

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**Материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов
УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования
Международного Дня ГИС 2017**

Минск, 15 ноября 2017 г.

Ответственный редактор
Н. В. Жуковская

МИНСК
2017

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук Н. В. Жуковская (отв. редактор),
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н. В. Клебанович,
доктор географических наук, профессор Н. К. Чертко,
кандидат географических наук, доцент Д. М. Курлович,
кандидат географических наук, доцент Н. В. Ковальчик,
кандидат географических наук, доцент А. А. Карпиченко,
кандидат географических наук, доцент Л. И. Смыкович,
О. М. Ковалевская, А. С. Семенюк, А. А. Сазонов

Рецензенты:

кандидат географических наук, доцент А. А. Топаз,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент В. Э. Кутырло.

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2017, Минск, 15 ноябр. 2017 г. / редкол. : Н. В. Жуковская (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2017. – 123 с.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2017 на географическом факультете Белорусского государственного университета.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

ÓБелорусский государственный университет, 2017
ÓКоллектив авторов, 2017

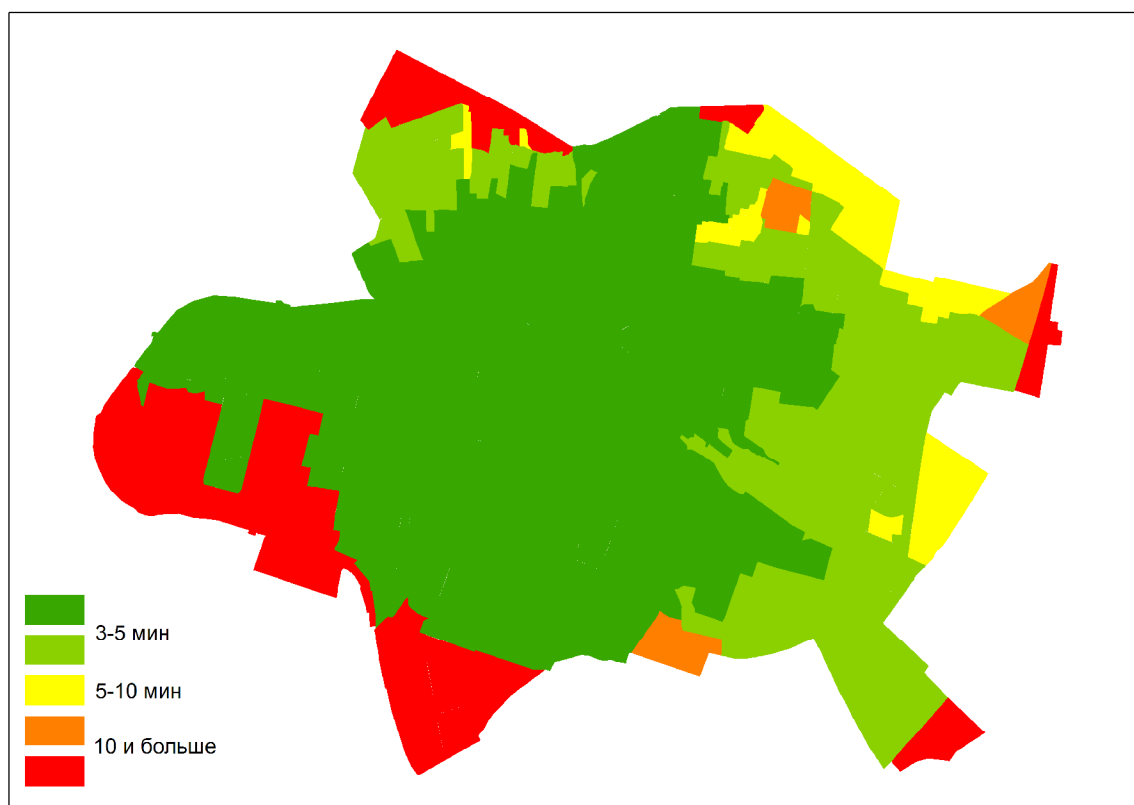


Рисунок 3 – Карта транспортной доступности объектов социальной инфраструктуры г. Молодечно

Данный проект направлен на обобщение современной информации об объектах социальной инфраструктуры г. Молодечно. Созданные карты являются источником информации для оптимизации городской среды города.

