

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ



УДК 711.4-625

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.22

И. Д. ШАРОВА

АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ ВЕЛОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

DESIGN ALGORITHM OF URBAN BICYCLE INFRASTRUCTURE

Представлен алгоритм проектирования городской велотранспортной инфраструктуры с использованием социологических, натурных и психологических исследований, пространственной многокритериальной оценки сегментов улично-дорожной сети. В теле алгоритма выделяются следующие блоки: сбор входных данных, социологические и психологические исследования, определение существующего и планируемого количества пользователей, пространственная многокритериальная оценка сегментов улично-дорожной сети, типология планировочных решений, этапность развития велотранспортной инфраструктуры. В ходе применения алгоритма в проектировании была выявлена высокая степень корреляции результатов с экспертными предложениями, что позволяет рекомендовать его к применению при проектировании и расширении велотранспортной инфраструктуры в городах.

Ключевые слова: велотранспортная инфраструктура, городская среда, геоинформационная система, транспортная система, мегаполис

An algorithm for designing urban cycling infrastructure using sociological, natural and psychological research, spatial multi-criteria evaluation of segments of the road network is presented. The following blocks are distinguished in the body of the algorithm: collection of input data, sociological and psychological research, determination of the existing and planned number of users, spatial multi-criteria assessment of the road network segments, typology of planning decisions, the phased development of the bicycle transport infrastructure. During the application of the algorithm in the design, a high degree of correlation of the results with expert proposals was revealed, which makes it possible to recommend it for use in the design and expansion of the cycle transport infrastructure in cities.

Keywords: cycling transport infrastructure, urban environment, geoinformation system, transport system, metropolis

На сегодняшний день крупные города мира стремятся уменьшить долю передвижений на личном автотранспорте, поддерживают совершенствование системы общественного транспорта, пешеходной и велотранспортной инфраструктуры (далее – ВТИ) [1–6]. Существуют различные подходы к проектированию и реализации ВТИ, в литературе сформулированы ее основные принципы и приемы [1–3, 7–10]. В большинстве случаев процесс проектирования основывается на социологических исследованиях [9, 11] и выводах экспертов, часто вооруженных обширными знаниями о конкретной территории проектирования. В таких ситуациях возникает конфликт между местными проектировщиками или представителями

велообщества и экспертными решениями. Разработаны теоретические методики проектирования, позволяющие при помощи геоинформационных систем принять решение о наиболее эффективном расположении линейных объектов ВТИ на основе общих характеристик города и улично-дорожной сети (далее – УДС) [12,13]. Однако авторы отмечают, что в алгоритме не учитываются локальные особенности: проблема проектирования в условиях неопределенности и недостатка данных актуальна по всему миру [14]. Для разработки проектных решений, удовлетворяющих всем требованиям, предлагается использование авторского алгоритма проектирования велотранспортной инфраструктуры с привлечением местных специалистов различных областей.

Алгоритм представляет собой методику проектирования, систему последовательных задач для получения наиболее эффективной модели ВТИ.

Отдельно необходимо отметить, что выполнение алгоритма рекомендуется вести в геоинформационных системах. В рамках данной работы использовалась программа ArcGIS [15]. Использование компьютерных технологий как инструмента проектирования освобождает исследователя города от технической работы [16]. На небольших территориях проектирования может быть применено и ручное выполнение задач, однако они могут занять значительное время. Геоинформационные системы являются удобным и современным инструментом для решения ряда градостроительных и транспортных задач [12, 13, 17–19], и при наличии достаточных ресурсов для выполнения алгоритма может быть разработано собственное программное обеспечение.

Алгоритм построен таким образом, что каждый его блок может рассматриваться как законченное исследование, а может являться входными данными для следующего блока при необходимости более детальной разработки. Выделяются следующие блоки: сбор входных данных, социологические и психологические исследования, определение существующего и планируемого количества пользователей ВТИ, пространственная многокритериальная оценка сегментов УДС, типология планировочных решений, этапность развития. Общая схема взаимодействия блоков алгоритма отображена на рис. 1.

Блок 1, сбор входных данных. Входные данные, необходимые для выполнения алгоритма, по форме можно разделить на четыре группы: пространственные данные, сведения о существующем использовании, данные о населении. Социологические и психологические исследования (выделены в блок 2). По этапности применения выделены входные данные 1-го и 2-го уровня.

