

## **СОЗДАНИЕ КАРТЫ ДОСТУПНОСТИ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ**

*Анастасия Андреевна Цилинченко*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (996)381-91-15, e-mail: sc\_nastia@mail.ru

*Ярослава Георгиевна Пошивайло*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, заведующая кафедрой картографии и геоинформатики, тел. (913)914-98-38, e-mail: yaroslava@ssga.ru

Статья посвящена вопросам картографирования доступности городской территории для целей информирования граждан о наиболее удобных путях перемещения. Авторы предлагают подходы к картографированию доступности в среде геоинформационных систем. Создана тестовая геоинформационная модель участка городской территории и проложен оптимальный маршрут для людей с ограничениями зрения и для людей, передвигающихся на инвалидных колясках.

**Ключевые слова:** доступная среда, графы доступности, маломобильные группы населения

## **CREATING A MAP OF ACCESSIBILITY OF URBAN AREA FOR PEOPLE WITH LIMITED MOBILITY**

*Anastassia A. Tsilichenko*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (996)381-91-15, e-mail: sc\_nastia@mail.ru

*Yaroslava G. Poshivaylo*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Head of the Department of Cartography and Geoinformatics, phone: (913)914-98-38, e-mail: yaroslava@ssga.ru

The article is devoted to the issues of mapping the accessibility of the urban area for the purpose of informing citizens about the most convenient routes of movement. The authors propose approaches to mapping accessibility in the environment of geographic information systems. A test geoinformation model of a part of urban area was created and an optimal route for people with visual impairments and for people moving in wheelchairs was build.

**Keywords:** accessible environment, graf of accessibility, people with limited mobility

### ***Введение***

Вопросы доступности города для маломобильных групп населения (МГН) и улучшения качества их жизни на протяжении продолжительного периода конструирования городского пространства оставались на втором плане. Исследования доступности городской среды для людей с ограниченными возможностями

приобрело особый интерес в связи с развитием крупных городов [9]. Картографирование доступной среды позволяет создавать информационный ресурс для граждан о доступных маршрутах, что помогает планировать перемещения в условиях городской среды. Главнейшей проблемой при создании карты доступности остаётся сбор и обновление актуальной информации, так как карты доступности хороши ровно настолько, насколько хороши содержащиеся в них данные.

Несмотря на значительное количество реализованных сервисов с картами доступности, в них всё ещё отсутствует немаловажная функция – маршрутизация. Одной из причин того, что в существующих проектах так и не реализована функция маршрутизации является большое количество факторов, которые необходимо учитывать при создании доступного маршрута. Одним из таких факторов являются препятствия. Если для обычного человека не проблема переступить бордюр или же спуститься по дороге, имеющей большой уклон, то для человека в инвалидной коляске прохождение по такому пути без сопровождения является затруднительным или невозможным. В табл. 1 представлены особенности здоровья граждан, которые необходимо учитывать при построении маршрутов.

*Таблица 1*

Особенности здоровья маломобильных граждан, влияющие на возможность восприятия и передвижения

Категория граждан	Ограничения
Люди с нарушением зрения	Ограничение к самостоятельному передвижению Ограничение способности к ориентации
Люди с нарушением слуха	Ограничение возможности общения и восприятия звуковой информации
Люди, передвигающиеся при помощи инвалидных колясок	Ограничение к самостоятельному передвижению
Люди с нарушением опорно-двигательного аппарата	Ограничение к самостоятельному передвижению
Люди с нарушением умственного развития	Ограничение к самостоятельному передвижению Ограничение возможности общения

### ***Методы и материалы***

Для определения степени доступности маршрутов при создании карты необходимо представлять возможность преодоления МГН различных типов барьеров. К ним можно отнести:

- архитектурные или физические барьеры;
- информационные барьеры: недоступные для людей с инвалидностью системы навигации и ориентирования, отсутствие информации об услуге и способах ее получения, выполненных в доступной и/или альтернативной форме и так далее;
- операционные барьеры: нелогичные и неудобные процедуры обслуживания;

– коммуникативные барьеры: стереотипы в отношении людей с инвалидностью, незнание этики общения с людьми, имеющими инвалидность, неверное понимание инвалидности и прочее [10].

Мы выделили лишь основные архитектурные барьеры и представили их в табл. 2:

- бордюр;
- нерегулируемый пешеходный переход (далее НПП);
- регулируемый пешеходный переход, включая переходы с звуковыми светофорами (далее РПП);
- лестница без пандуса;
- неровная дорога или дорога с плохим покрытием;
- уклон;
- объект на дороге.