ГЕОГРАФИЯ ДОСТУПНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕННОСТИ УСЛУГАМИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА МИНСКА

У. М. Козак

учащаяся 9-го класса ГУО «Гимназии № 38 г. Минска»

О. М. Ковалевская

старший преподаватель кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

Одним из наиболее перспективных направлений современной географии являются исследования особенностей размещения и эффективного функционирования любой инфраструктуры, результаты которых определяют тенденции развития предприятий, сетей и целых отраслей.

Транспортная инфраструктура г. Минска развивалась более 100 лет, и в настоящее время она характеризуется большим разнообразием объектов, протяженными сетями, сложной логистикой и цепочками передвижения пассажи-

ров [7]. Всего в Минске действуют 277 маршрутов наземного общественного транспорта: 205 автобусных, в т.ч. 32 скоростных (с), 16 экспрессных (э), 2 выходного дня (в); 62 троллейбусных, в т.ч. 2 электробуса (эл); 8 трамвайных; 2 линии метро. В настоящее время в Минске используются исключительно нормативные показатели качества транспортных услуг. Изначально норма составляла один автобус (троллейбус), работающий на линии, на 1,5 тысячи человек [7]. Но с октября 2017 г. ежедневно на две тысячи минчан должен приходиться один автобус (трамвай, троллейбус, вагон метро). Это соответствует 900 рейсам из расчета, что одномоментно транспортные услуги востребованы примерно 10 % населения. Сейчас в Минске работает около двух тысяч автобусов, более тысячи троллейбусов и 150 трамваев, что соответствует нормативам, установленным Минсктранс.

Транспортная доступность является важной составляющей уровня жизни населения. Наличие возможности перемещаться с минимальными потерями времени и финансовых средств делает проживание на территории более комфортным. Есть множество ведомственных информационных систем, каждая из которых содержит кусочек общей картины, но они разрознены, отражают только факт наличия определенных объектов транспортной инфраструктуры и их геометрическую доступность. Но действующий режим функционирования существующей инфраструктуры не соответствует реальной востребованности этих услуг.

В зарубежной литературе рассмотрены вопросы планирования транспортных сетей для населения, реализации транспортной политики с точки зрения повышения качества транспорта для пользователей, качества транспортных услуг и уровня удовлетворенности пассажиров, а также доступности общественного транспорта для населения [1, 3]. Транспортную систему г. Минска как сферу услуг никто не исследовал с точки зрения потребителя. Традиционно транспортная обеспеченность оценивается по фактическому наличию транспортной сети на территории. Для этого используются показатели густоты сети (протяженность маршрутов на единицу площади) и показатели транспортной обеспеченности (количество единиц подвижного состава на определенное количество населения). Транспортная доступность по времени – количество времени, необходимого для совершения перемещений (учитываются протяженность маршрутов, количество, интервалы и скорость движения транспортных средств) пока не учитывается совершенно. Однако именно эти параметры являются ключевыми для определения эффективности функционирования транспортной инфраструктуры.

В настоящем исследовании предлагается оценивать эффективность наземной транспортной инфраструктуры (без учета трамваев) по степени удовлетворения потребности населения в транспортных услугах. Авторами использовано понятие доступности транспорта, которое означает «потенциальные возможности взаимодействия», то есть достижения различных мест [1]. При этом выделялись следующие критерии доступности транспорта [1, 3]: 1) транспортная доступность в пространстве – локализация элементов транспортной сети (используются показатели густоты сети остановочных пунктов); 2) транспортная доступность по времени – количество времени, необходимого для совершения пе-

ремещений (учитываются протяженность маршрутов и скорость движения транспортных средств, интервалы движения маршрутов в разное время суток и отклонения от них); 3) транспортная дискриминация – недополученные населением транспортные услуги.

Действующий перечень маршрутов, остановочных пунктов и расписание движения общественного транспорта г. Минска был взят на официальном сайте государственного предприятия Минсктранс [7]: отбирались данные об минутных интервалах движения автобусов и троллейбусов по будним дням в «часы пик» – утром с 7⁰⁰ до 9⁰⁰ и вечером с 17⁰⁰ до 20⁰⁰. Также были отобраны данные о количестве маршрутов на каждом остановочном пункте. Всего было проанализировано 2810 записей: 1802 по движению автобусов, 1008 – троллейбусов (таблица 1). Для каждого остановочного пункта вычислялась средняя интенсивность движения (ед./час) для каждого маршрута в отдельности и суммарно всех маршрутов на остановке, определялось среднее время ожидания транспортного средства на каждом остановочном пункте.