В первую очередь необходимы пространственные данные в виде карты улично-дорожной сети, а также сведения о существующих объектах ВТИ (например, для работы в геоинформационной системе ArcGIS необходим файл с разрешением «shape»). Алгоритм предполагает деление улично-дорожной сети на сегменты, каждому из которых на последующих этапах будут присвоены определенные характеристики при помощи натуральных исследований местными экспертами.

Данные о населении могут быть получены на основании официальных источников местной статистики субъекта РФ: общая численность населения города, население старшего школьного возраста (15–17 лет), студенческого возраста (18–25 лет), население в возрасте 26–50 лет, а также численность локального велосообщества.

Выходные данные 2-го уровня включают в себя следующие пространственные данные: карта существующей улично-дорожной сети, карта оценки территориальных ресурсов, расположение существующих точек притяжения, ТПУ, достопримечательностей, карта gps-данных о передвижении велосипедистов. В качестве сведений о существующем использовании необходимо подготовить перечень основных пунктов назначения при передвижении на велосипеде (на основании социологических исследований). Необходимо также указать планируемые ресурсы для реализации ВТИ для определения километража, планируемое количество точечных объектов ВТИ.

Блок 2, социологические и психологические исследования. Результаты социологических исследований также являются входными данными 1-го уровня. Необходимо провести два независимых социологических исследования: среди смешанной аудитории и среди активных велосипедистов. Первое исследование можно назвать классическим для определения существующего уровня велосипедиза-

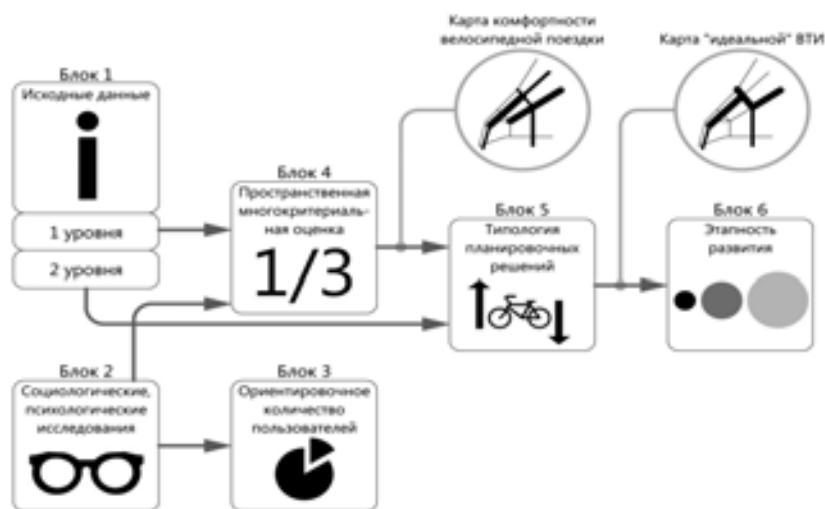


Рис. 1. Схема взаимодействия блоков алгоритма проектирования ВТИ

ции города. Выявляется процент велосипедистов относительно всего населения, основные направления движения, причины неиспользования велосипеда, расположение якорных точек, маршрутов движения [20], приоритетное расположение точечных объектов ВТИ и др., присутствует вопрос о намерении использовать велосипед в качестве транспортного средства при условии создания ВТИ. Анкетирование должно быть именно сплошным, т. е. заполнять анкету необходимо всем участникам выборки вне зависимости от их отношения к велосипедному движению. Для получения более точных результатов автором предлагается дифференциация респондентов по возрасту (старший школьный возраст – 15–17 лет, студенты – 18–25 лет, взрослые – 26–50 лет). Как показывает практика, последний вопрос о намерении использования ВТИ имеет психологический аспект, в свете чего на первом уровне входных данных рекомендуется привлечение профессиональных психологов с целью проведения дополнительного исследования, основной задачей которого ставится определение реального процента потенциальных пользователей ВТИ.

Второе социологическое исследование проводится среди активных велосипедистов, его цель заключается в определении значимости выявленных автором параметров городской среды для велосипедиста. Результатом исследования должен стать коэффициент значимости для каждого критерия: безопасность, прямолинейность, благоустройство, функциональная насыщенность, связность, корреляция с транспортной системой, корреляция с природным каркасом. Респондентам предлагается оценить значимость каждого критерия по шкале от 1 до 5, где 1 – данный параметр не важен, 5 – очень важен и является определяющим при выборе маршрута.

