

**Отчёт экспедиции НСО  
кафедры социально-экономической географии зарубежных стран  
географического факультета  
Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова**

**Исследование фактической и когнитивной  
транспортной доступности районов города  
(на примере г. Витебск)**

**Москва — 2013**

### **Участники экспедиции:**

Архипова Маргарита Юрьевна  
Ачкасова Татьяна Анатольевна  
Баронина Юлия Алексеевна  
Бражалович Федор Леонидович  
Гавдифаттова Ксения Николаевна  
Гладкий Антон Сергеевич  
Гончаров Руслан Вячеславович  
Ивлиева Ольга Дмитриевна  
Курицын Иван Васильевич  
Кутурова Марина Владиславовна  
Мамыркин Глеб Дмитриевич  
Никифорова Анна Андреевна  
Никогосян Каринэ Сергеевна  
Попов Фёдор Аркадьевич  
Потураева Александра Вячеславовна  
Пузанов Кирилл Александрович  
Пыркина Карина Юрьевна  
Сапанов Павел Мамаевич  
Сыроечковская Анна Евгеньевна  
Чаплыгина Полина Олеговна  
Чернышев Никита Александрович  
Яшунский Алексей Дмитриевич

## **Содержание**

<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
<b>Методика и ход исследования</b> .....	<b>5</b>
Методика исследования .....	5
Апробация методики.....	9
<b>Сопоставление источников данных</b> .....	<b>11</b>
<b>Расчёт транспортной доступности по данным модели</b> .....	<b>14</b>
<b>Когнитивная картина транспортной доступности районов г. Витебск</b> .....	<b>19</b>
Анализ статистических данных.....	20
Особенности пользования транспортом .....	20
Анализ по категориям демографических показателей:.....	21
География потребления города социальными группами.....	22
Сравнительный анализ схем фактической и когнитивной транспортной доступности реперных точек .....	26
Анализ интегральной когнитивной транспортной доступности .....	33
Сопоставление интегральных схем фактической и когнитивной транспортной доступности	39
<b>Заключение</b> .....	<b>42</b>

## Введение

С 2008 г. зимние экспедиции (НСО) кафедры СЭГЗС характеризуются определённой преемственностью, будучи нацелены в глобальном отношении на разработку единой системы подходов к изучению городского пространства. В различные годы в фокусе рассмотрения оказывались разные элементы городской среды. В этот раз в качестве **объекта** исследования избрана система внутригородского общественного транспорта (далее – ОТ), тогда как **предметом** исследования выступила *проницаемость городского пространства*, понимаемая как в фактическом, так и в когнитивном смысле. Ключевым параметром в данном случае выступает *время в пути*. Разумеется, время не является единственным возможным способом оценки проницаемости пространства – можно также говорить о комфорте или безопасности перемещения – однако в рамках данного исследования рассматривались только темпоральные показатели. Сколько времени требуется человеку, чтобы добраться из точки А в точку Б? Сколько времени он должен затратить на этот путь в его представлении? Значения данных показателей предоставляют богатую пищу для размышлений и сами по себе, но основной их потенциал заложен в возможности сравнения между собой.

Помимо собственно предметной составляющей, представляемое исследование задумано как презентация принципиально новой для социально-экономической географии методики изучения системы ОТ, разработке и апробированию которой была посвящена значительная часть подготовительного этапа. Традиционные методы полевого исследования, практикуемые в ходе кафедральных экспедиций, зачастую отличаются высокой степенью субъективности, что негативным образом сказывается на качестве и сопоставимости результатов. Не отрицая ценность экспертного подхода, в любом случае необходимого для грамотной интерпретации каким бы то ни было образом полученной информации, мы утверждаем, что для решения некоторых географических задач крайне важно найти способ собирать данные путем не столько наблюдений, сколько измерений, точной регистрации состояний изучаемой системы. Иными словами, необходима выработка упорядоченной системы подходов к преобразованию полевых географических качественных методов в количественные, базирующиеся на использовании геоинформационных систем (ГИС).

Впервые в рамках зимних экспедиций на кафедре СЭГЗС подобные вопросы были подняты в 2012 г., когда исследование было посвящено созданию методики систематизированного картографирования различных элементов городской среды. В этом году работа продолжилась не только на стыке географии и информатики, но и на стыке географии и матема-

тики. В целом, привлечение методов из других областей знания является нормальной практикой для географии: широко распространено взаимодействие с социологией (опросы, глубинные интервью), статистикой (кластерный и факторный анализы), экономикой (отраслевой баланс), даже психологией (ментальное картографирование). С математикой такого рода сотрудничество развито слабее. Вместе с тем, использование именно математических методов в географии представляется в высшей степени перспективным.

Таким образом, исследование в методическом и концептуальном смысле разделено на две взаимосвязанные, но в известной мере самостоятельные части: первая нацелена на разработку и апробирование новой методики изучения системы ОТ, тогда как вторая представляет собой сравнительный анализ фактической проницаемости городского пространства и субъективного восприятия его местными населением. При работе над первой частью ставились и решались задачи преимущественно методического и прикладного характера: разработка ГИС-инструментария для всестороннего изучения пространственного функционирования системы ОТ и создание серии интерактивных моделей, имеющих, в том числе и коммерческую ценность.

## **Методика и ход исследования**

### **Методика исследования**

Одной из поставленных целей было создание геоинформационной системы (далее ГИС), моделирующей систему общественного транспорта отдельно взятого города. В рамках создания и наполнения информацией указанной ГИС использовалась следующая система понятий. *Остановка* – точка с определенными географическими координатами (широта, долгота), в которой осуществляется посадка/высадка пассажиров ОТ. Каждой остановке соответствуют:

- вид транспорта (автобус, троллейбус, трамвай, маршрутное такси),
- номер маршрута,
- номер направления (1 или 2, условные «туда» и «обратно»; для кольцевых маршрутов все остановки считаются принадлежащими одному направлению),
- название остановки,
- номер остановки внутри направления (от одной конечной до другой, начиная с 1),
- пространственный идентификатор (число, приписываемое остановкам таким образом, что остановки, расположенные на расстоянии менее 100 м друг от друга, получают один номер),
- время в пути до следующей остановки (согласно нумерации),

- интервал ожидания (среднее время между двумя последовательными прохождениями маршрута ОТ через остановку).

При совпадении мест посадки/высадки пассажиров, приехавших несколькими разными маршрутами, в одной точке в рамках ГИС каждому маршруту соответствовала *отдельная* остановка.

Для наполнения ГИС данными были проведены следующие камеральные и полевые мероприятия:

- обработка расписаний ОТ, взятых из официальных интернет-источников;
- установление местоположения всех остановок на маршруте при помощи технологии «фото-GPS»<sup>1</sup> с одновременным сбором фотографической информации расписаний для последующей оцифровки;
- маршрутные и стационарные наблюдения ОТ;
- только для маршрутных такси: запись GPS-трека реального движения ОТ.

Целью обработки расписаний ОТ было получение сведений о среднем интервале движения и времени в пути между соседними остановками. В ходе последующей полевой стадии, после первичного сбора информации, была проведена корректировка рассчитанных по этой информации данных.

В первом же полевом маршруте была применена технология «фото-GPS»; данные, полученные в результате наблюдений, были обработаны и оцифрованы. В итоге мы получили координаты точек и некоторые дополнительные параметры («атрибуты»): вид транспорта, номер маршрута, номер направления, название остановки. Использование полученных таким образом данных позволило заранее спланировать и правильно организовать дальнейшие маршрутные наблюдения.

Второй вид маршрутных наблюдений осуществлялся «на борту» единиц ОТ (автобусов, троллейбусов, трамваев) и заключался в фиксировании времени в пути до следующей остановки. Изучаемые маршруты ОТ были распределены между бригадами; каждой из них следовало проехать заданный маршрут в обе стороны, фиксируя *локальное* время (т.е. время на своих часах) высадки/посадки пассажиров на остановках. Перед выходом на маршрут каждая пара сравнивала локальное время с временем на «эталонных» часах экспедиции. Это позволяло позже привести локальное время наблюдений к спутниковому (гринвичскому)

---

1

технология, разработанная на кафедре СЭГЗС и впервые апробированная в 2011 году в Дмитрове, основывается на фиксировании изображений наблюдаемых явлений и их положения в пространстве с помощью цифровых устройств и последующей компьютерной обработке данных. То есть по сути речь идёт о фотографировании определённого круга объектов, дальнейшей привязке фотографий и создания ГИС по заранее созданной схеме с помощью специального программного обеспечения.

времени путём вычитания вычисленной поправки (с учётом разницы часовых поясов). Далее, при введении поправки, все времена были приведены к единому, спутниковому, для удобства дальнейшей обработки. Полученные интервалы движения ОТ между двумя соседними по нумерации остановками сравнивались с аналогичными значениями в расписании и использовались для заполнения соответствующих информационных полей в ГИС. Кроме того, по результатам данного этапа остановкам были присвоены порядковые номера.

Стационарные наблюдения проводились бригадами в определенных разных (наиболее оживленных<sup>2</sup>) точках города: на остановках общественного транспорта, перекрестках, площадях. В течение часа каждая пара наблюдающих отмечала следующую информацию о проходящих мимо единицах ОТ: бортовой номер, номер маршрута, локальное время и направление движения. Бортовой номер отдельно взятой единицы ОТ позволял отследить перемещения одного и того же транспортного средства между разными частями города. В случае с автобусами и маршрутными такси в роли бортового выступал регистрационный номер.

Рассмотрение маршрутных такси в рамках общей для всего ОТ модели обусловлено особенностями их функционирования: в отличие от многих городов, в Витебске маршрутные такси останавливаются исключительно на оборудованных остановках, что оправданно рациональным мониторингом и сбором информации. Для исследования был применен метод записи GPS-трека с одновременной фиксацией времени движения общественного транспорта между остановками.

По итогам описанных выше этапов исследования нами были получены три типа измерений времени в пути между одними и теми же остановками (стационарные, маршрутные наблюдения и расписания). Обработка этих наблюдений осуществлялась следующим образом. Каждому отрезку от  $i$ -ой до  $(i+1)$ -ой остановки приписывалась переменная  $T_i$  — неизвестное время в пути. Каждое наблюдение единицы ОТ на двух (не обязательно соседних) остановках превращалось в уравнение:

$$T_i + T_{i+1} + T_{i+2} + \dots + T_{i+n-1} = K$$

где  $K$  — разница во времени между приездом конкретного автобуса на остановку  $i$  и его же приездом на остановку  $i+n$ .

Полученная таким образом переопределенная система уравнений решалась (с помощью инструментов Microsoft Excel) методом наименьших квадратов.

---

2

выбор этих мест был обусловлен максимальным количеством проходящих маршрутов ОТ. Для их определения в нашей модели вокруг всех остановок была создана буферная зона в 50 м, и среди полученных таким образом зон были выбраны те, через которые проходило наибольшее количество маршрутов ОТ. Именно на них впоследствии и проводились стационарные наблюдения.

Обработанные данные по всем маршрутам были использованы при создании в программе ArcGIS графа для вычисления времени в пути между точками внутри города. Граф строился из дорожной сети (данные OpenStreetMap) и графа общественного транспорта, составленного по результатам полевой и камеральной работы.

Рёбрам графа дорог было приписано время прохождения, соответствующее движению пешехода со скоростью 5,4 км/ч (1,5 м/с).

Часть графа, соответствующая маршрутам ОТ, была сформирована так: остановки превратились в вершины графа, рёбрами же были соединены остановки одного маршрута и направления, имеющие порядковые номера, различающиеся на единицу. Каждому ребру было приписано время в пути между соответствующими остановками. Помимо вершин, соответствующих остановкам, были также созданы вершины, обеспечивающие пересадки. Всем вершинам графа ОТ были приписаны пространственные идентификаторы, согласно приведённым ранее правилам. В центрах множеств вершин с одинаковыми пространственными идентификаторами были созданы дополнительные вершины-хабы. Они соединялись рёбрами, с одной стороны, с дорожной сетью, а с другой — с вершинами остановок. При этом рёбра, соединяющие их с вершинами остановок, были направленными. Рёбрам, ведущим от хабов к остановкам, приписывалось среднее время ожидания, соответствующее данной остановке, а рёбрам, ведущим от остановок к хамам и от хабов к дорожной сети — «нулевое» время. Такое построение позволяло моделировать время ожидания транспорта на остановке.

Построенный граф использовался в расширении Network Analyst для ArcGIS, с помощью которого рассчитывалось время в пути между точками города.

Параллельно с исследованием параметров системы ОТ нами было проведено изучение когнитивной картины транспортной доступности. В качестве метода измерения когнитивной транспортной доступности районов Витебска были выбраны опросы населения, как наименее трудоёмкие в обработке и картографировании. Это позволяло сравнивать полученные результаты с фактической («условно реальной») транспортной доступностью территорий города.

Опросный лист состоял из пяти блоков:

1. *Технический* — для возможности точного позиционирования места проведения каждого опроса (с учетом фиксирования каждого маршрута с помощью GPS-приемника) в данном блоке записывалось точное время проведения опроса.
2. *Социально-демографический* — вопросы о возрасте, поле, семейном положении, социальном статусе («белый», «синий» воротничок или пенсионер).
3. *Способы «потребления города»* — как именно и как часто люди передвигаются по городу. Мы спрашивали о частоте передвижений пешком, а также использования велосипеда, такси, личного автомобиля и общественного транспорта.

4. *Вопросы о перцепции пространства* — то есть, о восприятии пространства города жителями. Нас интересовало приблизительное время (в минутах), которое потребовалось бы респонденту, чтобы добраться до семи «ключевых» точек с места проведения опроса. Эти точки были выбраны нами заранее исходя из их общеизвестности среди горожан, а также равномерного распределения в городском пространстве. В качестве подобных *реперных точек* в Витебске были выбраны следующие пункты: **Парк Советской Армии**, **железнодорожный вокзал**, **амфитеатр**, **завод «Витязь»**, **«Марковщина»**, **детская колония**, **завод «ВИЗАС»**.

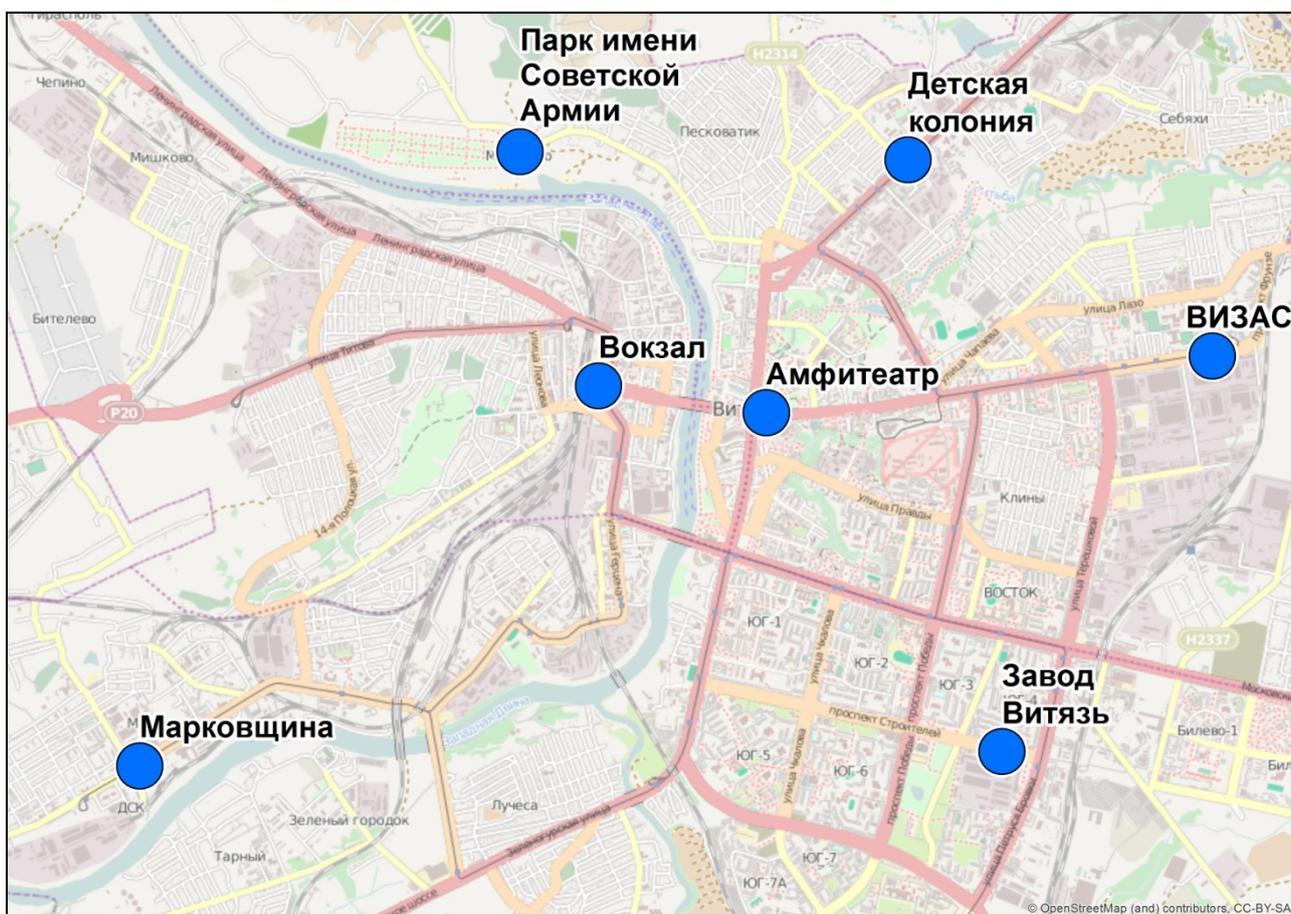


Рис. 1. Реперные точки Витебска

5. *Вопросы о частоте пребывания респондента в какой-либо из реперных точек.* Мы приняли за данность, что чем чаще он там бывал, тем выше должна быть его компетенция в оценке времени в пути до этой точки. Это могло заменить нам отсутствующий в анкете вопрос о том, где жил респондент; этим мы могли пренебречь, располагая информацией о том, насколько хорошо он знал каждый из интересующих нас районов.