Таблица 2

Зависимость доступности маршрута для МГН от препятствий

Категория граждан	Доступность	Препятствия
Люди с нарушением зрения	Доступно	Лестница без пандуса
	Доступно частично	РПП, неровная дорога, уклон, объект на дороге
	Недоступно	Бордюр, НПП
Люди с нарушением слуха	Доступно	Бордюр, РПП, лестница без пандуса, неровная дорога, уклон
	Доступно частично	НПП
	Недоступно	Объект на дороге
Люди, передвигающиеся при помощи инвалидных колясок	Доступно	РПП
	Доступно частично	Уклон, неровная дорога
	Недоступно	Бордюр, НПП, лестница без пандуса, объект на дороге
Люди с нарушением опорно-двигательного аппарата	Доступно	РПП
	Доступно частично	Бордюр, неровная дорога, уклон, объект на дороге, лестница без пандуса
	Недоступно	НПП
Люди с нарушением умственного развития	Доступно	Бордюр, неровная дорога, лестница без пандуса
	Доступно частично	РПП, уклон, объект на дороге
	Недоступно	НПП

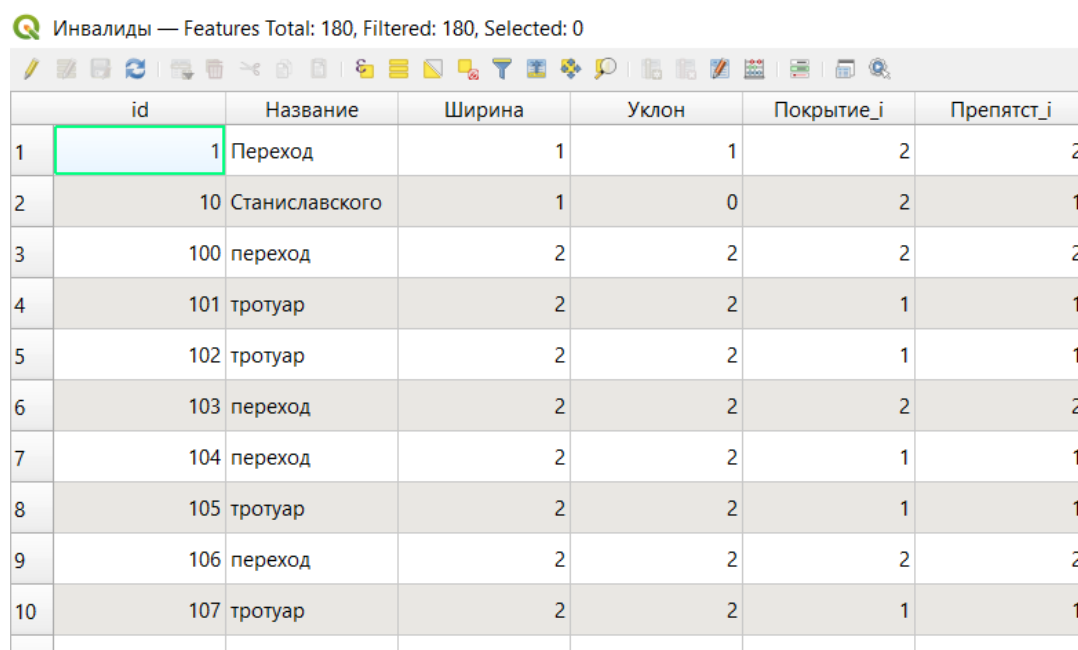
Для отображения препятствий и обеспечения возможности планирования и осуществления передвижения МГН по территории населенного пункта необходимо выполнять построение графов доступности [2].

Граф доступности представляет собой единый геоинформационный набор данных, моделирующий доступность окружающей среды для разных категорий МГН и состоит из базовых топологических элементов – узлов и дуг.

## Результаты

В качестве эксперимента в программе QGIS нами был обследован участок городской территории, выполнены необходимые измерения, составлен каталог препятствий. Далее было создано два слоя для проектирования маршрутов: для людей с ограничениями зрения и для людей, передвигающихся при помощи инвалидных колясок.

Для расчёта оптимального маршрута были использованы следующие атрибуты: ширина дороги, уклон, покрытие и препятствия, имеющиеся на пути (рис. 1).