Блок 3, определение существующего и планируемого количества пользователей ВТИ. Для определения существующего количества велосипедистов используются данные социологических исследований с дифференциацией по возрасту. Выявляется процент старших школьников (15–17 лет), которые используют велосипед в теплое время года несколько раз в месяц и чаще, результат экстраполируется на общее население города старшего школьного возраста. Та же операция проводится со студентами и остальным населением в возрасте 26–50 лет. Определение планируемого количества велосипедистов ведется по тому же принципу. На основании социологических исследований выделяется процент респондентов каждой возрастной группы, которые планируют использовать ВТИ, и экстраполируется на общую численность населения рассматриваемого возраста. Для получения более точного количества необходимо учесть психологический коэффициент реальных потенциальных пользователей. Необходимо также отметить, что данный показатель в

значительной степени зависит не только от планировочных изменений в городе и реального создания объектов ВТИ, но и от продвижения, рекламы и мероприятий.

Блок 4, пространственная многокритериальная оценка сегментов УДС. На основании натуральных исследований выделяются сегменты улично-дорожной сети как участки с одинаковыми показателями по всем рассматриваемым критериям, причем сегмент не обязательно совпадает с расстоянием от перекрестка до перекрестка.

Каждый сегмент оценивается по критерию безопасности (в контексте совмещения потоков велосипедного, автомобильного и пешеходного движения), прямолинейности, благоустройства, функциональной насыщенности, связности (при наличии существующей ВТИ), корреляции с транспортной системой и корреляции с природным каркасом (в случае с анализом сегментов УДС – на основании рельефа). Каждому сегменту присваивается 7 переменных: безопасность $1 < BEZ < 3$, прямолинейность $1 < PR < 3$, благоустройство $1 < BLAGO < 3$, функциональная насыщенность $1 < FN < 3$, связность $1 < SV < 3$, корреляция с транспортной системой $1 < TRS < 3$, корреляция с природным каркасом на основании данных о рельефе $1 < PRIR < 3$. Дополнительно присваиваются критерии трафика $0 < TF < 3$ существующей активности велосипедного движения $1 < A < 3$, а также переменная наличия или отсутствия территориальных ресурсов $0 < T < 3$.

Следующим шагом является объединение данного блока с блоком социологических исследований. Каждая оценка умножается на соответствующий коэффициент значимости, в результате чего для каждого сегмента УДС вычисляется комплексный коэффициент комфортности велосипедной поездки. Формируется карта дифференциации сегментов УДС по коэффициенту комфортности велосипедной поездки.

$$K_{\text{комф}} = K_{\text{без}} \cdot R_{\text{без}} + K_{\text{ф}} \cdot R_{\text{ф}} + K_{\text{н}} \cdot R_{\text{н}} + K_{\text{блз}} \cdot R_{\text{блз}} + K_{\text{прир}} \cdot R_{\text{прир}} + K_{\text{тр}} \cdot R_{\text{тр}}$$

где $K_{\text{комф}}$ – коэффициент комфортности велосипедной поездки;

$R_{\text{без}}$ – оценка безопасности сегмента УДС с позиции велосипедного движения;

$K_{\text{без}}$ – коэффициент значимости критерия безопасности по результатам социологического исследования;

$R_{\text{ф}}$ – оценка функциональной насыщенности сегмента УДС;

$K_{\text{ф}}$ – коэффициент значимости критерия функциональной насыщенности по результатам социологического исследования;

$R_{\text{н}}$ – оценка прямолинейности сегмента УДС;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент значимости критерия прямолинейности по результатам социологического исследования;

$R_{\text{блз}}$ – оценка благоустройства сегмента УДС;

$K_{\text{олз}}$ – коэффициент значимости критерия благоустройства по результатам социологического исследования;

$R_{\text{трп}}$ – оценка корреляции сегмента УДС с транспортной системой;

$K_{\text{прп}}$ – коэффициент значимости критерия корреляции с транспортной системой по результатам социологического исследования;

$R_{\text{тр}}$ – оценка корреляции сегмента УДС с природным каркасом;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент значимости критерия корреляции с природным каркасом по результатам социологического исследования.

Результаты выполнения блока 4 могут быть представлены в виде карты комфортности велосипедной поездки. В качестве примера на рис. 2 отображены результаты для Самары. Выявлена высокая степень корреляции комплексного коэффициента комфортности поездки с существующей активностью велосипедного движения.