На проведение каждого опроса было затрачено, в среднем, около 10 минут. Всего было опрошено 673 человека.

Для точного позиционирования и быстрой цифровой обработки данных опросов во время всех полевых выходов (не только в целях проведения опросов, но и маршрутных и стационарных наблюдений) каждая бригада записывала GPS-трек передвижений по городу.

Для составления карт (в дальнейшем мы будем называть их схемами, принимая этот термин применительно к иллюстрациям для нашего исследования как более корректный) время проведения каждого опроса сопоставлялось с соответствующими точками GPS-трека средствами программного обеспечения Microsoft Excel и GPS Prune. Для осуществления корректного сопоставления использовалась функция ВПР. В конце каждого маршрутного дня каждой парой осуществлялась оцифровка и привязка всех опросных листов.

Для получения репрезентативной выборки респондентов проводилось её нормирование относительно половозрастной структуры Витебска и квотирование по районам города. «Перекус» в центре (большая часть опросов приходилась именно на него) был осознанным, так как именно в центре пересекаются маршруты горожан, живущих в разных районах.

Для обработки и анализа данных каждой привязанной опросной точке были присвоены семь значений времени в минутах, которое требуется респонденту, чтобы добраться до каждой реперной точки. С помощью ГИС-обработки было получено поле точек, каждой из которых было присвоено одно из этих значений. С помощью интерполяции, осуществлённой методами Кригинг (Kriging) и IDW (inverse distance weighted — обратное взвешенное расстояние), в программе ArcGIS были построены схемы когнитивной транспортной доступности районов города.

### **Апробация методики**

Для проверки выдвинутой методики исследования общественного транспорта важное значение имел полевой подготовительный этап. В качестве полигона был выбран Клин как город, отвечающий критериям размера, численности населения и удалённости от Москвы. Именно там была проведена апробация выдвинутой методики, и по итогам данного этапа сделаны выводы о её преимуществах и недостатках. Благодаря подготовительному этапу к моменту выезда «в поле» были исправлены недочеты методики с целью сбора более качественной информации, отвечающей задачам экспедиции.

Местом проведения зимней экспедиции был выбран административный центр Витебской области республики Беларусь. Витебск отвечал следующим критериям:

- размер города;
- наличие четырёх видов общественного транспорта (автобусный, троллейбусный, трамвайный, маршрутные такси);
- отсутствие данных по общественному транспорту Витебска в системах «Яндекс-общественный транспорт» и «Google-общественный транспорт»;
- наличие актуальной информации по расписаниям общественного транспорта на городских официальных интернет-ресурсах.

## Сопоставление источников данных

Первой задачей во время полевого этапа в Витебске была проверка расписаний общественного транспорта на соответствие реальной обстановке. Выполнение данной работы позволяло сделать вывод об актуальности официальных расписаний и, что более важно, их соответствия нашим потребностям. Работа состояла из двух этапов:

- замеры времени прохождения остановок единицами ОТ;
- сопоставление собранных данных с информацией официальных сайтов витебских предприятий общественного транспорта (<http://vttu.by>; <http://ap1vitebsk.by/>).

В результате после обработки данных мы смогли отследить отклонения времени движения по маршруту каждого вида транспорта (автобусы, троллейбусы, трамваи) от расписаний. Как уже было отмечено выше, официальная информация о расписании движения была получена с сайта городского транспорта Витебска. Доступные в интернете расписания весьма однородны по времени в пути между остановками, что явно не характеризует реальную ситуацию, и послужило одной из причин для их проверки.

Суть работы на данном этапе заключалась в том, что собранные данные о прохождении ОТ через остановки (для всех остановок города, отдельно для маршрутов автобусов, троллейбусов и трамваев) были соотнесены с соответствующими временами по расписанию. Результатом стала общая картина отклонений, которая позволяет охарактеризовать то, насколько реальная транспортная ситуация отличается от расписаний. Для визуализации анализа были построены сводные таблицы с частотой отклонений от нуля (который соответствует движению по расписанию) в обе стороны. На рис. 2–4 приведены гистограммы для отклонений от расписания автобусов, троллейбусов и трамваев (по горизонтальной оси отложены значения отклонений в минутах).

Для автобусов характерна наиболее точная картина с максимальным количеством наблюдений (автобусных маршрутов в городе больше всего). Чётко виден пик в общих отклонениях в районе нуля, что позволяет говорить о довольно точном следовании расписанию почти на всех остановках общей массы автобусов. Стоит сразу отметить случаи отставания в пределах 15–20 минут, которые можно объяснить дефектами расписания. Этими фактами при решении поставленных нами задач можно пренебречь. Основная масса автобусных маршрутов Витебска (80%) соответствует расписанию довольно четко, с отклонениями в пределах четырёх минут. Это позволяет утверждать, что идея исследования и составления схем доступности именно по наблюдениям, а не по расписаниям, имеет право на существование. Ведь в расписаниях интервалы движения между всеми остановками кратны одной минуте, тогда как в реальности, особенно в центре города, они могут составлять от 30 секунд до 4–5

минут. Соответственно, при наборе значительного количества коротких интервалов движения фактическое время в пути не соответствует времени, рассчитанному по расписаниям, и вместе с ними искажаются данные по транспортной доступности точки.

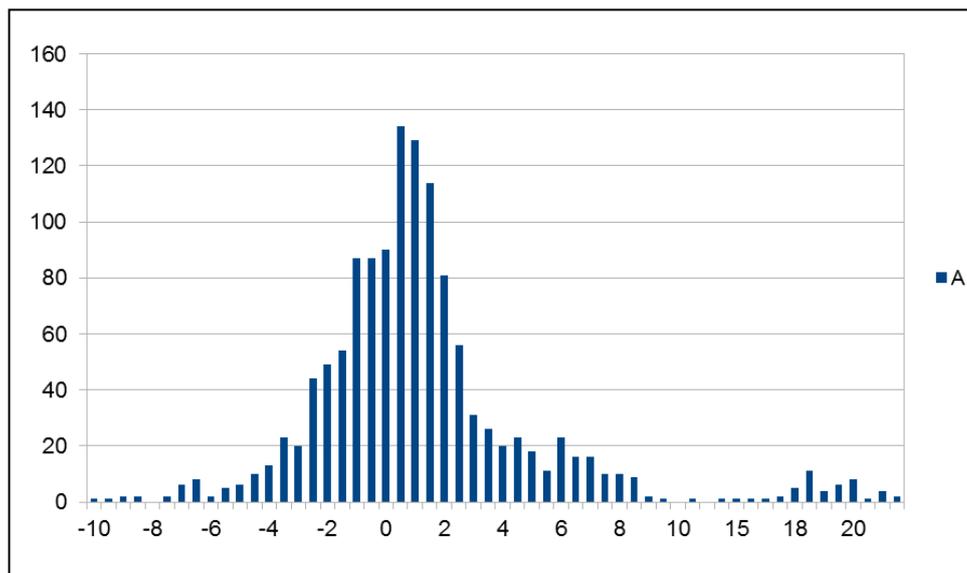


Рис. 2. Отклонения автобусов от расписаний

Данные по троллейбусам по причине меньшего количества их маршрутов имеют менее выраженную структуру. Нельзя однозначно сказать, что они чётко следуют расписанию. Впрочем, как и у автобусов, отклонение от расписания в общей массе не превышает 4 минут (опоздание/прибытие раньше времени). Большинство случаев несовпадения с расписанием связано с опозданием транспортного средства на 2 минуты или с минутным опережением расписания.

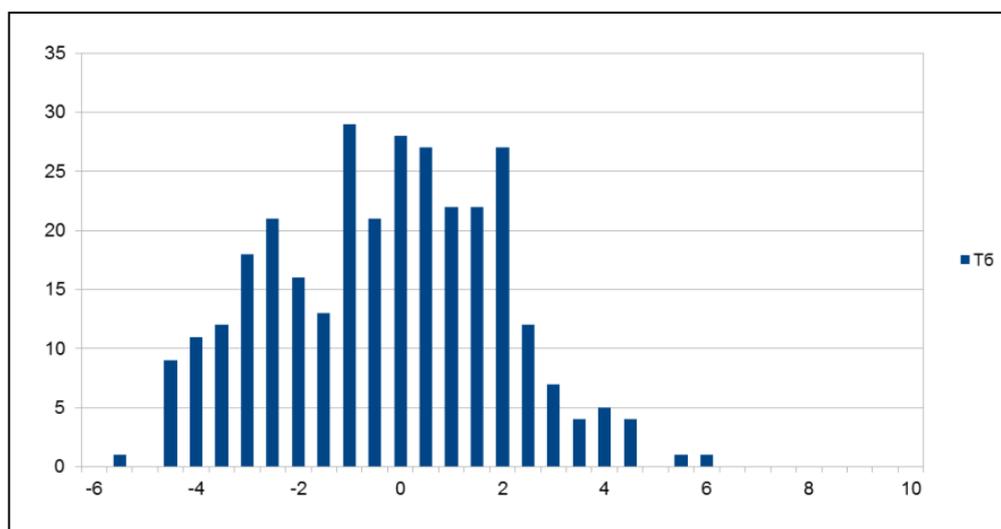


Рис. 3. Отклонения троллейбусов от расписаний

Трамвайная сеть Витебска также имеет небольшое количество маршрутов, однако большее число остановок на них. Соответственно, результат сопоставления с расписанием оказался столь же интересен, как и для автобусов. Например, здесь не так чётко, но все же выделяется пик максимального соответствия расписанию, лежащий в пределах 30 секунд опережения/опоздания. Далее распределение становится более дисперсным. В общем, несовпадение с расписанием составляет не более 2,5 минут опережения и 3,5 минут опоздания. Можно заключить, что движение трамваев в таком случае более всего соответствует расписанию. На диаграмме видны значительные отклонения (на 4,5–9 минут), которые можно объяснить либо несоответствием расписаний, либо спецификой движения этого вида транспорта. Стоит также учесть, что в случае аварии на маршруте неполадки с одним составом приводят к отставанию от расписания нескольких последующих рейсов.

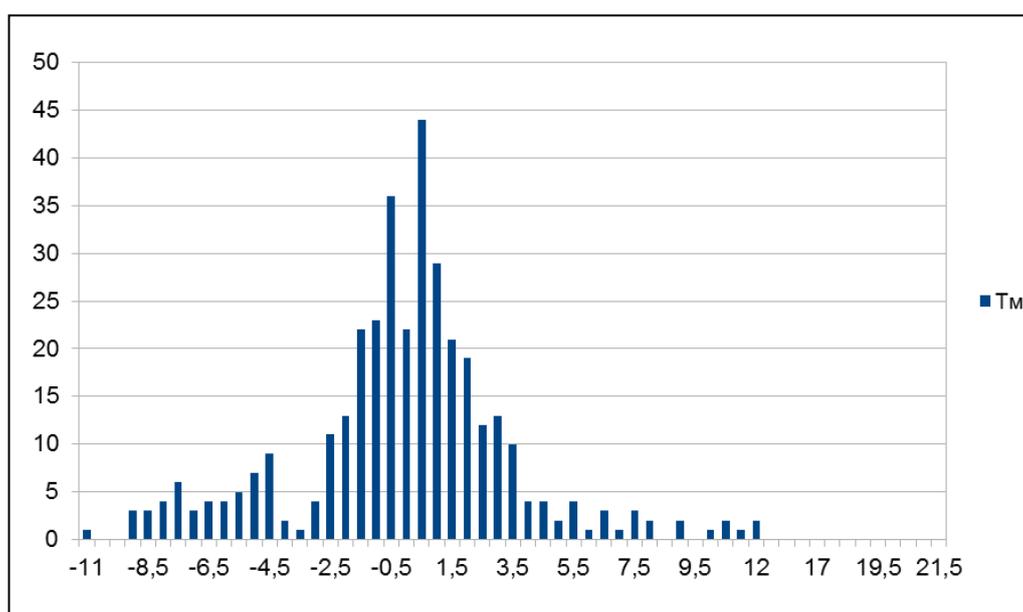


Рис. 4. Отклонения трамваев от расписаний

Анализ отклонений от расписания не выявил корреляции между отклонениями и районом, через который проходит маршрут.

Исходя из приведённых выше данных, можно сделать вывод, что городской транспорт Витебска ходит в целом (в пределах погрешности в 4–5 минут) в соответствии с расписанием, что уже можно назвать хорошим результатом. Но данная погрешность слишком велика для целей нашего исследования. Поэтому куда большую ценность для нас представляют численные выражения тех самых отклонений, которые характеризуют неоднородность распределения времени в движении между остановками внутри маршрута, которые были выявлены в ходе исследования. Они подчеркивают необходимость создания новых схем транс-

портной доступности города, построенных именно по нашим наблюдениям, а также и их актуальность для практического применения.

### **Расчёт транспортной доступности по данным модели**

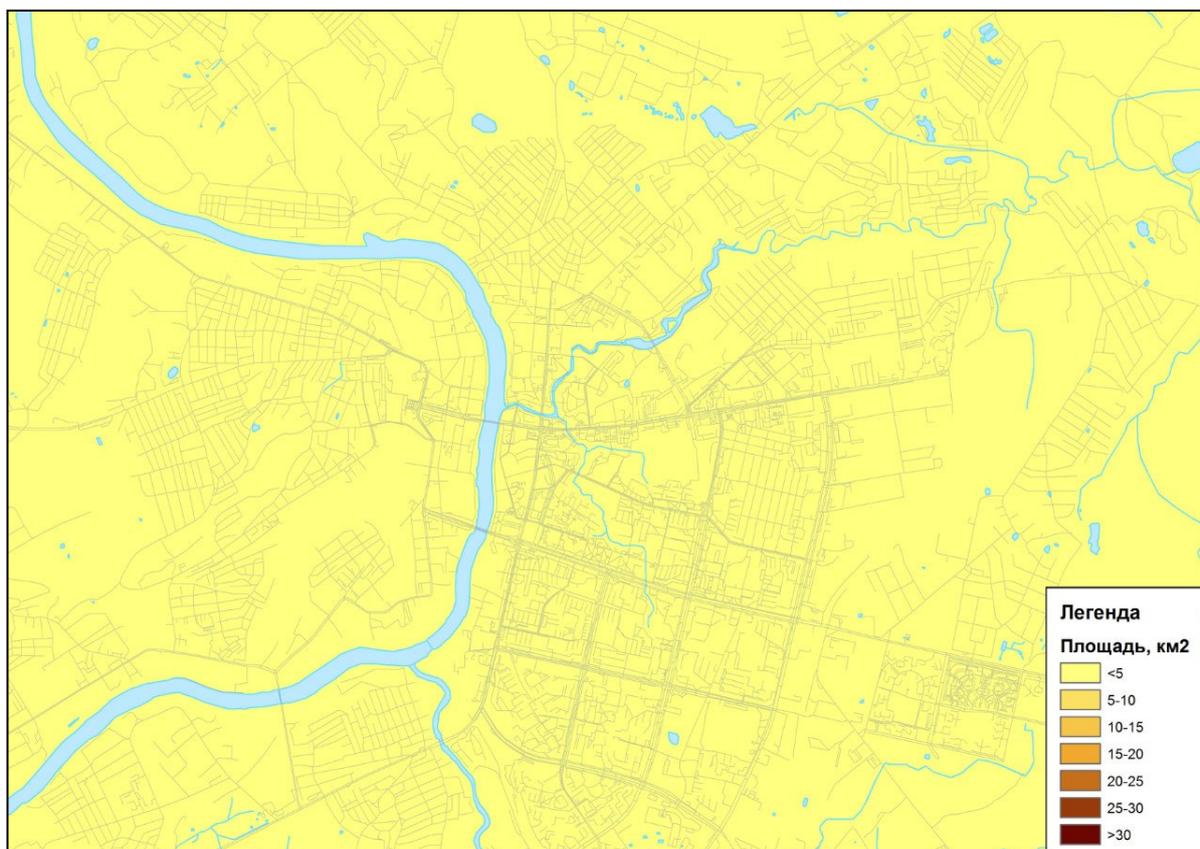
Используя созданную модель ОТ, можно построить *изохроны* относительно любой заданной точки для любого промежутка времени – то есть, очертить часть города, в которую можно добраться из выбранной точки за указанное время. Естественно, размер этой зоны тем больше, чем лучше выбранная точка обеспечена транспортом. Простейшим вариантом оценки транспортной ситуации в городе является построение изохрон для различных точек. Именно этот способ использовался для сравнения фактической и когнитивной транспортной доступности. Однако созданная нами модель позволила построить и интегральные схемы, отображающие обеспеченность транспортом всех точек города одновременно.