Инвалиды — Features Total: 180, Filtered: 180, Selected: 0

id	Название	Ширина	Уклон	Покрытие_i	Препятст_i
1	1 Переход	1	1	2	2
2	10 Станиславского	1	0	2	1
3	100 переход	2	2	2	2
4	101 тротуар	2	2	1	1
5	102 тротуар	2	2	1	1
6	103 переход	2	2	2	2
7	104 переход	2	2	1	1
8	105 тротуар	2	2	1	1
9	106 переход	2	2	2	2
10	107 тротуар	2	2	1	1

Рис. 1. Таблица атрибутов для расчета оптимального маршрута

Каждому значению атрибута графа дорог присваивалось одно из значений – 0, 1 или 2, где 0 означает, что данная часть дороги недоступна для свободного передвижения человеку с ограничениями здоровья, 1 – передвижение доступно, но с некоторыми сложностями, 2 – дорога абсолютно доступна для передвижения. Все значения определялись во время полевого обследования, где при помощи уклономера и измерительной рулетки определялись показатели и сравнивались с нормами, обозначенными в своде правил «СП 140.13330.2012 Городская среда. Правила проектирования для маломобильных групп населения».

Числовые значения 0, 1 и 2 необходимы для расчёта наиболее доступного маршрута передвижения с учётом всех условий. Данный расчёт был проведён при помощи *Модуля сетевого анализа*, установленного в программе QGIS – «Поиск кратчайшего пути (от точки до точки)». Модуль позволяет провести расчёт наиболее короткого и наиболее доступного пути. Для определения наиболее короткого маршрута программа рассчитывает длину векторных линий и определяет наиболее подходящий путь.

Для расчёта наиболее доступного маршрута требуется вычисление весов рёбер графов дорог. Для этого используется ранее составленная таблица атрибутов. В окне модуля «Поиск кратчайшего пути» выбирается векторный слой, в котором будет производиться построение маршрута (люди, передвигающиеся при помощи коляски/незрячие). Отмечается начальная и конечная точки пути и в расширенных параметрах в «Поле скорости» выбирается заранее вычисленное поле – Сумма (рис. 2).

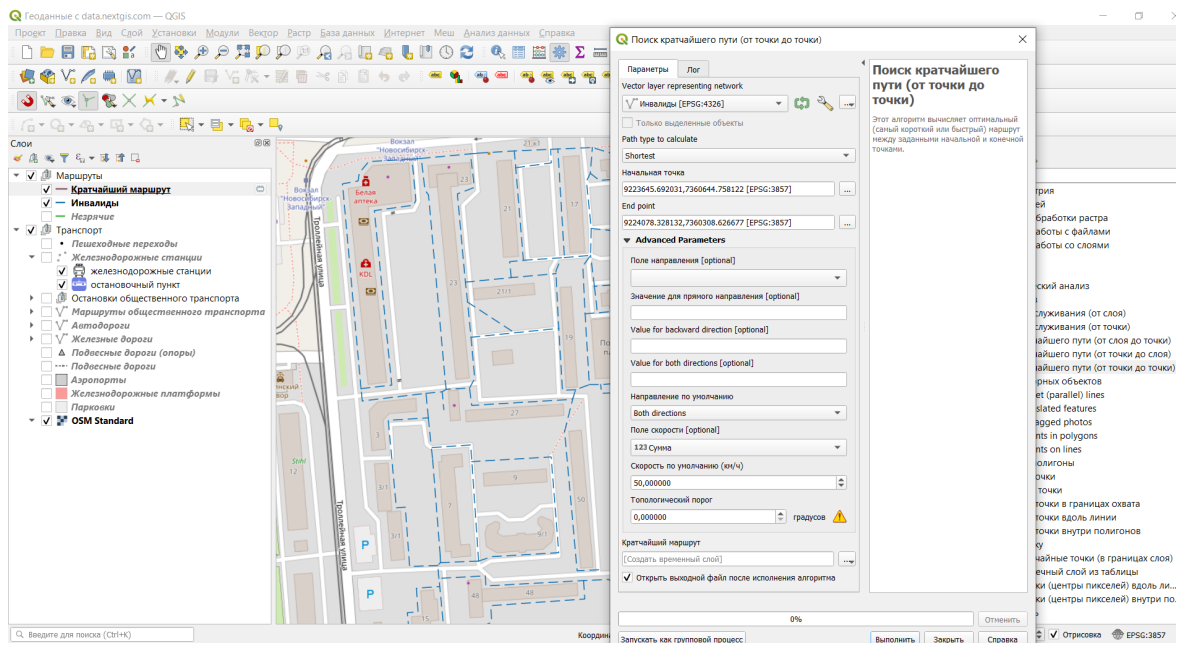


Рис. 2. Поиск наиболее доступного пути

Поле *Сумма* было вычислено при помощи *Калькулятора полей* путём сложения всех имеющихся атрибутов (рис. 3).