Блок 5, типология планировочных решений.

Для определения необходимых приемов формирования линейных объектов ВТИ в сложившейся городской застройке сегменты улично-дорожной сети дифференцированы на шесть типов, для каждого из которых предлагаются приемы и способы реализации ВТИ, типология сегментов улично-дорожной сети на основании коэффициента комфортности велосипедной поездки, территориальных ресурсов и ряда других параметров.

Тип 1 сегментов УДС представляет собой существующую сеть объектов ВТИ и на предпроектном этапе не требует изменений.

К *типу 2* отнесены улицы и дороги с низким трафиком и скоростью движения автомобильного потока до 40 км/ч, где создание обособленных или выделенных линейных объектов ВТИ не обязательно, так как перемещение на велосипеде на момент исследования является безопасным и комфортным. Рекомендуется совмещение потоков (пешеходное / велосипедное движение, автомобильное / велосипедное движение) с установкой соответствующих дорожных знаков и минимальной разметкой.

Тип 3. Сегменты УДС с высоким значением коэффициента комфортности поездки ($K_k > 2$) при высоком трафике ($TF > 2$), требующем разделения потоков. К ним часто относятся улицы районного значения, участки магистралей. На выделенных сегментах предлагается создание линейных объектов ВТИ, смежных с пешеходным движением. Применяются приемы разделения потоков, безбарьерной среды, организации безопасных перекрестков, повышения связности сети линейных объектов ВТИ.

Тип 4. Сегменты УДС с низким и средним трафиком, низким значением коэффициента комфортности поездки ($K_k < 2$) с небольшим территориальным ресурсом. К данному типу относится большинство улиц и дорог со средней интенсивностью движения. Рекомендуется разделение потоков с созданием выделенных линейных объектов ВТИ, смежных с автомобильным движением. Применяются приемы разделения потоков, безбарьерной среды, организации безопасных перекрестков, повышения связности сети линейных объектов ВТИ.



Рис. 2. Карта дифференциации сегментов УДС по итоговому коэффициенту комфортности велосипедной поездки

Тип 5. Сегменты УДС с высокой концентрацией ОКН, высокой функциональной насыщенностью, высоким трафиком. К данному типу относятся наиболее активные улицы в исторической части города, где целесообразно расположение туристических велосипедных маршрутов. Рекомендуется создание обособленных линейных объектов, примыкающих к проезжей части или тротуару. Применяются приемы разделения потоков, привязки к функциональным объектам, повышения качества благоустройства.

Тип 6. Наиболее прямолинейные сегменты улично-дорожной сети с высоким трафиком и значительными территориальными ресурсами. К данному типу в большинстве случаев можно отнести магистральные улицы, а также велосипедные маршруты в парках. Рекомендуется создание полностью изолированных линейных объектов ВТИ. Применяются приемы разделения потоков, расположения объектов на наиболее прямых улицах, повышения качества благоустройства.

Данная типология применима только к городской улично-дорожной сети и не учитывает возможные рекреационные маршруты на озелененных территориях. Учитывая значительное количество вариантов решения ВТИ в городской среде, типология не может предложить конкретных планировочных решений. Привязка к конкретному сегменту должна проводиться на следующем этапе проектирования с учетом рекомендаций, полученных в ходе данного исследования.

В результате выполнения данного блока получена карта «идеальной» велотранспортной инфра-

структуры города, включающая в себя все этапы (рис. 3). Для определения наиболее значимых участков, требующих реализации на первой стадии, необходимо выявление зон высокого, среднего и низкого потенциала развития ВТИ (блок 6).

Блок 6, этапность развития. Данный блок объединяется с блоком 2 «Социологические и психологические исследования». На основании результатов второго блока выделяются главные направления движения велосипедистов, точки притяжения. На основании карты расположения основных точек притяжения и понятия велосипедной доступности выстраиваются зоны велосипедной доступности до каждого источника, при этом последние классифицируются по функциональному назначению: деловые (вузы и офисные центры), рекреационные (парки, площади, набережные), утилитарные (торговые центры). Дополнительно выделяются зоны велосипедной доступности туристических объектов.