Для построения таких схем нами был использован следующий метод. На территории города была выбрана равномерная сетка из точек. Затем для фиксированных значений времени  $n$  для каждой из точек сетки были построены изохроны и вычислены площади фигур, которые они ограничивают. Таким образом каждой точке сетки была поставлена в соответствие вычисленная площадь. Полученное поле значений характеризует обеспеченность транспортом точек выбранной сетки и служит основой для построения методом интерполяции интегральных схем реальной транспортной доступности, отображаемой на схемах цветом различной интенсивности.

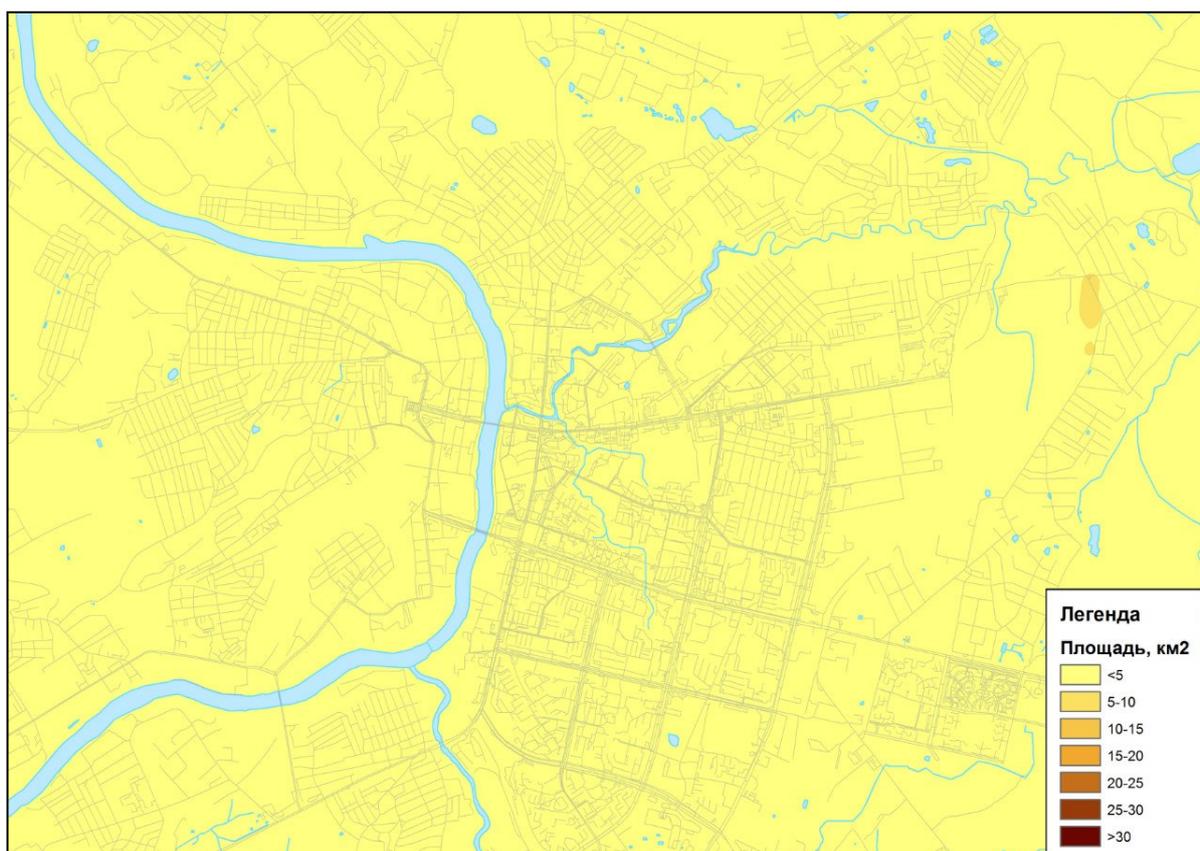
Серия интегральных схем фактической транспортной доступности была построена для времени  $n$  от 5 до 60 минут с пятиминутным интервалом и наглядно демонстрирует изменения в транспортной доступности с течением времени. В сущности, на интенсивность цвета влияет три фактора: количество маршрутов различных видов транспорта, частота их хождения и густота сети остановочных пунктов.

*5 минут (Рис. 5)*

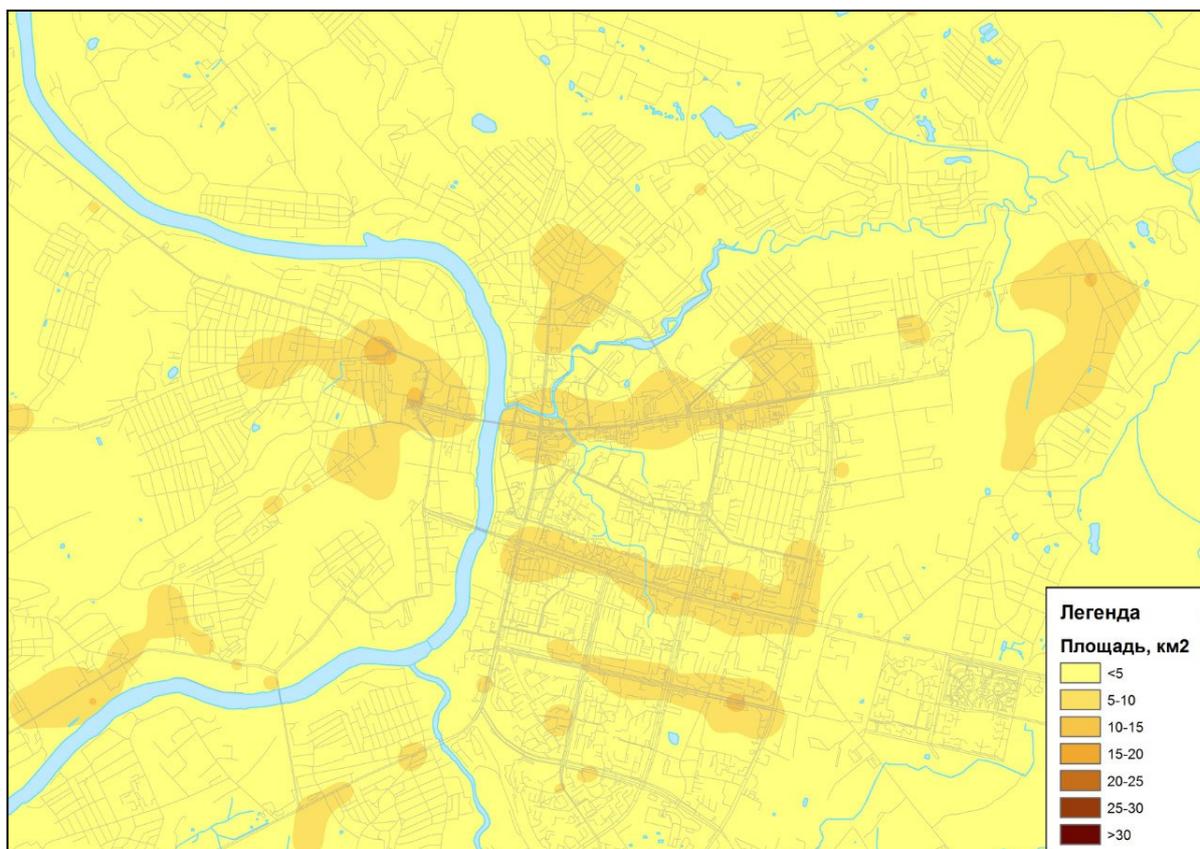
Вся схема равномерно окрашена в светлый цвет; это свидетельствует о том, что за данный промежуток времени можно переместиться лишь на незначительное расстояние (в пределах 5 квадратных километров). Предполагается, что за это время можно пройти какое-то расстояние пешком, либо провести время в ожидании общественного транспорта на остановке.



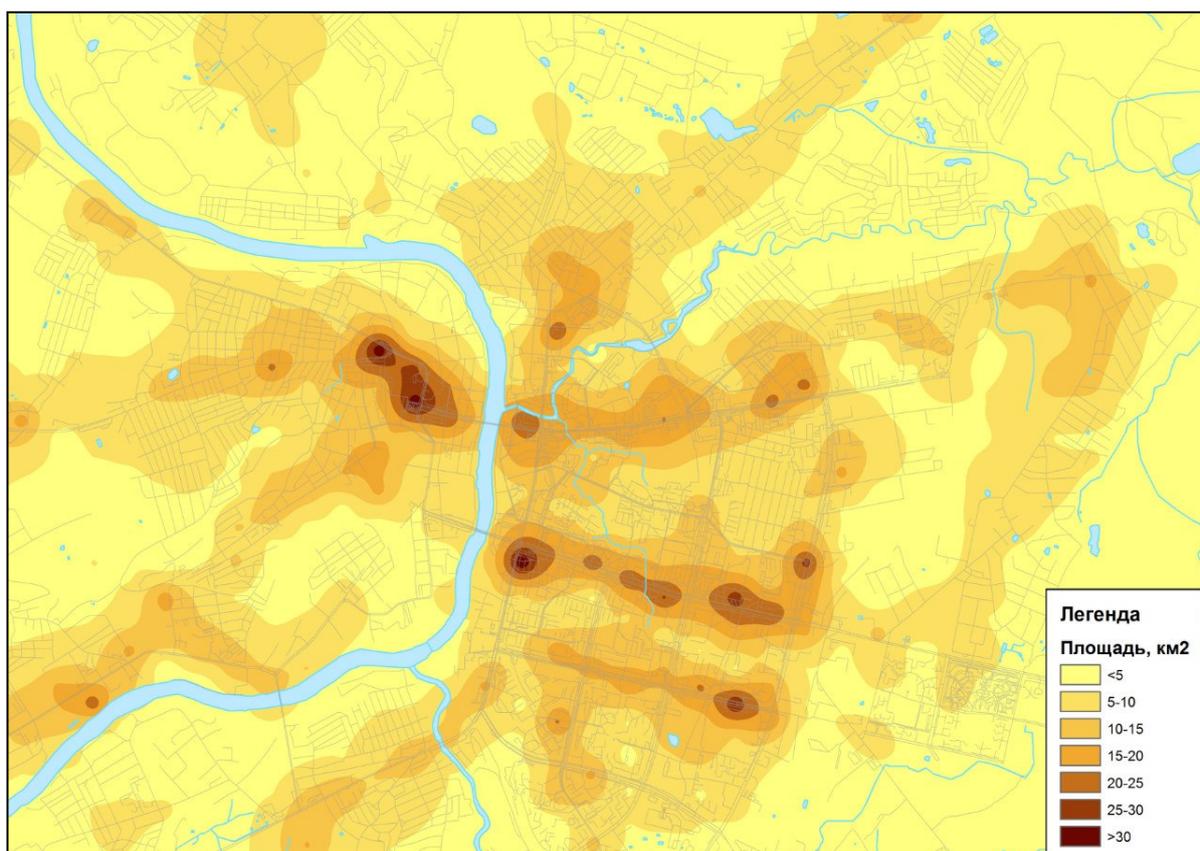
*Рис. 5. Интегральная схема 5-минутной транспортной доступности*



*Рис. 6. Интегральная схема 10-минутной транспортной доступности*



*Рис. 7. Интегральная схема 15-минутной транспортной доступности*



*Рис. 8. Интегральная схема 20-минутной транспортной доступности*

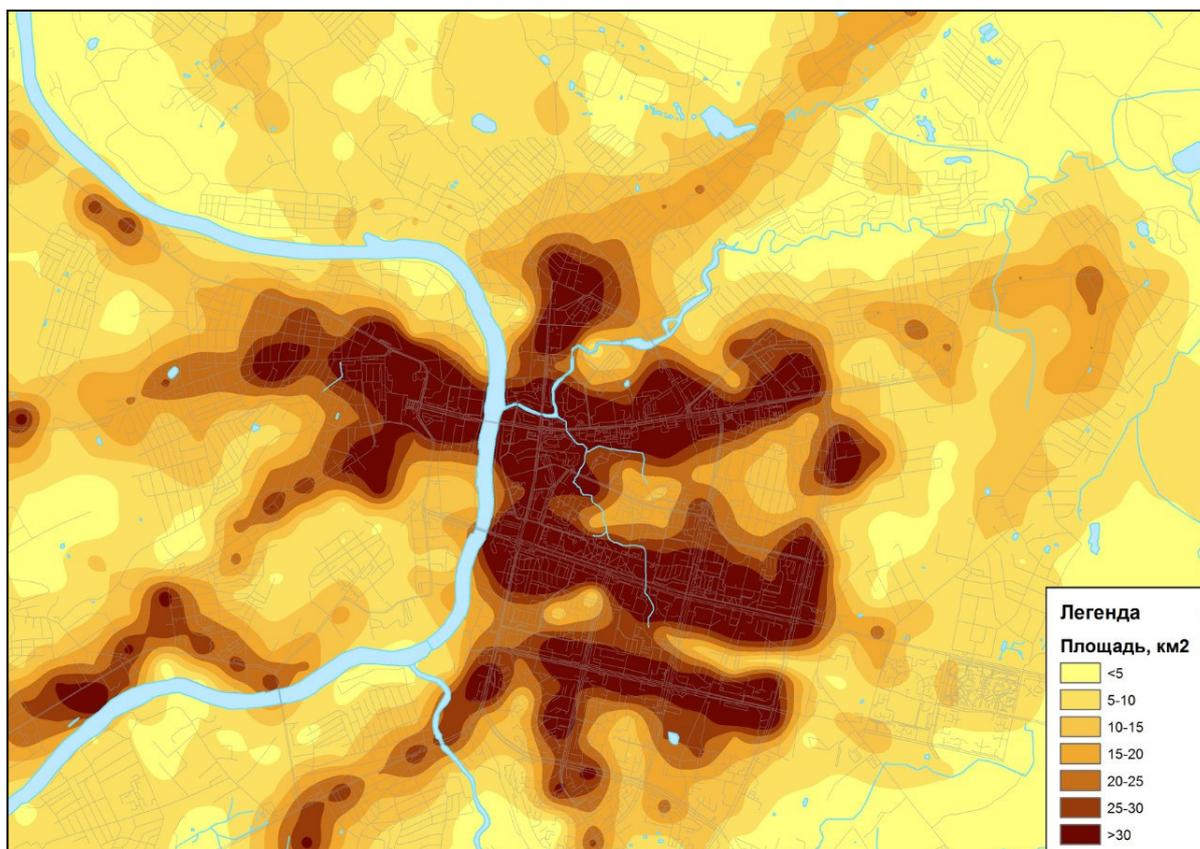


Рис. 9. Интегральная схема 25-минутной транспортной доступности .