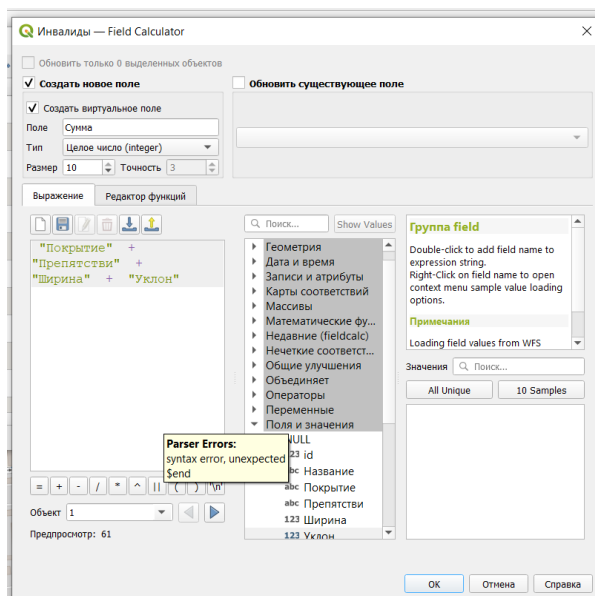


Рис. 3. Сумма всех значений атрибутов

Таким образом программа прокладывает маршрут, который наиболее доступен для передвижения при заданных условиях. На карте линией красного цвета показан оптимальных маршрут для человека, передвигающегося на инвалидной коляске (рис. 4).

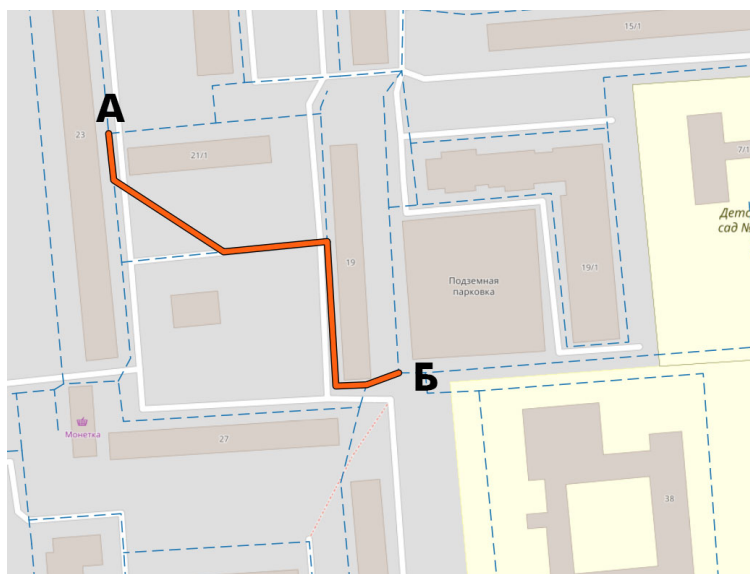


Рис. 4. Наиболее доступный маршрут из точки А в точку Б для человека, передвигающегося на инвалидной коляске

Составление карты доступности становится постоянным проектом, а не разовой задачей. Благодаря объединению знаний широких групп людей с ограниченными возможностями и специалистов различных сфер, работающих над совершенствованием городской среды, цифровое картографирование могло бы сделать больше, чем просто записать мир таким, какой он есть сегодня. Необходимо создание более удобного, единого хранилища информации о доступности, чтобы устранить избыточность между картографическими платформами. Это позволит создать приложение, которое будет совершенствоваться изо дня в день благодаря большому кругу пользователей, привлекать большие компании и хороших специалистов к развитию столь важного для общества ресурса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулаков К. А.; Завьялова Ю. В.; Шабалина И. М. Социальный навигатор: реализация программной инфраструктуры планирования маршрутов для людей с ограниченными возможностями // ТС. – 2017. – С. 201-224.
2. Пошивайло Я. Г. Принципы построения графов доступности при геоинформационном картографировании инфраструктуры населенного пункта. // Цифровые и геоинформационные технологии в изучении природных процессов, экологии, природопользовании и гидрометеорологии. М.: Пермь, ПГНИУ. – 2020. – Том I. – С.141-144.
3. Пошивайло Я.Г. К вопросу картографирования доступности городской среды // Сборник статей по итогам научно-технических конференций.– МИИГАиК. 2019. – Выпуск 10. В 2-х частях. Ч. I. М. – С. 200–204.