Те области, где наблюдается пересечение зон велосипедной доступности точек притяжения, являются наиболее востребованными для создания объектов ВТИ (как линейных, так и точечных). В качестве результата выполнения блока формируется карта пересечений зон велосипедной доступности, формируются три зоны развития ВТИ: зона высокого, среднего и низкого потенциала развития.

Зона высокого потенциала развития ВТИ определяется на пересечении зон велосипедной доступности объектов всех четырех функциональных назначений:

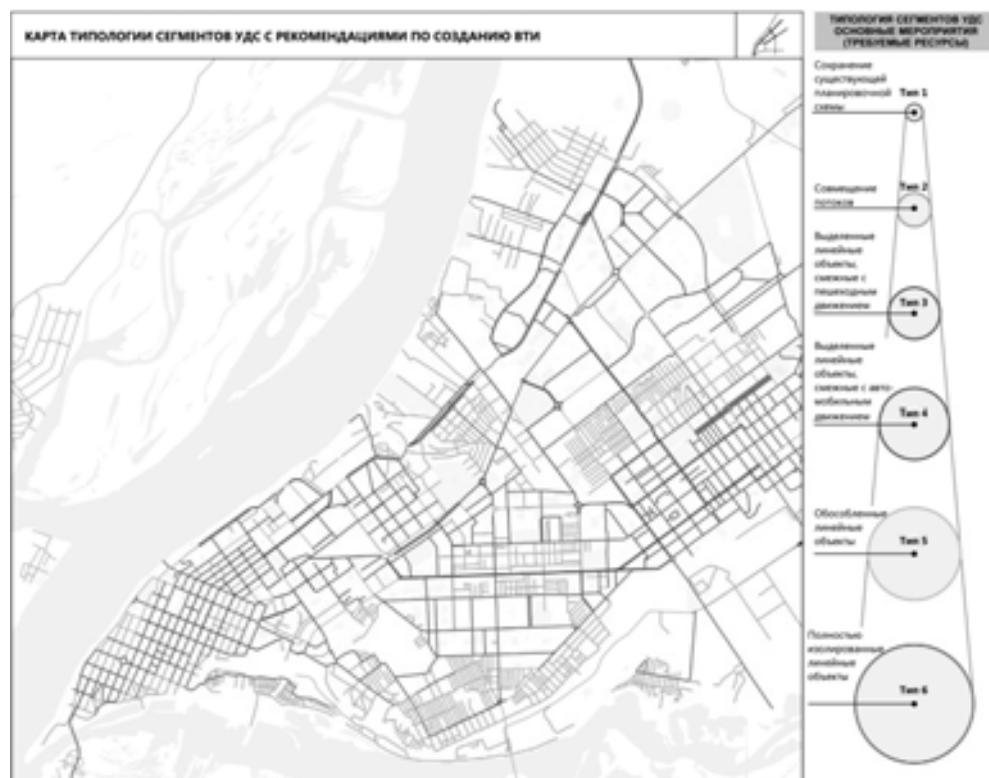


Рис. 3. Карта типологии сегментов УДС с рекомендациями по созданию ВТИ

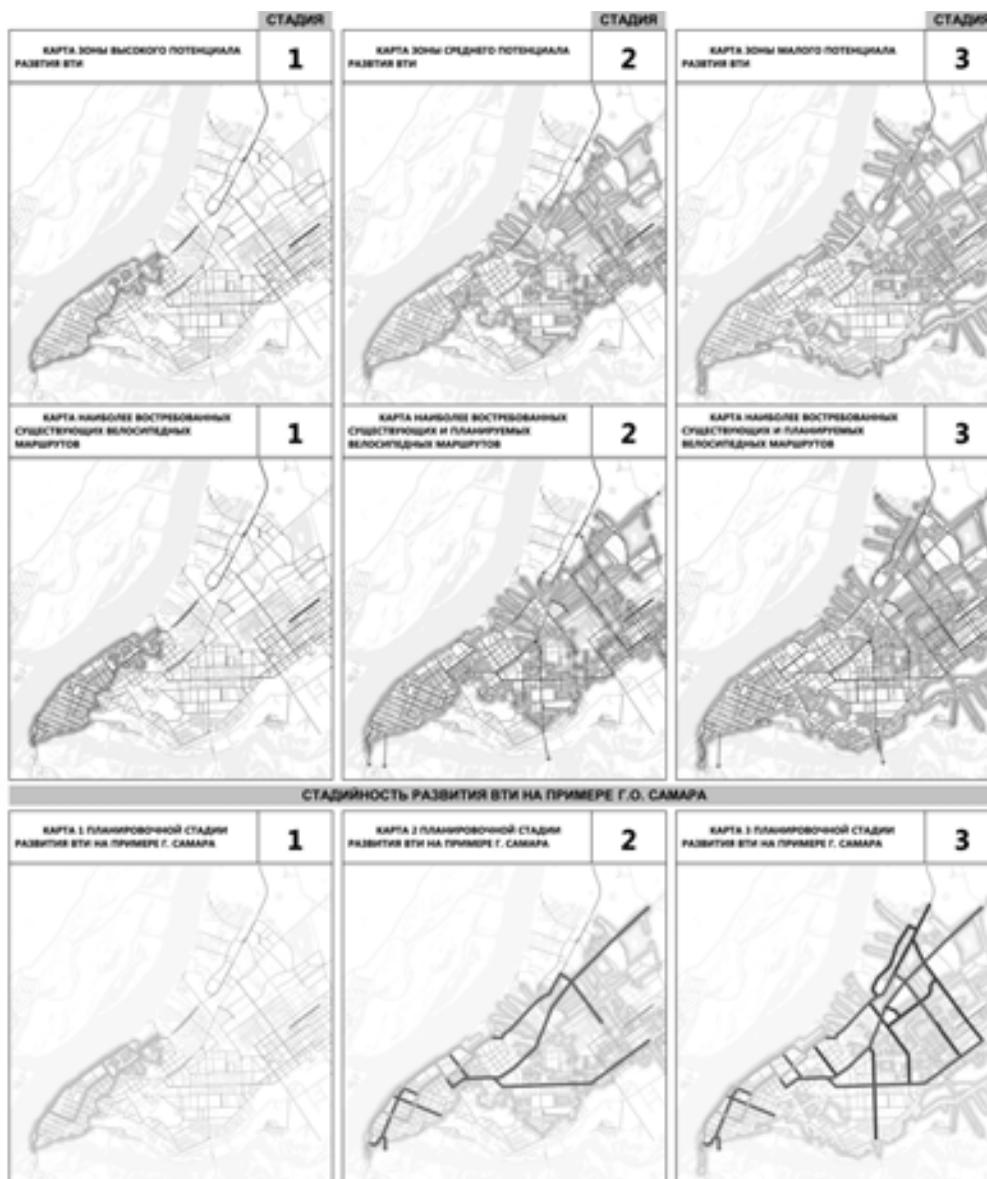


Рис. 4. Наложение зон велосудупности, стадийность развития ВТИ для Самары

рекреационного, делового, утилитарного и туристического использования. Это зона среднего потенциала развития ВТИ, а также отдельно пересечений рекреационного и делового назначений.

В качестве примера на рис. 4 представлены карты наложения зон велосудупности для Самары, а также следующие из этого этапы развития ВТИ.

Выводы. 1. Предложенный алгоритм проектирования представляет собой теоретическую «канву» для тщательного предпроектного анализа с последующим формированием поэтапного развития городской велотранспортной инфраструктуры (ВТИ). Так как проектирование ВТИ является междисциплинарной задачей, необходимо отметить, что с целью повышения достоверности результата каждый отдельный

блок алгоритма может быть представлен как отдельная задача для специалиста данной области. Результаты выполнения могут быть также внедрены в алгоритм и использованы для дальнейшей работы.

2. Стоит отметить вариативность полученной градостроительно-информационной системы: она может быть дополнена новыми данными о городе (строительством новой дороги, новой городской достопримечательности или изменением параметров какой-либо из переменных).

3. Представленная методика позволяет определить принципиальную схему формирования объектов ВТИ с теоретическим обоснованием, используя и мировой опыт проектирования, и знания местных проектировщиков и велосипедистов.