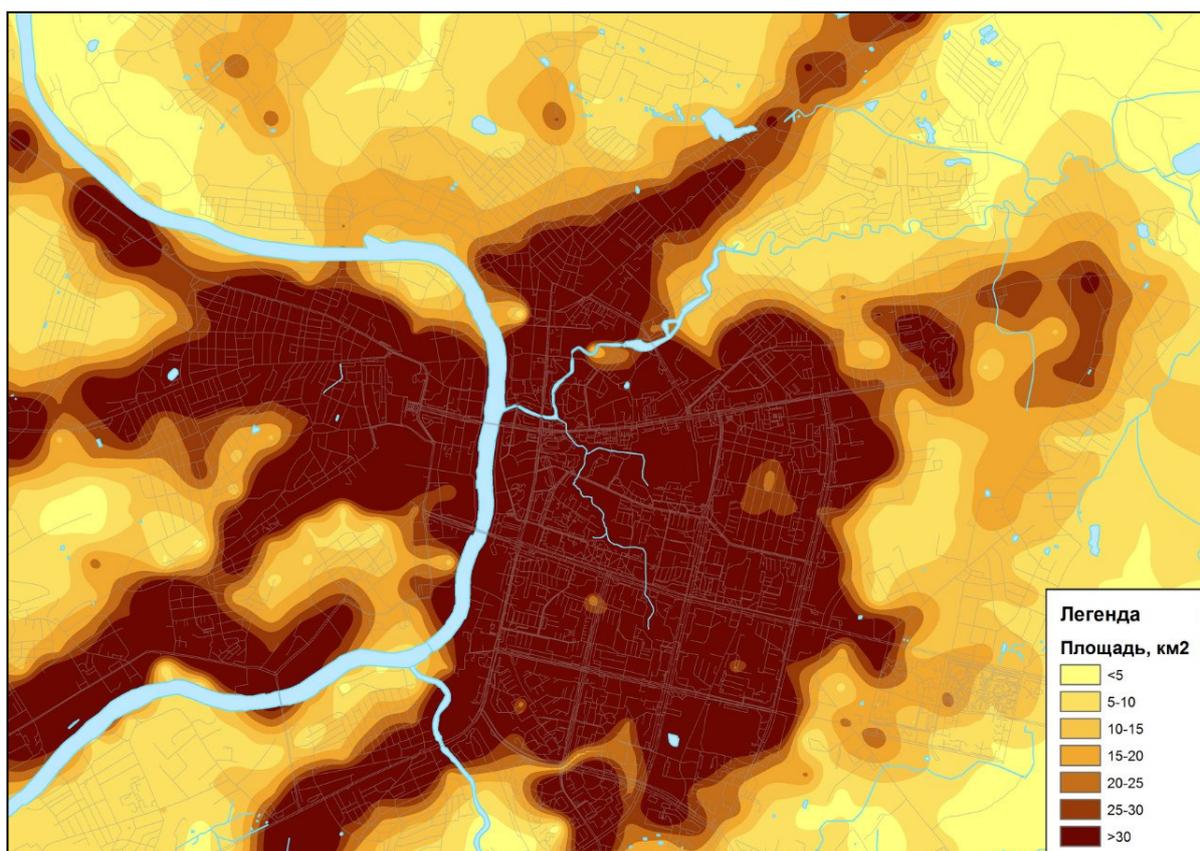


Рис. 10. Интегральная схема 30-минутной транспортной доступности .

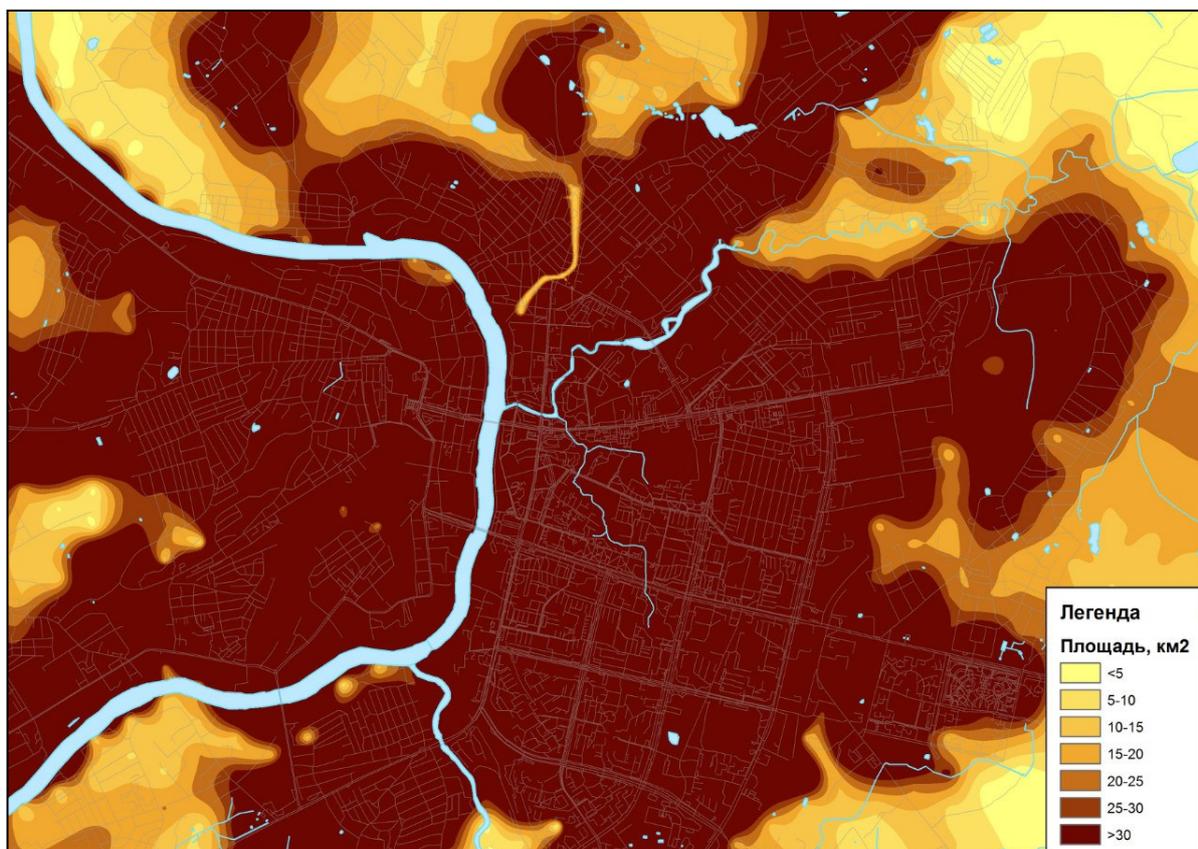


Рис. 11. Интегральная схема 40-минутной транспортной доступности .

10 минут (Рис. 6)

Ситуация кардинально не меняется. Ожидание общественного транспорта по-прежнему не позволяет выбраться за пределы 5 квадратных километров. Единственное - на востоке города, в районе Тулово появляется небольшая зона, (на следующей схеме разрастется и покроет весь район), из которой можно преодолеть до 10 квадратных километров, что предположительно связано с расположением там Трамвайного депо.

15 минут (Рис. 7)

На схеме появляются «вытянутые» районы, приуроченные к крупным транспортным артериям (Московский проспект, проспект Фрунзе, проспект Строителей) и соответствующие доступности в 10 км<sup>2</sup>. Также выделяются остановки Вокзал и Полоцкий рынок, откуда уже на этом этапе можно перемещаться в пределах 10-15 км<sup>2</sup>. Появление этих двух центров роста связано с тем, что оба пункта являются конечными для троллейбусных и трамвайных маршрутов соответственно.

20 минут (Рис. 8)

Из ранее выделенных районов можно добраться куда-то в пределах уже 20 квадратных километров, а «узлы» достигли уровня 30-ти километровой доступности и стали, тем самым, наиболее удобными местами отправления. К «точкам роста» прибавляется еще не-

сколько перекрестков (остановки площадь Победы и площадь Свободы), где проходит множество маршрутов различных видов транспорта.

*25 минут (Рис. 9)*

Пять минут разницы во времени становятся «критическими». За интервал в 25 минут из практически любой точки центральной части города можно выбраться за пределы ареала в 30 квадратных километров, но в очертаниях ареала сохраняется выраженность оживленных проспектов. За исключением нескольких районов на окраине, город становится доступен в пределах 10 квадратных километров для каждой точки. Представляется, что такое «критическое» значение может использоваться как характеристика города и его системы ОТ, в частности, для сравнительного анализа городов.

*30 минут (Рис. 10)*

Постепенно отдельные ареалы высокой транспортной доступности сливаются в единый центральный район. На последующих схемах занимаемая им площадь будет увеличиваться, и занимать все новые пространства. С увеличением времени город равномерно постепенно становится более доступным от центра к периферии.

*40 минут (Рис. 11)*

Ареал, характеризующий доступность территории более чем в 30 квадратных километров, охватывает уже всю застроенную часть города. Относительными пробелами (доступна площадь в 15-20 км<sup>2</sup> остаются лишь зоны лесных насаждений (Парк Советской Армии, Парк им. 30-летия ВЛКСМ) и незастроенные участки между окраинными районами.

### **Когнитивная картина транспортной доступности районов г. Витебск**

В качестве дополнительного измерения, которое бы позволяло проводить сравнение полученных данных, была выбрана тема перцепции пространства, то есть субъективное представление горожан о пространственных особенностях территории их проживания. Основная идея данного подраздела исследования заключалась в сборе достаточного количества статистического материала для построения схем, аналогичных тем, которые можно строить, используя модель ОТ для определения фактической или «условно реальной» транспортной доступности.

Мы вводим термин «условно реальная» для транспортной доступности территорий города, посчитанной при помощи математической модели, так как при принятии определённых поведенческих решений горожане ориентируются на свои представления о городе, которые хотя и считаются субъективными, но для самих горожан являются вполне реальными. Тем не менее, важной темой может стать сравнение этих двух измерений: реальности горожан и модельной реальности. На основе собранных данных мы не только смогли сказать, в преде-

лах каких территорий горожане более точно оценивали транспортную доступность различных районов, но и сделать ряд выводов об особенностях восприятия пространства в целом.

Прежде чем перейти к непосредственному описанию методики данного блока исследования стоит заострить внимание еще на одном моменте: собранные данные позволяют нам выходить на обсуждение такой темы как «потребление пространства города различными социальными группами». Как будет показано во второй части данного раздела, город не является чем-то единым с точки зрения различных социальных групп. «Город мужчин» и «город женщин», «города белых и синих воротничков» могут сосуществовать в рамках одного и того же реального Витебска.

### **Анализ статистических данных**

Анализ собранных нами опросных данных, проведенный на камеральном этапе, позволил, с одной стороны, составить статистически обоснованную характеристику пользования горожанами различных видов транспорта, а также выделить подобные характерные особенности для отдельных социальных и возрастных категорий населения. Нам удалось выйти на несколько интрепретативных сюжетов, связанных с восприятием и потреблением пространства горожанами. Например, различия в восприятии городского пространства мужчинами и женщинами, работающими горожанами и пенсионерами, а также представителями различных возрастных групп. Ниже в качестве иллюстраций представлены некоторые схемы по этим сюжетам, составленные на основе «опросного» блока созданной нами геоинформационной системы.

### **Особенности пользования транспортом**

Наиболее используемым является муниципальный транспорт: каждый день им пользуются 63,1% респондентов, несколько раз в неделю — 18,4% (итого 81,5% — чаще раза в неделю). «Предпочтение» остальных видов транспорта дифференцировано по социальным группам населения; очевидно, что они играют значительно меньшую роль в передвижении жителей города; рассмотрим, однако, отдельные примеры, представляющие интерес.

Самым непопулярным средством передвижения является велосипед, им «никогда не пользуются» три четверти опрошенных (75,9%). Те же, кто пользуется, делают это чаще раза в неделю (7,6%), причём исключительно в летний период. Автомобилем «не пользуется» половина опрошенного населения (50,2%), при этом владельцы личного автотранспорта (26,0%) пользуются им чаще раза в неделю. Такси занимает, по-видимому, наилучшее положение среди «вторичных» (по отношению к ОТ) видов транспорта. «Никогда» не прибегают к услугам такси только 40,2% людей. Около половины опрошенных, впрочем, пользуются такси сравнительно редко — раз месяц или реже. Видимо, это можно объяснить тем, что при желании им можно воспользоваться всегда, в то время как автомобили и велосипеды должны

находиться в личном пользовании. Популярность этого вида ОТ также объясняется тем, что такси в Витебске является государственным, что отражается на уровне цен. Поэтому большее количество людей могут пользоваться этой услугой не только в случае острой необходимости, но и регулярно, например не успев на свой автобус.

На основе собранной статистики мы проанализировали частоту посещаемости известных объектов города (каждому респонденту были заданы вопросы о его оценке времени в пути до реперных точек, а также о частоте их посещения). В первую очередь стоит отметить взаимосвязь «важности» объекта для населения с его географическим положением в структуре города. Реперные точки, расположенные на окраине города, люди посещают (или проезжают) очень редко: **Парк Советской Армии** и **завод ВИЗАС** — в среднем «раз в полгода» (19,3%, и 17,4%, соответственно), «раз в год или реже» (27,9% и 24,8%) или же вообще «никогда» (21,4% и 30%). Итого, 68,6% и 72,2% опрошенных, соответственно, посещают эти точки раз в полгода и реже. Вместе с тем, наиболее «популярными» у населения оказались **амфитеатр** и **вокзал**, расположенные в центре: их посещают «чаще раза в неделю» 54,8% и 37,7% респондентов соответственно. **Амфитеатр** явно лидирует из-за очень выгодного положения на пересечении двух крупнейших транспортных путей города — проспекта Фрунзе и улицы Ленина.

Интересными представляются также некоторые статистические закономерности, связанные с демографическими характеристиками или социальными показателями.

#### **Анализ по категориям демографических показателей:**

##### *Пол (мужчины, женщины)*

Автомобилем и велосипедом, по большей части, пользуются мужчины, причём, в основном, чаще раза в неделю (30,3% и 10,5%), и в случае с велосипедом — исключительно в летний период. Еще одним аспектом где проявились различия между мужчинами и женщинами оказалось частота посещения некоторых районов города. Так, **Парк Советской Армии** посещают скорее мужчины (на 10% больше); те же тенденции наблюдаются и для **завода ВИЗАС**, (на 12,5% больше мужчин).

##### *Возраст (<20; 20-29; 30-39; 40-4; 50-59; >60)*

Такси пользуются по большей части люди «моложе 30 лет», причём 20-летние, в основном, раз в две недели и раз в месяц, а подростки (<20) — раз в месяц и раз в полгода. Автомобилем пользуются преимущественно 30 и 40-летние, причём, в основном, чаще раза в неделю (39% и 34,6%), а также подростки (<20): чаще раза неделю — 28,9%, раз в две недели — 20% (в рамках данного опроса учитывались и те случаи, когда подростков перевозят на личном автотранспорте их родители).

Велосипедом никогда не пользуются, по большей части, люди старше 60 лет (89,3%), а пользуются — подростки (<20), а также 20 и 30-летние, причём летом и чаще раза в неделю (13,3%; 10,4% и 11,0% соответственно). Можно отметить, что с увеличением возраста закономерно падает частота пользования велосипедами.

#### *Род занятий («учусь», «работаю», «пенсионер»)*

Такси никогда не пользуются преимущественно пенсионеры (64,7%), на втором месте — работающие (35,6%). Учащиеся пользуются, в основном, раз в месяц (25,3%). Среди не использующих автомобиль вновь лидируют пенсионеры (58,8%), а учащиеся и работающие пользуются примерно в равной степени, но работающие — в основном, чаще раза в неделю (30,1%), тогда как учащиеся — немного реже: в основном, чаще раза в неделю (21,8%), раз в две недели (16,1%), раз в месяц (11,5%). Велосипедом, по большей части, пользуются учащиеся, причём в основном чаще раза в неделю (13,8%).

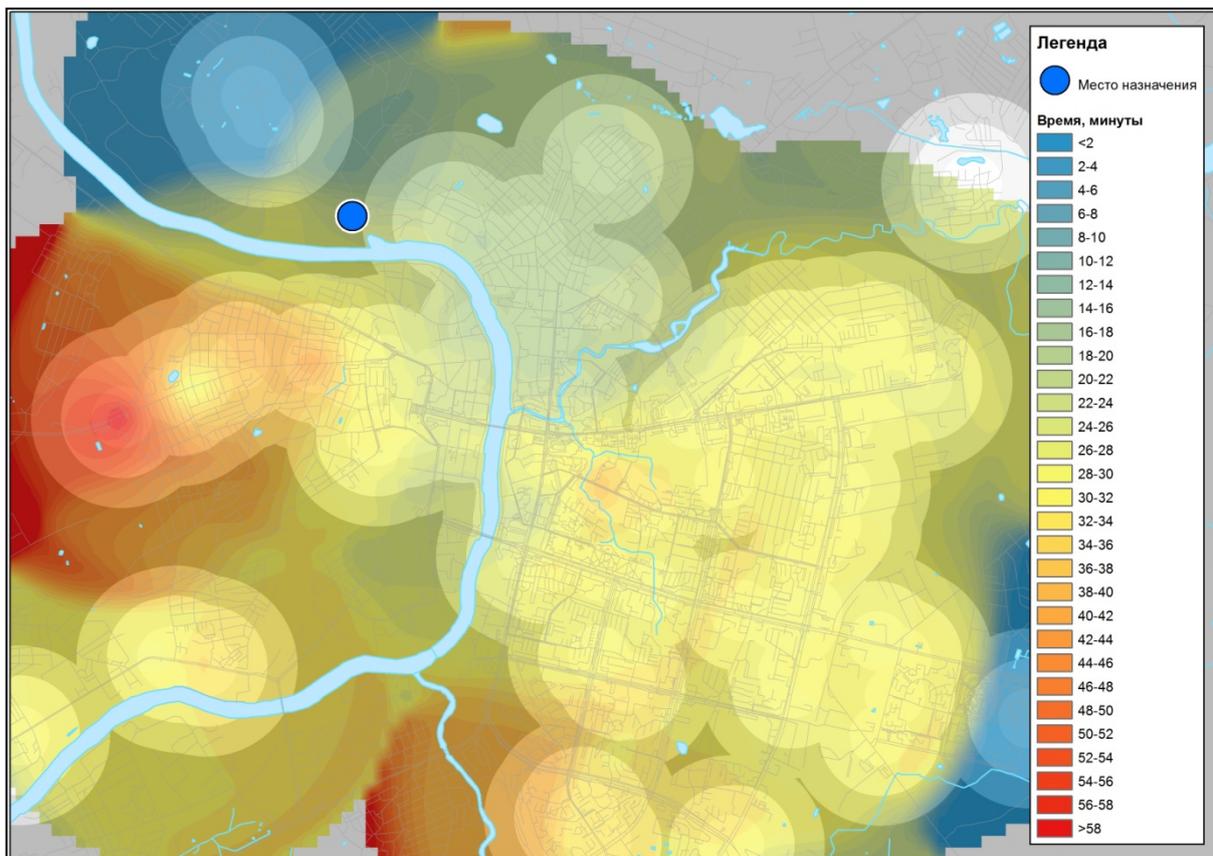
#### *Социальный статус («белые» и «синие воротнички», а также пенсионеры)*

Различия в социальном статусе в первую очередь повлияли на частоту посещения определенных территорий города. Так, **Парк Советской Армии** чаще раза в неделю посещают, скорее, синие воротнички, а раз в две недели — преимущественно белые воротнички и пенсионеры. **Железнодорожный вокзал** чаще раза в неделю посещают белые и синие воротнички (41,6%, 41,2%), пенсионеры — реже: раз в месяц (24,2%) или же раз в год (19,0%). **Амфитеатр** чаще раза в неделю посещают, по большей части, белые (61,5%) и синие (56,1%) воротнички. Среди объектов, посещаемых пенсионерами лидирует **Амфитеатр** (42,7%) по сравнению со всеми другими объектами (<25%). Детскую колонию чаще раза в неделю посещают, по большей части, синие воротнички (24,5% против 15% для остальных категорий).