4. A Smart City Is an Accessible City // The Atlantic : [Электронный ресурс]. – 2019. – Доступ: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/11/city-apps-help-and-hinder-disability/574963/>.
5. Маршрутизация // Яндекс : [Электронный ресурс]. – 2020. – Доступ: <https://yandex.ru/company/technologies/routes/>.
6. Особенности построения графа дорог в OpenStreetMap // Studbooks: [Электронный ресурс]. – 2019. – Доступ: [https://mobile.studbooks.net/2237523/informatika/osobennosti\\_postroeniya\\_grafa\\_dorog\\_ostreemap](https://mobile.studbooks.net/2237523/informatika/osobennosti_postroeniya_grafa_dorog_ostreemap).
7. Николаева, О. М., Радченко Л. К. Использование дорожного графа в навигационных приложениях на примере компании HERE TECHNOLOGIES // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов (Новосибирск, 24–26 апреля 2019 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – С. 143-147.
8. Dornhofer, M., Bischof, W., Krajnc, E.: Comparison of open source routing services with openstreetmap data for blind pedestrians // The Atlantic : [Электронный ресурс]. – 2014. – Доступ: [http://europe.foss4g.org/2014/sites/default/files/04-Dornhofer\\_0.pdf](http://europe.foss4g.org/2014/sites/default/files/04-Dornhofer_0.pdf).
9. Шерстникова, Т. А. Особенности адаптации маломобильных групп граждан в городской среде // Молодой ученый: [Электронный ресурс]. – 2012. – Доступ: <https://moluch.ru/archive/41/4934/>.
10. Замула О. Э. Методические рекомендации по созданию доступной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения // Министерство социального развития Республики Марий Эл, ООО. «Винтаж». – 2017. – 63 с.
11. Bolzano per tutti: Verifica dei percorsi pedonali pubblici di Bolzano per l'eliminazione e il superamento delle barriere architettoniche // Bolzano per tutti : [Электронный ресурс]. – 2018. – Доступ: [https://www.bolzanopertutti.it/it/bolzano\\_per\\_tutti](https://www.bolzanopertutti.it/it/bolzano_per_tutti).
12. Возможности QGIS // Documentation for QGIS : [Электронный ресурс]. – 2018. – Доступ: [https://docs.qgis.org/1.8/ru/docs/user\\_manual/preamble/features.html](https://docs.qgis.org/1.8/ru/docs/user_manual/preamble/features.html).
13. Иллюстрированное справочное пособие «Основы формирования доступной среды для инвалидов» // docplayer : [Электронный ресурс]. – 2017. – Доступ: [https://unatlib.ru/images/librarians/resources/methodrecomend/osobyjekategorii/v\\_02/09\\_osnovy\\_formirovaniya\\_dostupnoj\\_sredya\\_dlya\\_invalidov.pdf](https://unatlib.ru/images/librarians/resources/methodrecomend/osobyjekategorii/v_02/09_osnovy_formirovaniya_dostupnoj_sredya_dlya_invalidov.pdf).
14. СП 140.13330.2012 Городская среда. Правила проектирования для маломобильных групп населения (с Изменением N 1): дата введения 01.07.2013 / ОАО «ЦНИИЭП жилища» – Изд. официальное. – Москва, 2013. – 62 с.
15. Welcome to Loadstone! // Loadstone GPS : [Электронный ресурс]. – 2019. – Доступ: <http://www.loadstone-gps.com/>.
16. Колесников А.А., Степаненко А.Э. Источники открытых геопространственных данных и способы их использования // Сборник материалов Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке». – 2019. – С. 49–53.
17. OpenStreetMap // Documentation for QGIS : [Электронный ресурс]. – 2018. – Доступ: [https://docs.qgis.org/1.8/ru/docs/user\\_manual/osm/openstreetmap.html](https://docs.qgis.org/1.8/ru/docs/user_manual/osm/openstreetmap.html).
18. Комиссаров А. В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук : 25.00.34 / Комиссаров Александр Владимирович; науч. рук. И. Т. Антипов ; СГУГиТ. – Новосибирск, 2015. – 278 с.
19. Технология создания цифровой картографической основы на базе архивных фондовых материалов // Известия СПбГАУ. – 2017. – С. 268–275.
20. Семчугова, Е. Ю. Логистическая оценка доступности объектов для маломобильных групп населения // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2012. – С. 83–90.

© А. А. Цилинченко, Я. Г. Пошивайло, 2021