Таблица 1 – Ключевые параметры движения общественного транспорта на остановочных пунктах

<i>Параметр</i>	<i>Всего</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>среднее</i>
Итоговое количество рейсов автобусов (ед.)	1802	1	181	43,5
Количество рейсов автобусов по одному маршруту (ед.)	–	1	30	7,5
Время ожидания автобуса (мин.)	–	2	600	14
Итоговое количество троллейбусов (ед.)	1008	19	400	125,8
Количество рейсов троллейбусов по одному маршруту	–	6,5	34,5	14,3
Среднее время ожидания троллейбуса (мин.)	–	0,8	15,8	3,6

ГИС-модель была разработана на основе электронной векторной карты города и действующего перечня маршрутов общественного транспорта с использованием инструментальных средств ArcGIS версии 10.3 [5–6]. Базовая картография (набор векторных слоев, используемых на картах в качестве основы: дороги, дома, границы населенных пунктов) была взята в формате *shape*-файлов на портале OpenStreetMap (OSM) [2]. Специальная информация, созданная авторами и наносимая на векторную карту, включает следующие объекты: остановки пассажирского автотранспорта; маршрутная сеть пассажирского автотранспорта; конечные остановки по маршрутам; линейно-диспетчерские станции.

Используя встроенный инструментарий ArcGIS, к созданным векторным слоям была присоединена подготовленная ранее атрибутивная информация и выполнены дальнейшие расчеты показателей пространственного распределения параметров. При необходимости осуществлялся переход к балльной системе: по каждому вычисленному параметру максимальное значение получало балл 100, остальные вычислялись как % от максимума. Были рассчитаны показатели и созданы следующие аналитические картограммы (рисунки 1–8): густоты остановочных пунктов (ОП) (ед./ км²) и линий маршрутов (км/км²); количество рейсов автобусов и троллейбусов на остановочном пункте в «часы пик» (ед.); среднее время ожидания рейса на остановочном пункте в «часы пик» (мин.); вероятность совершения поездки автобусом и троллейбусом на остановочном пункте в «часы

пик» (отношение количества рейсов на ОП к среднему времени ожидания рейса на ОП); доступности услуг общественного транспорта; степени транспортной дискриминации микрорайонов г. Минска (отклонение фактической доступности транспортных услуг от средней по г. Минску); эффективности транспортной инфраструктуры (соотношение густоты объектов и реальной доступности транспортных услуг); степени снижения транспортной подвижности населения (отклонение фактической эффективности от средней по г. Минску).

Аналитические карты, построенные по отдельным характеристикам объекта, позволили выявить территориальные особенности функционирования общественного транспорта. На картограмме транспортной доступности, построенной по стандартной методике по густоте остановочных пунктов и линий маршрутов (рисунок 9), практически вся территория города оказывается в зоне средней и высокой доступности. Низкая она лишь в тех районах, которые относятся к зеленой или промышленной зоне. Картограммы доступности транспортных услуг, построенные с учетом режима движения транспорта, показывают совсем другую картину. На данных картах видно, что многие районы с достаточно большой густотой объектов имеют невысокую вероятность совершения поездки. Это связано со значительными интервалами движения маршрутов (до 20 минут даже в час пик) и нерациональным расписанием (несколько маршрутов отправляются с диспетчерской станции на линию одновременно, а затем – значительный интервал), что приводит к длительному ожиданию на остановочном пункте (рисунок 3). Изменение степени доступности связано с динамикой ключевых параметров транспортной сети: интервалов движения и количества маршрутов в разное время суток и отклонения от них.

Это косвенно свидетельствует о невысокой эффективности функционирования существующей инфраструктуры: многие районы с высокой густотой объектов, но низкой временной доступностью оказались отнесены низко- и среднеэффективным.

В результате были выявлены неблагоприятные тенденции в развитии транспортного обслуживания населения г. Минска:

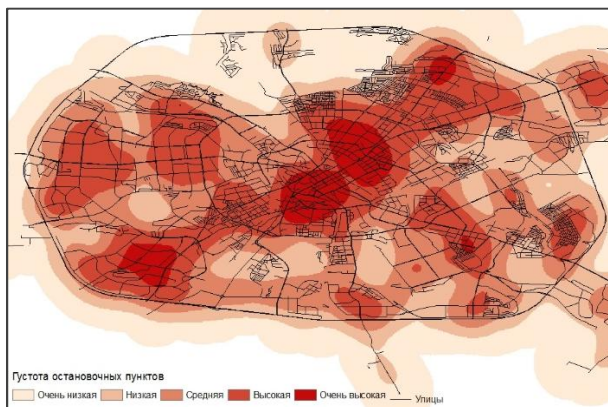


Рисунок 1 – Густота остановочных пунктов

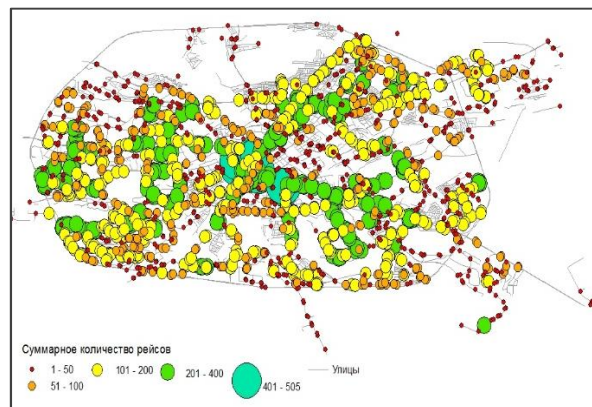


Рисунок 2 – Количество рейсов общественного транспорта на остановочном пункте

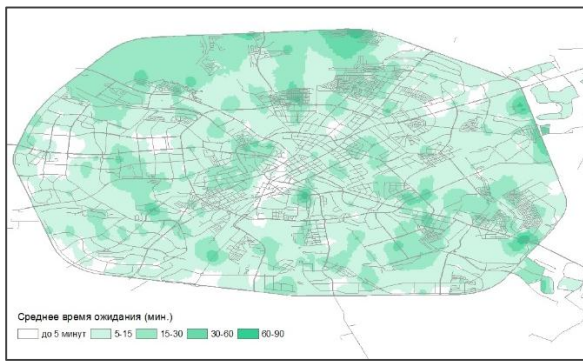


Рисунок 3 – Среднее время ожидания на остановочном пункте

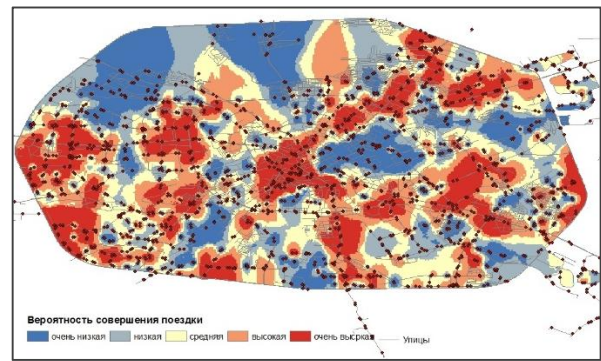


Рисунок 4 – Вероятность совершения поездки общественным транспортом в «часы пик»