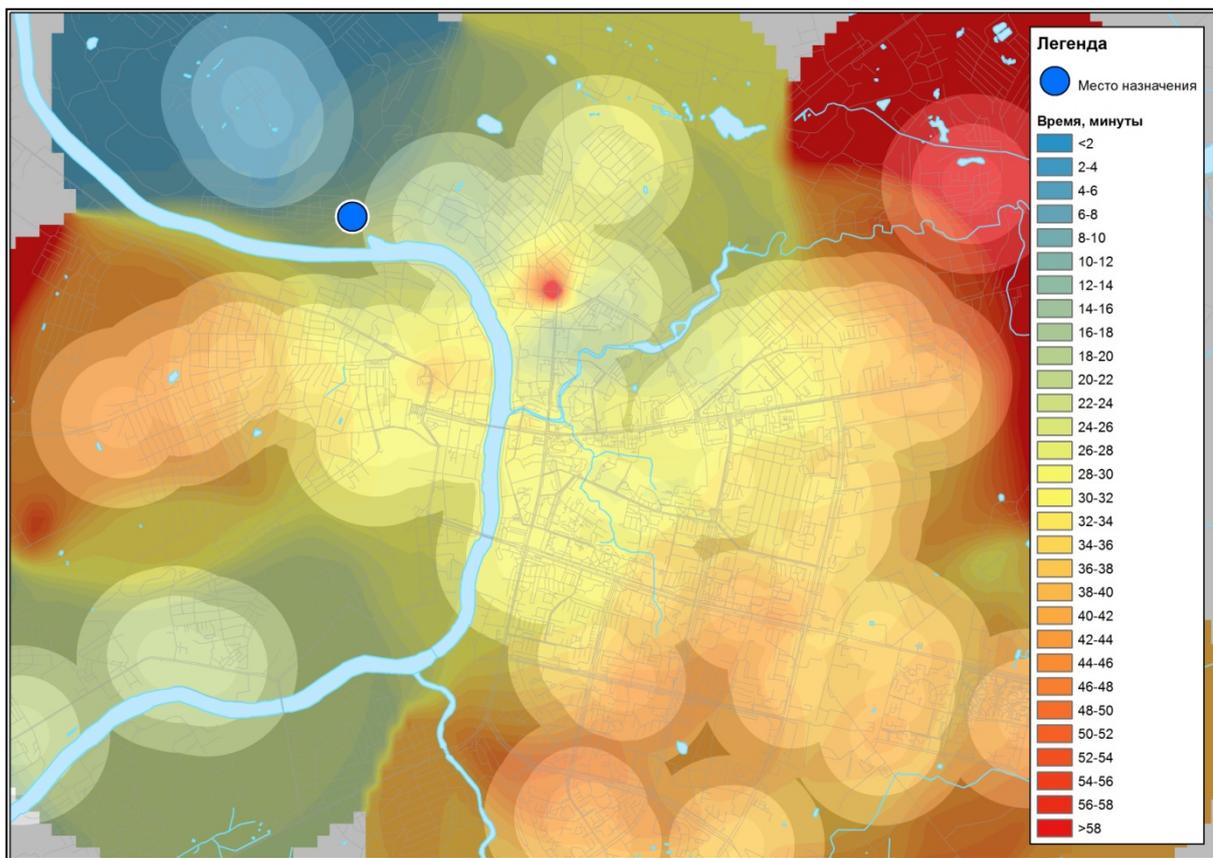
#### **География потребления города социальными группами**

На предыдущем этапе мы обнаружили, что разные группы по-разному используют городское пространство. Созданная нами методика позволяет более точно ответить на вопрос, в чем же эти различия заключаются. Нами было создано несколько схем, которые демонстрируют разницу в восприятии и потреблении городского пространства населением в зависимости от пола, занятости, социального статуса и других социально-демографических характеристик.

Мы предположили, что мужчины и женщины дифференцировано воспринимают городское пространство и по-разному оценивают его доступность. Для подтверждения этой гипотезы по ответам респондентов обоих полов были составлены схемы, на которых отображено поле когнитивной транспортной доступности для **Парка Советской Армии**. Значение времени в пути по результатам опросов в пределах схемы изменяется от 1 до 60 минут.



*Рис. 12. Когнитивная схема доступности Парка Советской Армии (мужчины)*



*Рис. 13. Когнитивная схема доступности Парка Советской Армии (женщины)*

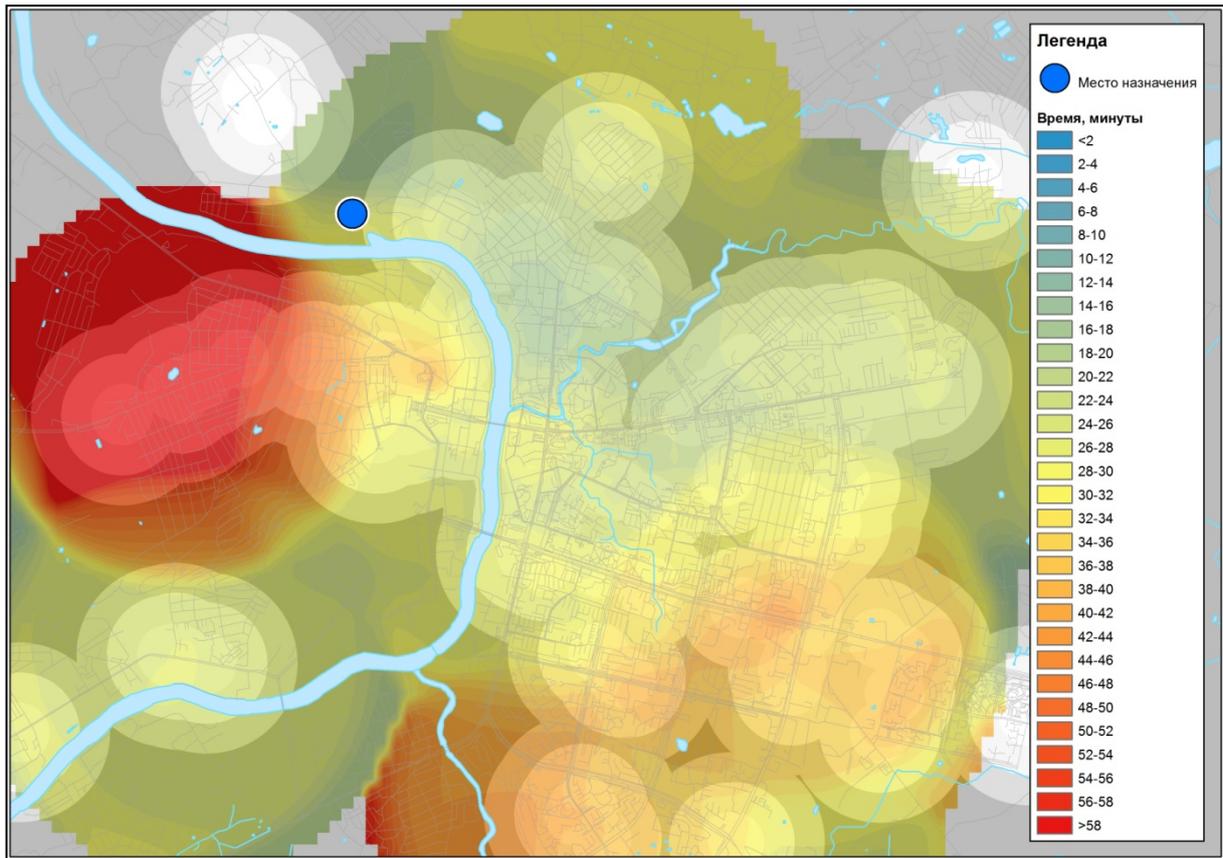


Рис. 14. Когнитивная схема доступности Парка Советской Армии («бел.воротн.»)

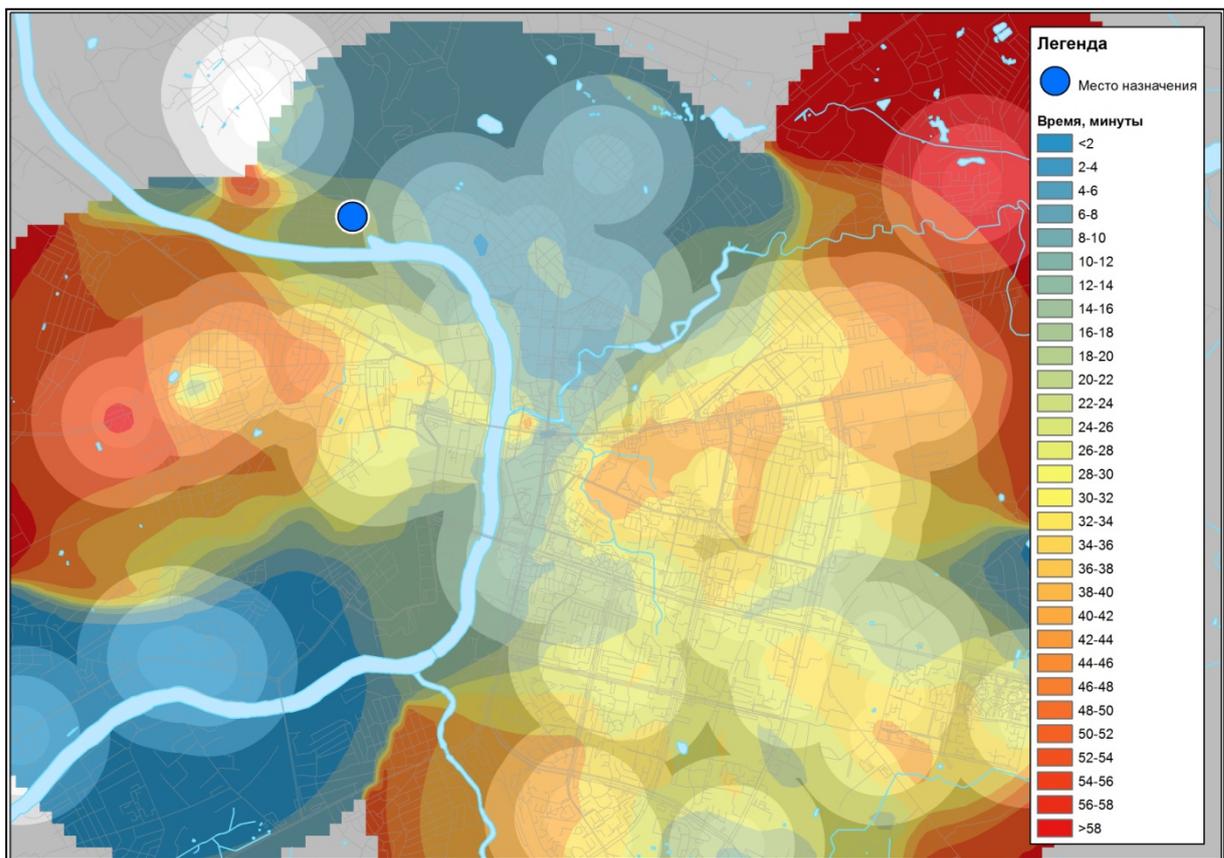


Рис. 15. Когнитивная схема доступности Парка Советской Армии («син.воротн.»)

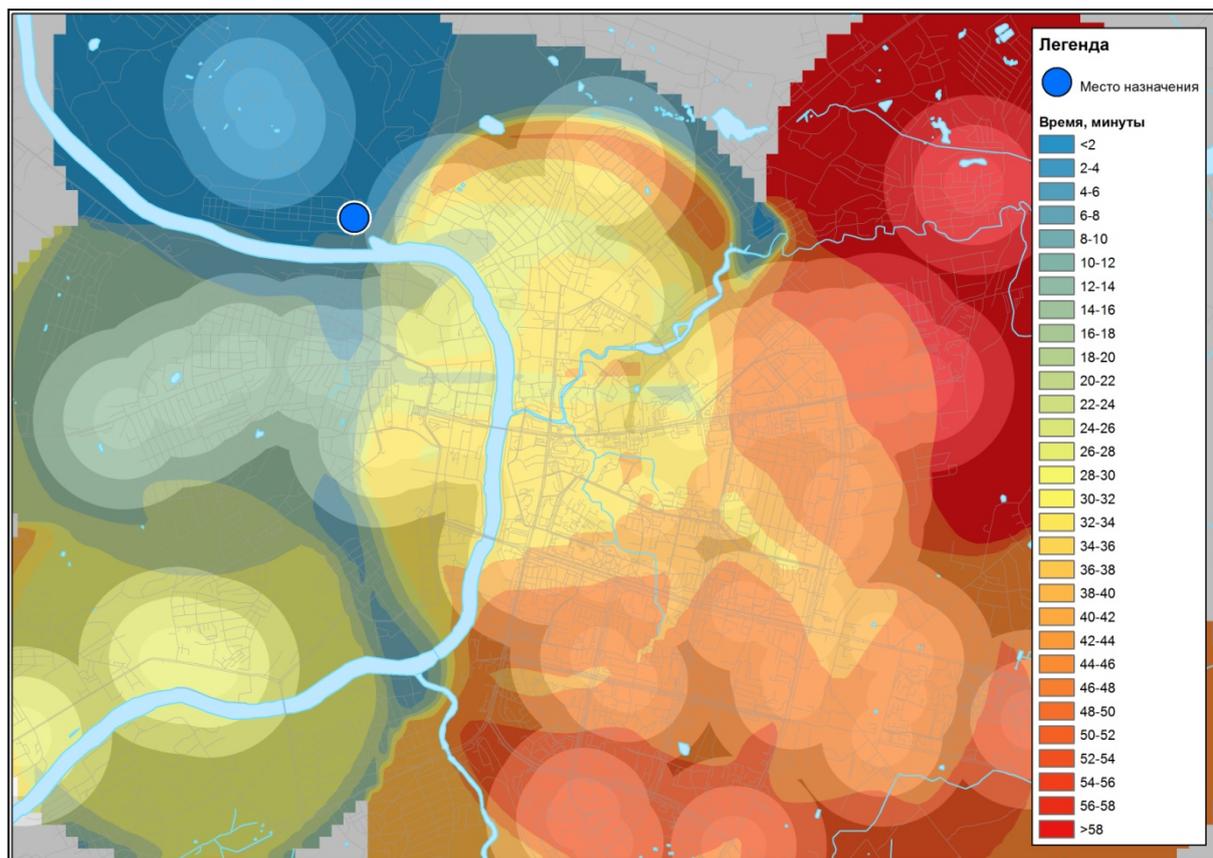


Рис. 16. Когнитивная схема доступности Парка Советской Армии (пенсионеры)

Крайне интересным оказалось, что при сопоставлении двух схем по ответам мужчин и по ответам женщин относительно близости **Парка Советской Армии** конфигурация поля когнитивной транспортной доступности не совпадает (рис. 12, 13). При сравнении пар схем для отдельных точек, выясняется, что и женщины и мужчины примерно одинаково оценивают расстояние до близко расположенного объекта. Когда же время в пути превышает 20 минут, появляются различия, причём заметно, что люди, чаще бывающие в данной точке (в нашем случае это мужчины), в среднем дают более адекватную оценку. Так же, сравнивая схемы, можно предположить, что около ближайших к реперной точке транспортных хабов - в том числе, конечных остановок ОТ - как мужчины, так и женщины дают более оптимистичную оценку времени в пути до неё.