4. В ходе применения алгоритма в проектировании была выявлена высокая степень корреляции результатов с экспертными предложениями, что позволяет рекомендовать его к применению при проектировании и расширении велотранспортной инфраструктуры в городах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дюфур Д. Велотранспортная инфраструктура: принципы и практика проектирования : пер. с англ. М.: ИНФРА-М, 2016. 269 с.
2. Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / пер. с англ. А.Калинина; под научн. ред. М. Бликина. М. : Издательский дом «Территории будущего», 2011. 576 с.
3. Города для людей / Ян Гейл; пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2012. 276 с.
4. Литвинов Д.В. Принципы функциональной организации прибрежной территории крупных городов Поволжья // Градостроительство и архитектура. 2011. № 4. С. 21-23. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.04.4.
5. Вавилонская Т.В., Демурина Ю.Л. Реновация архитектурно-исторической среды с интеграцией пешеходных пространств // Научное обозрение. 2015. №9. С. 248-350.
6. Павлова И.Д. Велотранспортная инфраструктура как оптимальный способ восприятия города // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство: сборник статей / под ред. М. И. Балзанникова, К. С. Галицкова, Е. А. Ахмедовой; СГАСУ. Самара, 2017. С. 249-254.
7. Аудит велосипедной политики (Bicycle Policy Audit) ВУРАД [Электронный ресурс] : графические и текстовые материалы. Режим доступа : <http://www.byrad.org> (дата обращения: 12.04.2018).
8. Bicycle planning, best practices and count methodology [Электронный ресурс] / Puget Sound Regional Council. – 2011. – Режим доступа: https://www.psrc.org/sites/default/files/udp_bicycle_studio_final_20110111.pdf
9. Разработка концепции и программы мероприятий по развитию велосипедного движения в Санкт-Петербурге, в том числе по созданию и обустройству велодорожек: отчет о НИР / В.В. Донченко [и др.] М.: ОАО «НИИАТ», 2011. 196 с.
10. Collection of Cycle Concepts [Электронный ресурс] / Cycling Embassy of Denmark. 2012 г. — Режим доступа: <http://www.cycling-embassy.dk/wp-content/uploads/2013/12/Collection-of-Cycle-Concepts-2012.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
11. Боровик Е.А. Исследование спроса на велосипедную инфраструктуру [Электронный ресурс] : доклад I Международном велоконгрессе. М., 2016. Режим доступа: <http://micc2016.ru/presentations/proectirovanie-borovik.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
12. Brussel M. Bicycle planning and network design / University of Twente, Faculty of geo-information science and Earth observation. — Режим доступа: http://staging.unep.org/transport/sharetheroad/PDF/courseware_nmt/Lecture6_Bicycle_planning_networkdesign_Brussel.pdf (дата обращения: 12.04.2018).
13. Roford N., Chiaradia A. Gil J. Пространственный синтаксис: Роль планировки города при выборе велосипедных маршрутов в Центральном Лондоне [Электронный ресурс] // University of California. 2007. Режим доступа: <http://escholarship.org/uc/item/8qz8m4fz> (дата обращения: 12.04.2018).
14. Мусеев Ю.М. Дееспособность системы градостроительного планирования в условиях неопределенности // Архитектура и строительство России. 2013. № 4. С. 2.
15. Esri/Products. – URL: <http://www.esri.com/products/index.html>
16. Шубенков М.В. Проблемы архитектурной деятельности в условиях развития компьютерных технологий // Архитектон: известия вузов. 2006. № 15. С. 14.
17. Котиков Ю. Г. Концепции транспортной геоинформационной системы мегаполиса // Сб. докладов 9-й междунар. конф. «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». СПб.: СПбГАСУ, 2010. С. 47-62.
18. Михайлов А. Ю. Научные основы проектирования улично-дорожных сетей : дис. ... д-ра тех. наук: 18.00.04. Иркутск, 2004. 378 с.
19. Есаулов Г.В. «Умный город» как модель урбанизации XXI века // Градостроительство. 2013. №4(26). С. 27-31.
20. Крашенинников А.В. Сценарное проектирование пешеходных пространств // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тр. МАРХИ: материалы международной научно-практической конференции. М., 2015. С. 211-213.

Об авторах:

ШАРОВА (ПАВЛОВА) Ирина Дмитриевна

аспирант кафедры реставрации и реконструкции архитектурного наследия
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: 9905181@mail.ru

SHAROVA (PAVLOVA) Irina D.

Postgraduate Student of the Restoration and Reconstruction of Architectural Heritage Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: 9905181@mail.ru

Для цитирования: Шарова И.Д. Алгоритм проектирования городской велотранспортной инфраструктуры // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №3. С. 117-123. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.22.
For citation: Sharova I.D. Design Algorithm of Urban Bicycle Infrastructure// Urban Construction and Architecture. 2018. V. 8, 3. Pp. 117-123. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.22.