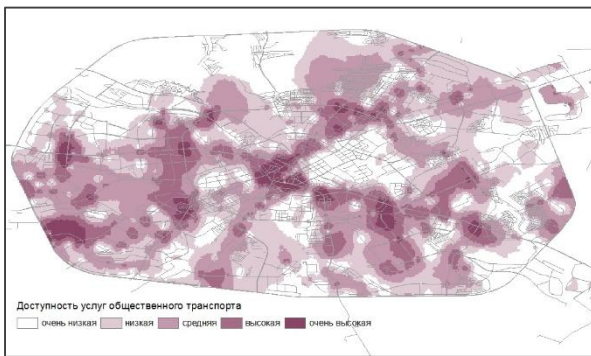


Рисунок 5 – Доступность услуг общественного транспорта с учетом режима движения

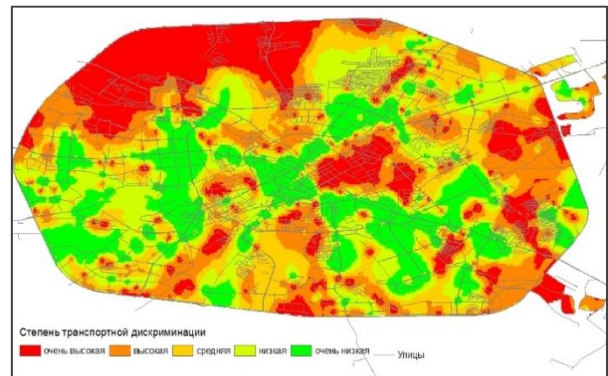


Рисунок 6 – Степень территориальной транспортной дискриминации

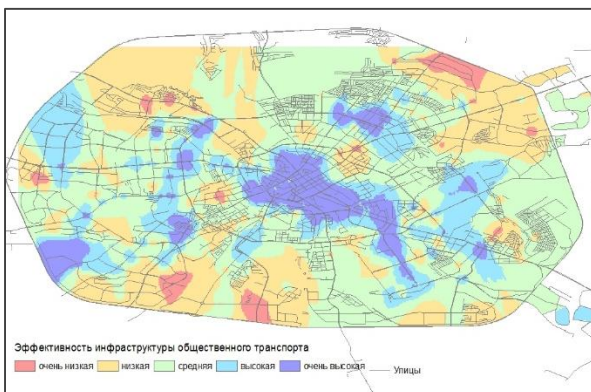


Рисунок 7 – Эффективность инфраструктуры общественного транспорта с учетом режима движения

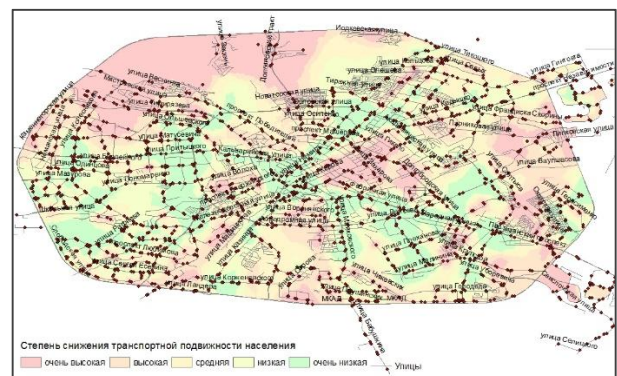


Рисунок 8 – Степень снижения транспортной подвижности населения

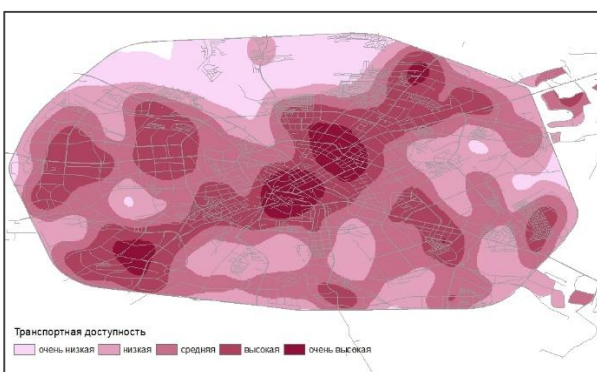


Рисунок 9 – Картограмма транспортной доступности (по густоте маршрутов)

1. Снижение транспортной подвижности населения отдельных микрорайонов (рисунок 8): здесь при относительной близости остановочных пунктов режим движения общественного транспорта не удовлетворяет имеющиеся потребности, необходима существенная модернизация существующей инфраструктуры и изменение режима ее функционирования.

2. Фактическая доступность транспорта для жителей некоторых микрорайонов в настоящее время значительно ниже, чем в среднем по г. Минску (рисунок 6). На карте четко выделяются районы, имеющие высокую степень транспортной дискриминации.

3. Изменение направлений пассажиропотоков. Анализ режима транспорта в утренние и вечерние часы пик показал, что большинство маршрутов ориентированы на центр. Однако целесообразным было бы организовать кольцевые маршруты, что существенно разгрузило бы центр.

Таким образом, Минск испытывает сильную потребность в оптимизации маршрутной сети и режима ее функционирования. Расчет показателей транспортной доступности помимо геометрических параметров, обязательно должен учитывать режим функционирования транспорта и реальную востребованность в его услугах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугроменко, В.Н. Современная география транспорта и транспортная доступность / В.Н. Бугроменко // Известия РАН. Серия географическая. 2010. – № 4. – С. 7–16.

2. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/openbase.html/> – Дата доступа: 15.05.2017.

3. Информационно-аналитическая энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.allpif.ru/view_term.php?id=82/. – Дата доступа: 17.05.2017.

4. Межрегиональная общественная организация содействия развитию рынка геоинформационных технологий и услуг ГИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/>. – Дата доступа: 17.05.2017.

5. Официальный сайт компании ERSI CIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.esri-cis.ru/>. – Дата доступа: 05.09.2017.

6. Официальный сайт компании ArcGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://desktop.arcgis.com/ru/>. – Дата доступа: 15.09.2017.

7. Шипулин, В.Д. Основные принципы геоинформационных систем. Учебное пособие / В.Д. Шипулин. – Харьков, 2010.