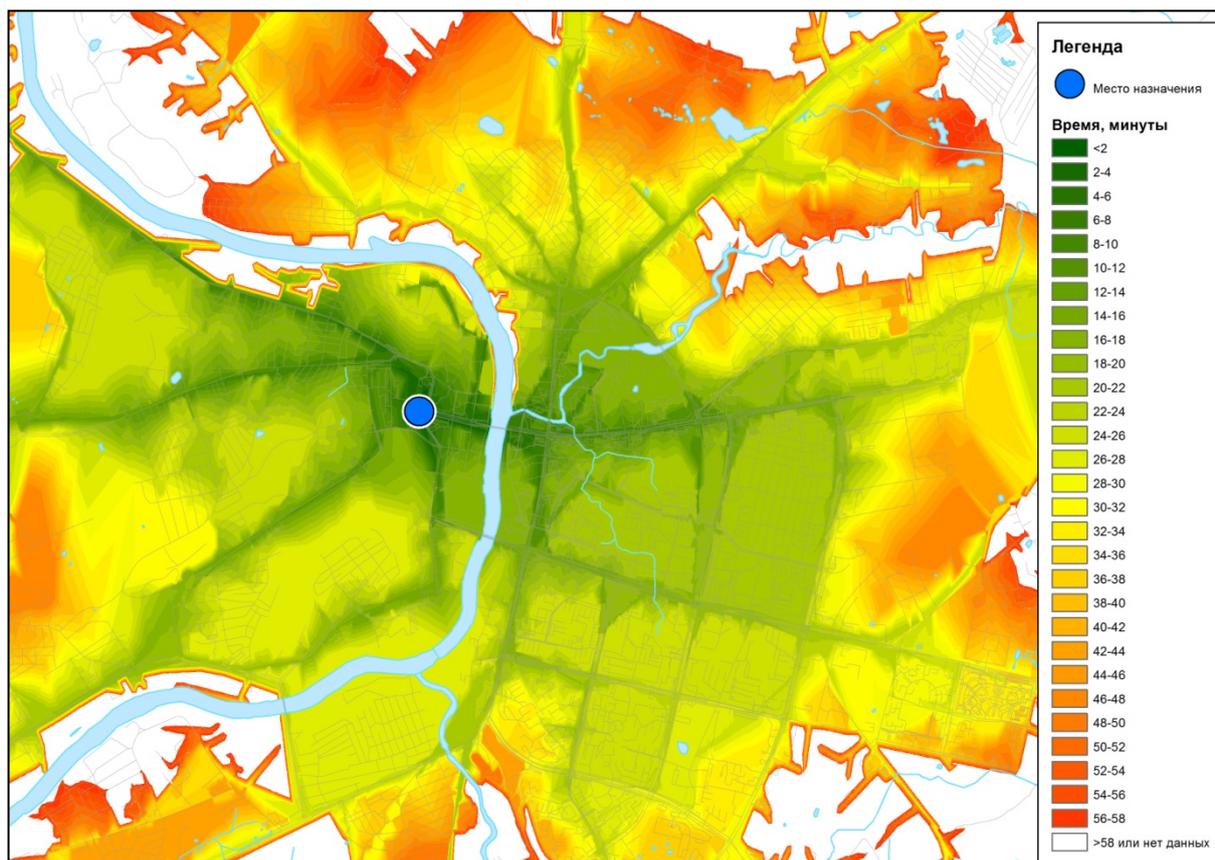
Сравнение схем, составленных для той же точки, только по ответам респондентов из трех групп населения, выделенных по социальному статусу — «белые», «синие воротнички» и пенсионеры (рис. 14, 15, 16) — позволяет предположить, что именно пенсионеры осведомлены о расположении **Парка Советской Армии** лучше других и способны более точно оценить «время доезда» почти из любой точки города. «Белые воротнички», наоборот, будто бы

совсем не знают, где располагается эта реперная точка; «синие воротнички» демонстрируют среднюю по сравнению с остальными группами осведомленность.

Составление и анализ подобных схем могут служить удобным инструментом для проверки гипотез относительно восприятия городского пространства различными группами населения. При этом, чтобы служить основанием для верных выводов, схемы когнитивной транспортной доступности города нуждаются в привлечении дополнительных данных и методов анализа. Одним из таких методов может служить сопоставление с схемами распределения различных социально-экономических показателей, а также детальное рассмотрение данных схем в контексте городской среды.

### **Сравнительный анализ схем фактической и когнитивной транспортной доступности реперных точек**

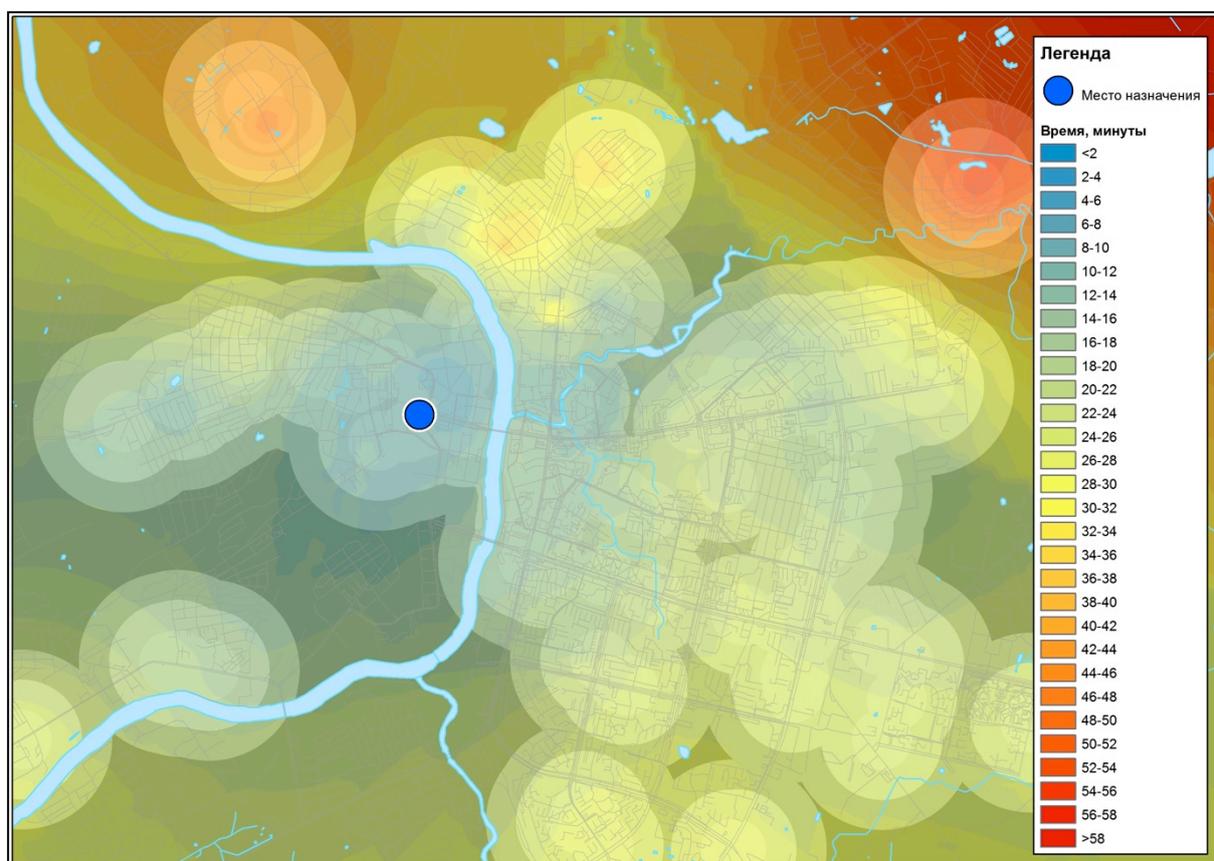
Для сравнения когнитивной и фактической транспортной доступности реперных точек использовались методы ГИС-анализа. Были сопоставлены схемы, построенные по результатам опросов, со схемами, построенными по расчётным данным модели в ГИС. Вокруг реперных точек были сформированы зоны доступности путём построения изохрон для различных промежутков времени. На рис. 17 ниже приведена схема изохрон для реперной точки **Железнодорожный вокзал**.



*Рис.17. Фактическая транспортная доступность Железнодорожного вокзала*

Построение схемы «наложения» двух вариантов транспортной доступности (фактического и когнитивного), заключалось в вычислении разности значений соответствующих точек на сопоставляемых схемах доступности с отображением результата на новой схеме.

Пример схемы когнитивной транспортной доступности для Ж/д вокзала приведён на рис. 18, а получаемая в результате «вычитания» схема сравнения — на рис. 19.



*Рис.18. Когнитивная транспортная доступность Железнодорожного вокзала*

В результате была составлена серия схем, иллюстрирующая полученный материал. Как уже упоминалась ранее, выбор реперов зависел от географического положения и «знания объекта местными жителями».

Обзор начнем с центрального района города, а именно с такого маркера как железнодорожный вокзал.

**Железнодорожный вокзал** города Витебск представляет собой транспортный «хаб» — крупный пересадочный и перегрузочный пункт, соединяющий важные транспортные артерии города. Вокзал имеет выгодное географическое положение — он расположен практически в самом центре города. Стоит обратить внимание на яркий образ объекта: он известен всем жителям города не столько как «ворота города», сколько неотъемлемый элемент в повседневных маршрутах.

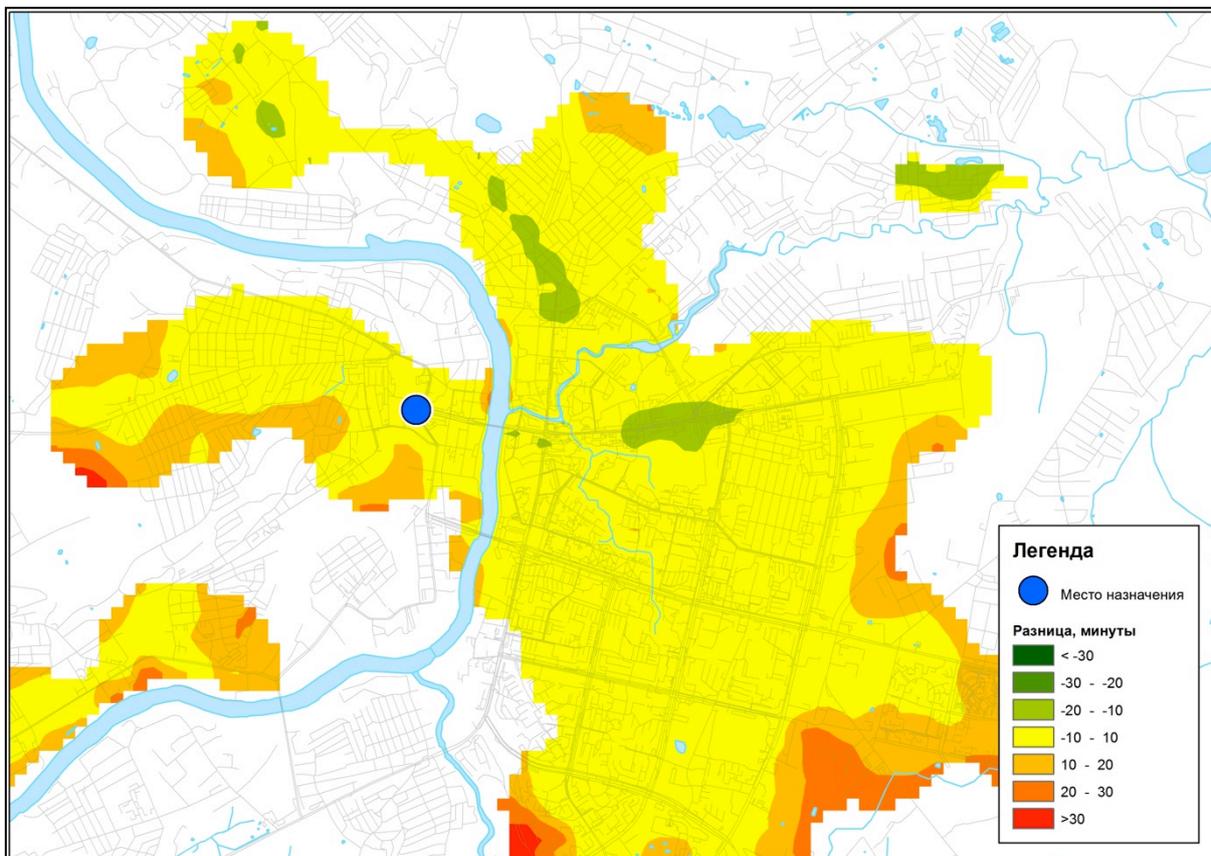


Рис.19. Схема объективности восприятия горожанами доступности Ж/Д вокзала (желтый цвет соответствует наибольшей объективности восприятия)

