrishnan A.* Optimization framework for bicycle network design // *Journal of Transportation Engineering* 2014. Vol. 140. Iss. 7. Pp. 04014028.
7. *Hamre A.* Urban Bikeway Design Guide // *Journal of Planning Education and Research*. 2016. Vol. 36. Iss. 2. DOI: 10.1177/0739456X16644795.
8. *Buehler R., Dill J.* Bikeway networks: A review of effects on cycling // *Transport Reviews*. 2016. Vol. 36. Iss. 1. Pp. 9—27.
9. *Хайдуков Д. С., Тасалов К. А.* Основы обеспечения устойчивого развития городской агломерации // *Материалы XIV международной конференции МГУ «Государственное управление в XXI веке»*. М. : Университетская книга, 2017. С. 783—789.
10. *Немцев И. А.* Зеленое строительство: экопоселения в концепции устойчивого развития // *Урбанистика*. 2014. № 3. С. 8—25.
11. *Шиллер П., Бруун Э., Кенворти Дж.* Введение в экологически чистый транспорт: политика, планирование и внедрение. Лондон, Вашингтон : Earthscan, 2010. 342 с.
12. *Хойт Э.* Развитие велосипедной инфраструктуры лучше повлияет на безопасность велосипедистов, чем шлемы. URL: <https://velomesto.com/magazine/v-mire/razvitie-velosipednoj-infrastruktury-luchshe-povliyaet-na-bezopasnost-velosipedistov-chem-shlemy>.
13. *Шафер А.* Глобальное требование моторизованной мобильности // *Исследование транспорта*. 1998. No. 32. Pp. 455—477.
14. *Caillé A., Al-Moneef M., Barnés de Castro F.* Transport Technologies and Policy Scenarios to 2050. World Energy Council, 2007. 144 p.
15. *Мохит Б.* Велосипедные дорожки — важная инвестиция в общественное здравоохранение: результаты исследования. URL: <https://velomesto.com/magazine/v-mire/velosipednye-dorozhki-vazhnaya-investiciya-v-obshchestvennoe-zdravoohranenie-rezultaty-issledovaniya>.

16. Норвегия потратит почти миллиард долларов на строительство велосипедных магистралей. URL: <https://velomesto.ru/magazine/v-mire/norvegiya-potrati-pochti-milliard-dollarov-na-stroitelstvo-velosipednyh-magistralej>.
17. *Теннес М.* В Германии открыт первый отрезок «автобана» для велосипедистов. URL: <https://velomesto.ru/magazine/v-mire/v-germanii-otkryt-pervyj-otrezok-avtobana-dlya-velosipedistov>.
18. Реформирование городского транспорта — путь к очищению воздуха и снижению выбросов. URL: <https://velomesto.ru/magazine/ekologiya/reformirovanie-gorodskogo-transporta-pyt-k-ochisheniyu-vozduha-i-snizheniyu-vybrosov>.
19. *Gelb P.* Apparicio Cyclists' exposure to air and noise pollution, comparative approach in seven cities // *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2022. Vol. 14. 100619.
20. *Саати Т. Л.* Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. М. : КД ЛИБРОКОМ, 2009. 360 с.
21. *Саати Т., Кернс К.* Аналитическое планирование: организация систем. М. : Радио и связь, 1991. 224 с.
22. *Ганжа О. А.* Оценка шумового воздействия в зонах к городским транспортным пересечениям на геоэкологическую среду города: дисс. ... канд. техн. наук. М., 2009 г. 239 с.
23. *Ганжа О. А.* Оценка факторов, оказывающих влияние на уровень шума в зоне городских транспортных пересечений в одном уровне // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2007. Вып. 7(26). С. 239—243.
24. *Салугин А. Н.* Введение в системный анализ: компьютерные основы принятия решений. Волгоград : ВолгГАСА, 2002. 107 с.
25. *Ivanova N., Ganzha O.* Methodical approaches in town-planning design of street circuits in the conditions of sustainable development of the city // *Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport — EMMFT 2017*. Vol. 90. P. 6. DOI: 10.1088/1755-1315/90/1/012130.

© *Иванова Н. В., Ганжа О. А., 2023*

*Поступила в редакцию
в сентябре 2023 г.*

Ссылка для цитирования:

Иванова Н. В., Ганжа О. А. Планирование городских территорий с учетом развития системы велотрасс // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2023. Вып. 5(93). С. 203—213.

Об авторах:

Иванова Нина Васильевна — канд. архитектуры, проф., проф. каф. архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ORCID: 0000-0002-2472-1705; ivanovaninav@mail.ru

Ганжа Ольга Александровна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. урбанистики и теории архитектуры, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ganzha_olga@mail.ru

Nina V. Ivanova, Ol'ga A. Ganzha

Volgograd State Technical University

PLANNING OF URBAN AREAS TAKING INTO ACCOUNT THE DEVELOPMENT OF THE CYCLE TRACK SYSTEM

The article substantiates a methodological approach to making a design decision on the placement of eco-friendly routes in order to use sustainable transport, which allows reducing the level of negative environmental impact during road traffic (emissions, waste and noise impact) and ensuring accessibility (mobility) to meet the transport needs of citizens. The authors selected and applied the method of hierarchy analysis, which allows making decisions on choosing the optimal option for placing a bicycle path in the system of the road network.

Key words: bicycle paths, street-road network, urban planning of street roads, hierarchy analysis method.

For citation:

Ivanova N. V., Ganzha O. A. [Planning of urban areas taking into account the development of the cycle track system]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2023, iss. 5, pp. 203—213.

About authors:

Nina V. Ivanova — Candidate of Architecture, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., 400074, Volgograd, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-2472-1705; ivanovaninav@mail.ru

Ol'ga A. Ganzha — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; ganzha_olga@mail.ru