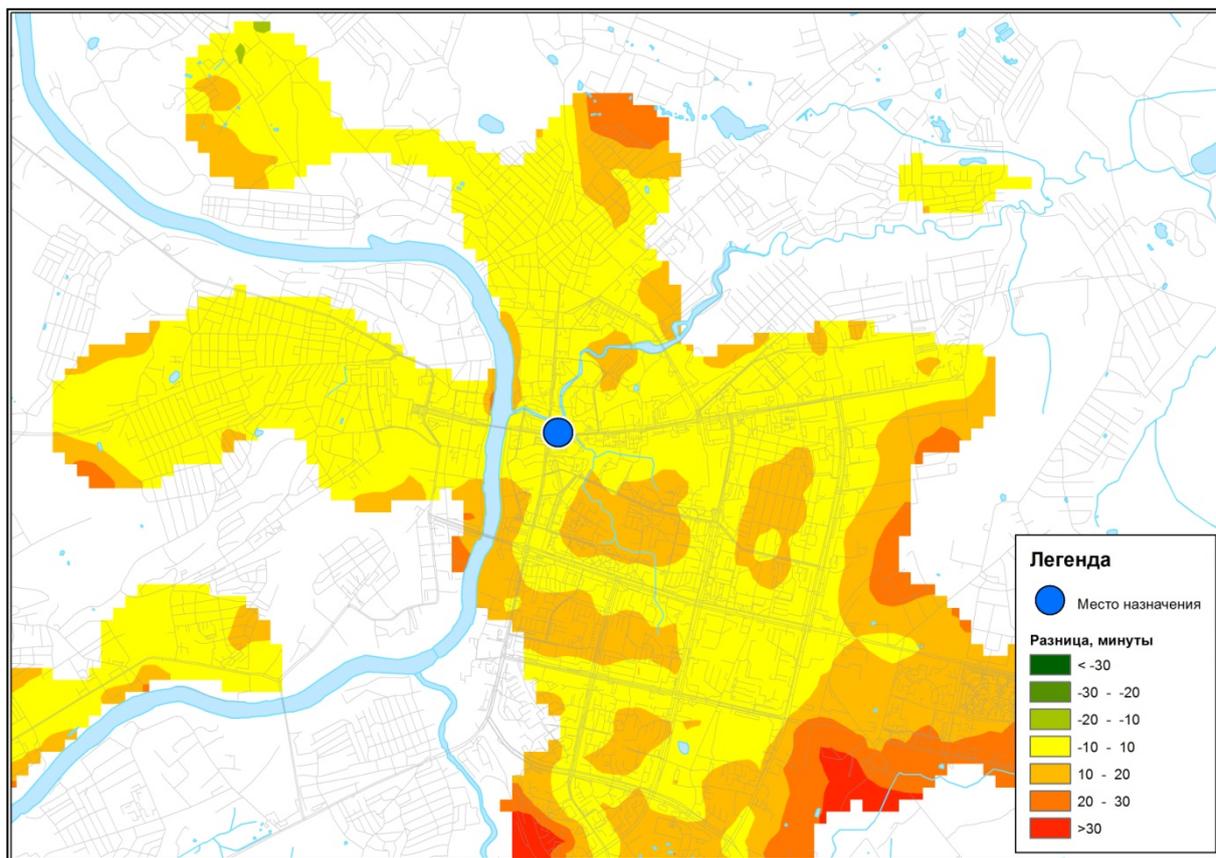
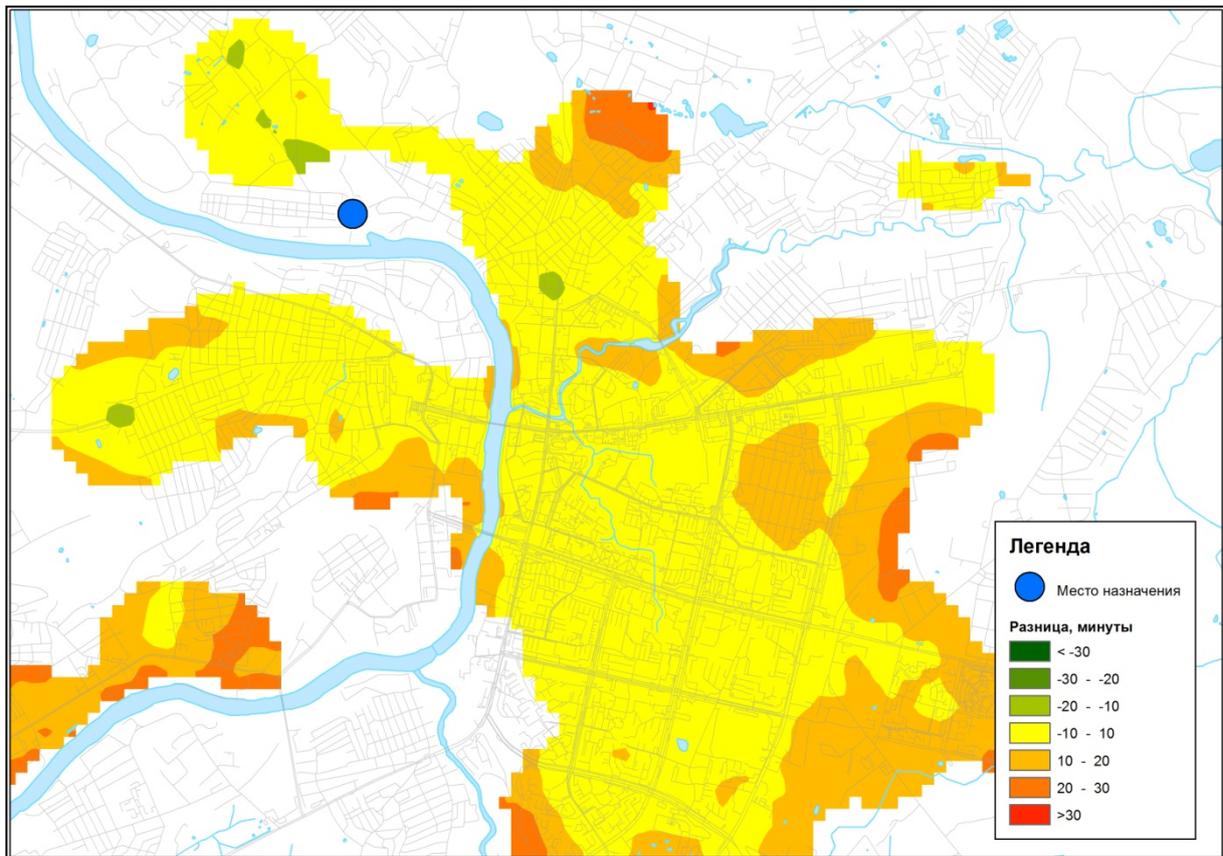
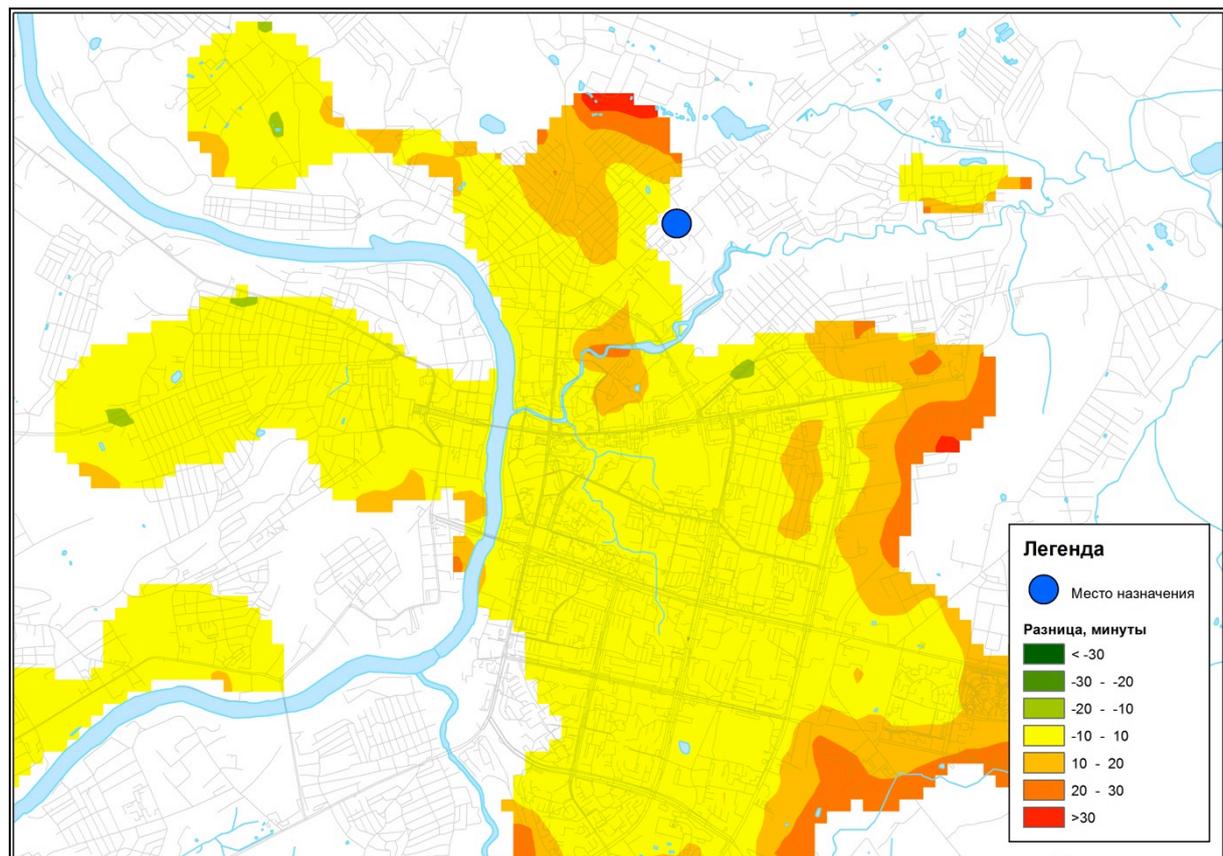


Рис.20. Схема объективности восприятия горожанами доступности Амфитеатра



*Рис. 21. Схема объективности восприятия горожанами доступности Парка Советской Армии*



*Рис.22. Схема объективности восприятия горожанами доступности Дет. колонии*

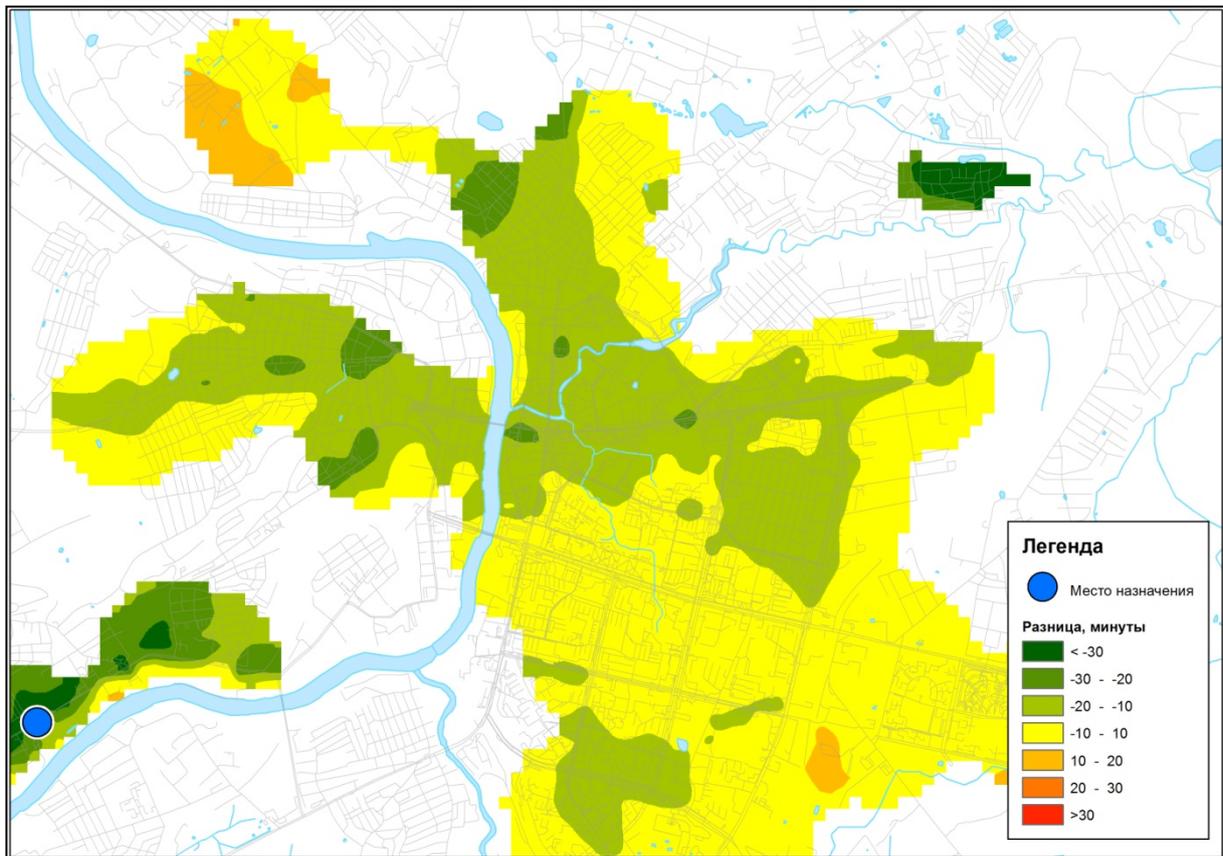


Рис.23. Схема объективности восприятия горожанами доступности *Марковщины*

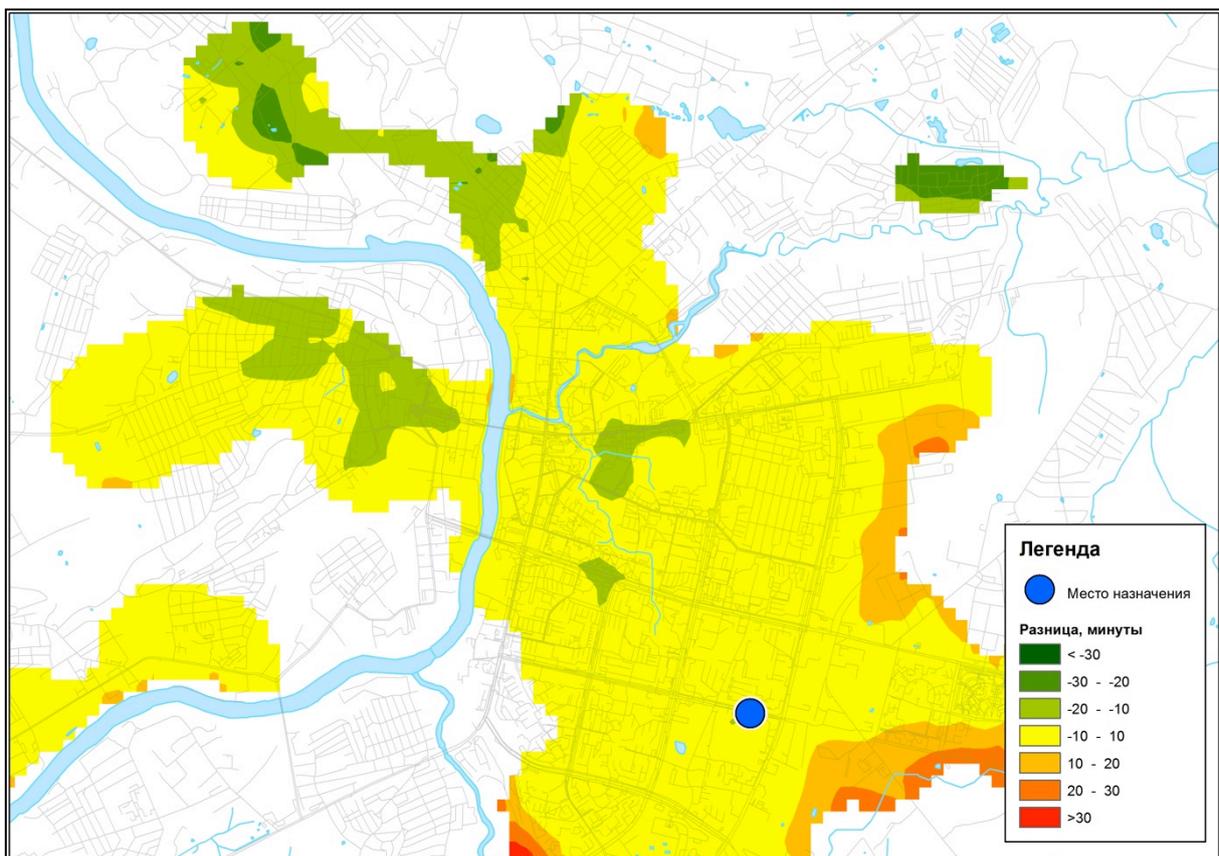


Рис.24. Схема объективности восприятия горожанами доступности завода *Витязь*

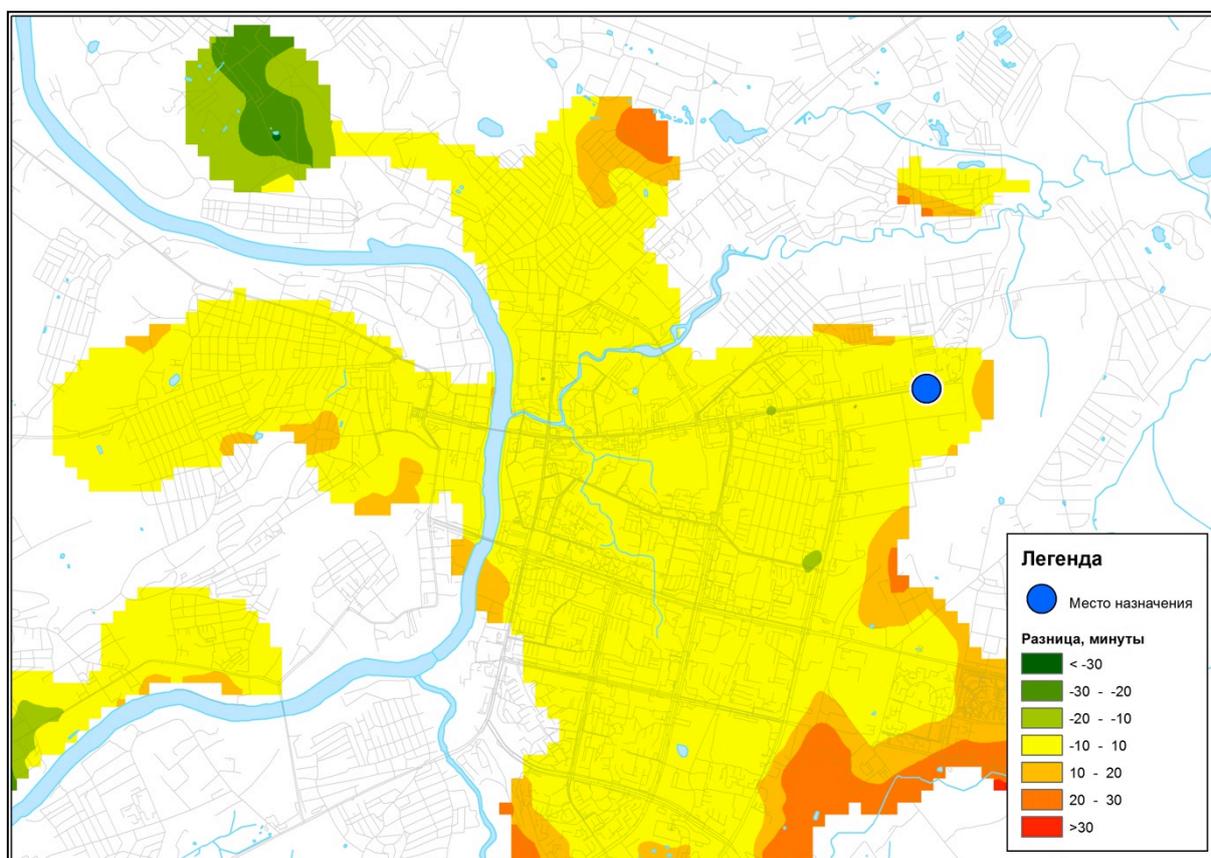


Рис.25. Схема объективности восприятия горожанами доступности завода ВИЗАС

В целом можно отметить тенденцию совпадения ответов респондентов на вопрос: «сколько времени нужно потратить на дорогу из какой-либо точки города?» с реальным временем. Расхождения с действительностью минимальны (рис. 19), так как объект значим для местных жителей как центр «соединения» маршрутов различных транспортных средств, и используется ими в повседневных поездках в различные части города.

**Летний амфитеатр** также расположен в историческом центре города, но на противоположном берегу Западной Двины. Он служит местом массовых и культурных мероприятий, известен местным жителям, благодаря чему сказывается *эффект близости объекта*. Его выгодное географическое положение, по-видимому, позволяет респондентам давать адекватную оценку его транспортной доступности, однако в некоторых местах наблюдается несовпадение реального и предполагаемого времени. Например, на востоке города (ул. Софьи Панковой, Журавлево) предполагаемые респондентом 20 минут до пункта в действительности превращаются в час при условии перемещения на общественном транспорте. Обратный эффект мы видим в районе ул. Титова, там возникает «пятно» предполагаемой тридцатиминутной доступности, в действительности, по прямым транспортным артериям до пункта можно добраться за 15 минут (рис. 20).

Интересным репером оказался **Парк культуры и отдыха им. Советской Армии** (рис. 21), основанный в 1946 году воинами-десантниками Витебского гарнизона на месте бывшего села Мазурино. Поразительно, что среди опрошенных нашлись горожане, которые затруднялись ответить, о каком объекте идет речь. Однако большинство смогло дать «осмысленные» ответы — результаты опросов, проведённых в непосредственной близости к объекту, были близки к реальной информации о его доступности. Проанализировав ответы респондентов, мы выявили тенденцию, свойственную горожанам, опрошенным в окраинных районах - «переоценивать» возможность добраться до объекта. Люди называют «время доезда» в 1,5–2 раза меньшее, чем ожидало бы их в реальности. Можно отметить наличие любопытной «ямы» в районе Смоленского рынка. По всей видимости, это можно объяснить частым приездом жителей загородных поселений (поселок Ольхово), не имеющих четкого представления о внутригородских расстояниях для Витебска.

**Детская колония** располагается на северо-востоке города, вблизи крупных транспортных узлов: Смоленского рынка и Смоленской площади. Благодаря респондентам, которые ориентировались на данные «хабы», был отмечен *эффект ложной доступности*. Расхождения с реальным временем в некоторых точках достигают 40 мин, что связано с неверным представлением жителей города о местонахождении объекта. Стоит отметить, что наиболее отдалены от реальности ответы респондентов, проживающих в районе улиц Чапаева и Фрунзе, проспекта Правды и улицы Терешковой, находящихся на востоке города. Причиной этому служит как редкое использование транспортных артерий по направлению к Детской колонии, так и плохое представление о ее местоположении (рис. 22).

Опросы людей о **Марковщине** (рис. 23) вполне оправдали негласный статус этого района — «медвежий угол». Респонденты, опрошенные в северной части Полоцкого рынка, в историческом центре и в восточной части Первомайского района, на 10–15 минут увеличивали длительность дороги до данного района города. Примечательно, что горожане, опрошенные в непосредственной близости от объекта, давали также не соответствующую реальности информацию. Это может быть объяснено устойчивым имиджем Марковщины — закрепившимся в умах горожан образом удаленного и труднодоступного района города.

**Завод Витязь** — крупнейшее промышленное предприятие г. Витебск и одно из крупнейших в Республике Беларусь. Оно занимает площадь свыше 185 га, а общее количество выпущенных им телевизионных приемников за все время функционирования предприятия превышает 7 миллионов штук. Большинство респондентов преуменьшали время, за которое можно добраться до данного предприятия. Следует отметить три *зоны «ложной доступности»*: район проспекта Победы и улицы Чкалова на юго-востоке города, пересечение ул. Карла Маркса и 11 ул. Свердлова на севере города, район проспекта Фрунзе и ул. Софьи

Панковой на востоке города. Респонденты, ориентируясь на проспект Фрунзе, путались и, по-видимому, имели неверное представление о местонахождении объекта.

**Завод ВИЗАС** с 1940 года специализируется на выпуске заточного оборудования и на сегодняшний день является единственным в СНГ производителем станков для изготовления и заточки любого режущего инструмента. Объект хорошо известен жителям города. В целом респонденты более или менее точно оценивали затраты временные, необходимые для того, чтобы добраться до этой реперной точки. Лишь в юго-восточной окраине города горожане переоценивают возможность добраться до объекта, а на северо-востоке – недооценивают, значительно «отдаляя» объект.

### **Анализ интегральной когнитивной транспортной доступности**

На основе опросов также была создана интегральная схема когнитивной доступности города Витебск (при построении изохрон, лежащих в основе интегральной схемы, использовались названные респондентами времена в пути до реперных объектов, а время в пути до других точек вычислялось путём интерполяции этих значений). Такие схемы обладают существенно меньшей точностью, чем аналогичные им, построенные по модели ОТ, однако также позволяют сделать некоторые интересные выводы.

Первая схема (рис. 26), показывающая расстояние, которое можно преодолеть за 5 минут, однородна. Сразу можно убедиться, что, начиная движение почти из любой точки, нельзя преодолеть площадь больше 5 квадратных километров. Однако, можно отметить точку на пересечении дорог, в районе остановки «ул. Короткевича» (микрорайон Билево), из которой за фиксированные 5 минут можно выбраться за пределы ареала в 5 квадратных километров. Она может считаться одним из «лидеров» доступности; впоследствии при увеличении времени площадь данной «зоны роста» будет заметно увеличиваться.

С увеличением времени растёт и количество «точек роста». Уже на схеме 10-минутной доступности (рис. 27) можно заметить появление множества «пятен». Естественно, они появляются в центре города (много видов ОТ, множество маршрутов, маршруток, остановок – все эти факторы, видимо, перекрывают в сознании людей отрицательное влияние значительных расстояний, большого количества светофоров, скопления машин и т.п.). Но помимо этого, появляются зоны роста и на окраинах города. Возможно, это связано с тем, что транспорт на периферии ходит хоть и реже, зато быстрее, чем в центре; впрочем, стоит отметить, что данная гипотеза требует дальнейшей проработки и большего количества доказательств.

С дальнейшим увеличением времени проявляются новые «слабые» и «сильные» места. Как и следовало ожидать, продолжает выделяться центр города (Ратуша, Площадь Победы, Площадь Свободы, ж.д. вокзал и автовокзал, Комсомольская), район остановки Билево, и

появляются такие остановки как Медуниверситет, Смоленская, Авиационная, откуда можно уехать на дальнее расстояние. Здесь активно проявляет себя периферия города, из некоторых ее точек (например, из Бороников) добраться за 40 минут можно на такое же расстояние, как от ратуши. Люди понимают, что находятся на окраине города, поэтому за длительный период они точно смогут доехать до любого другого объекта. Как отметила одна из респонденток: «За 40 минут можно проехать из одной части города в другую». Здесь мы предположительно сталкиваемся с эффектом *неэластичности представлений о времени*. Этот эффект заключается в том, что у горожан есть некий «верхний предел», за который, как они считают, можно проехать весь город. При этом этот предел, как правило, ниже, чем реальное максимальное время, которое можно потратить в дороге.

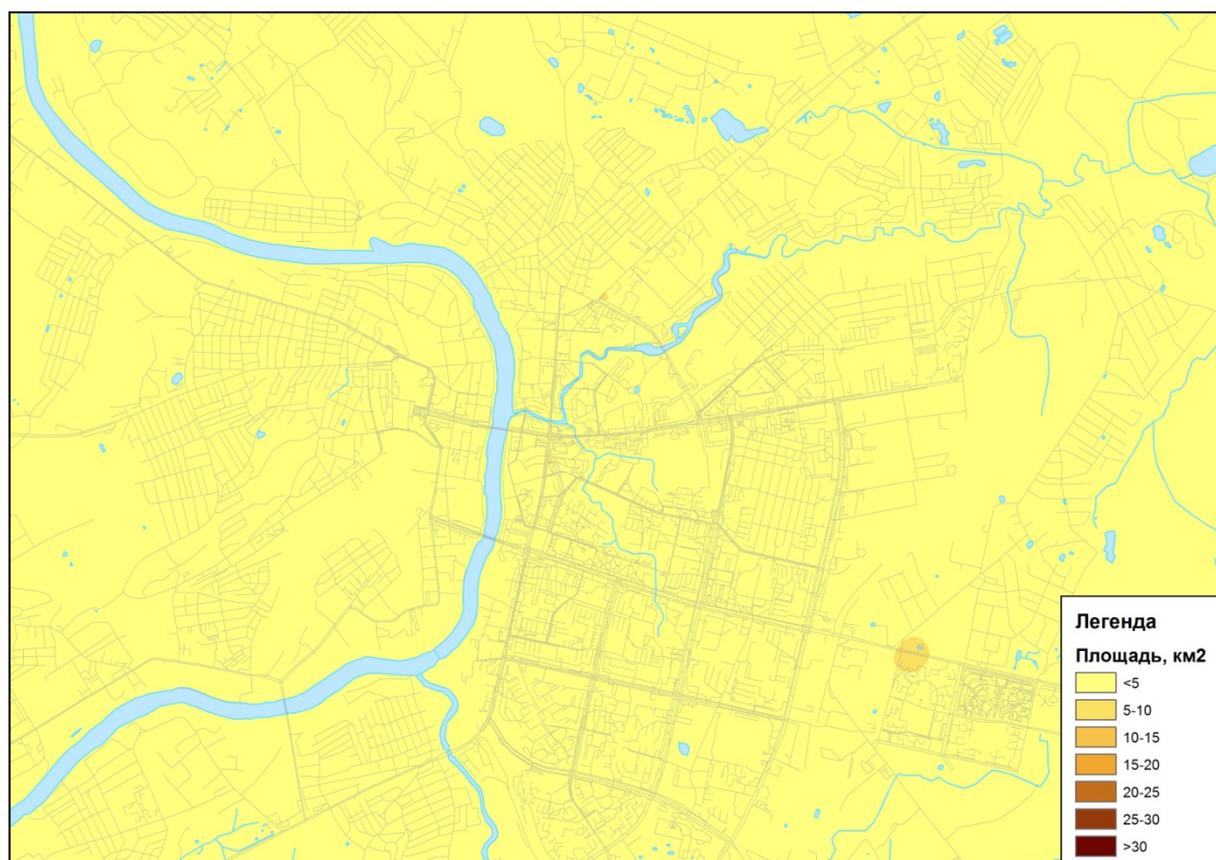


Рис.26. Интегральная когнитивная схема Витебска (5 минут)

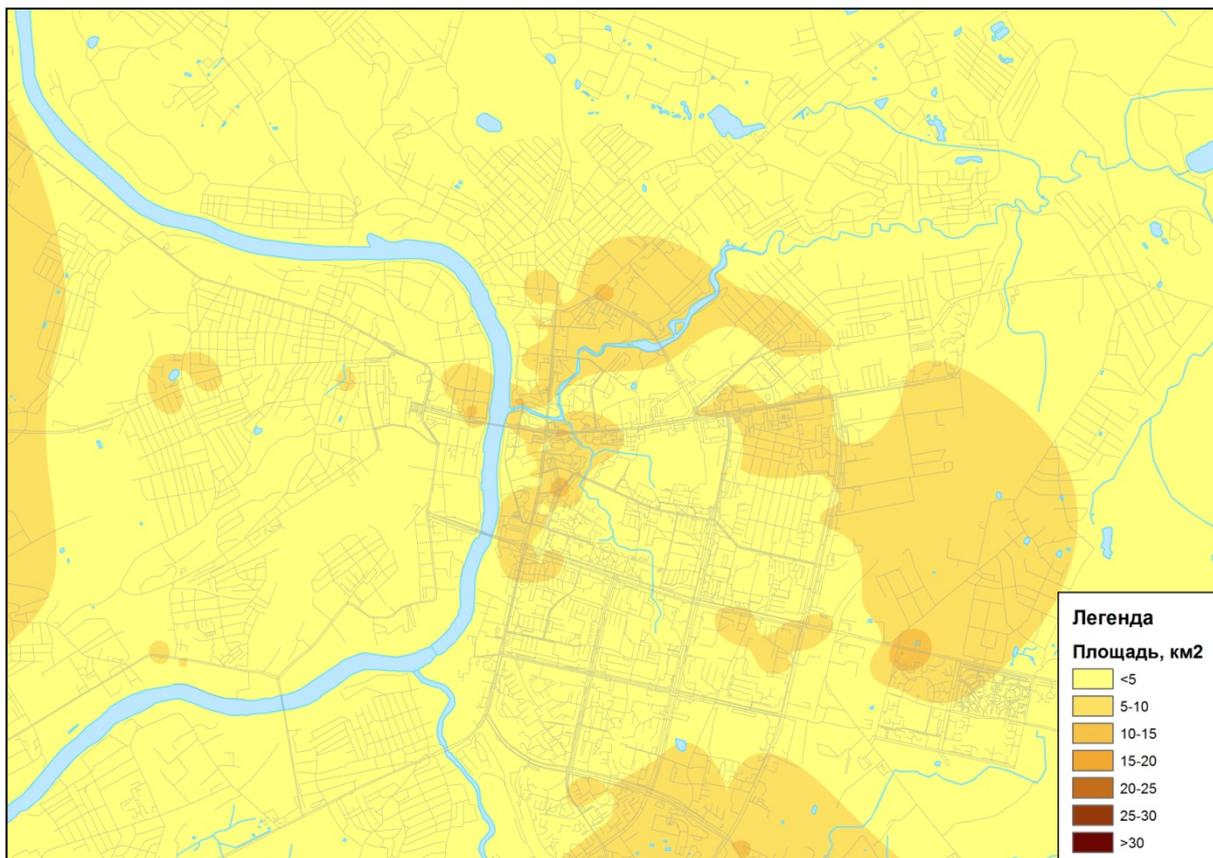


Рис.27. Интегральная когнитивная схема Витебска (10 минут)

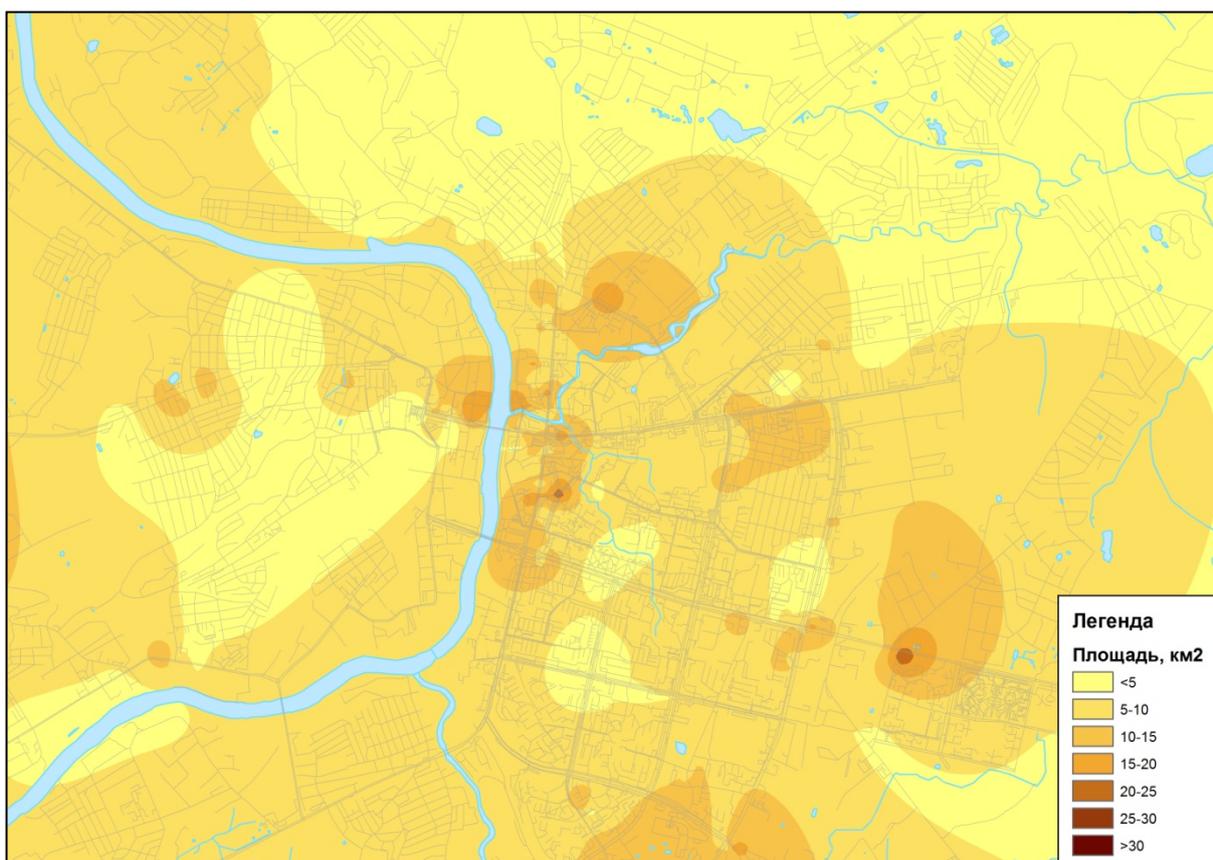


Рис.28. Интегральная когнитивная схема Витебска (15 минут)

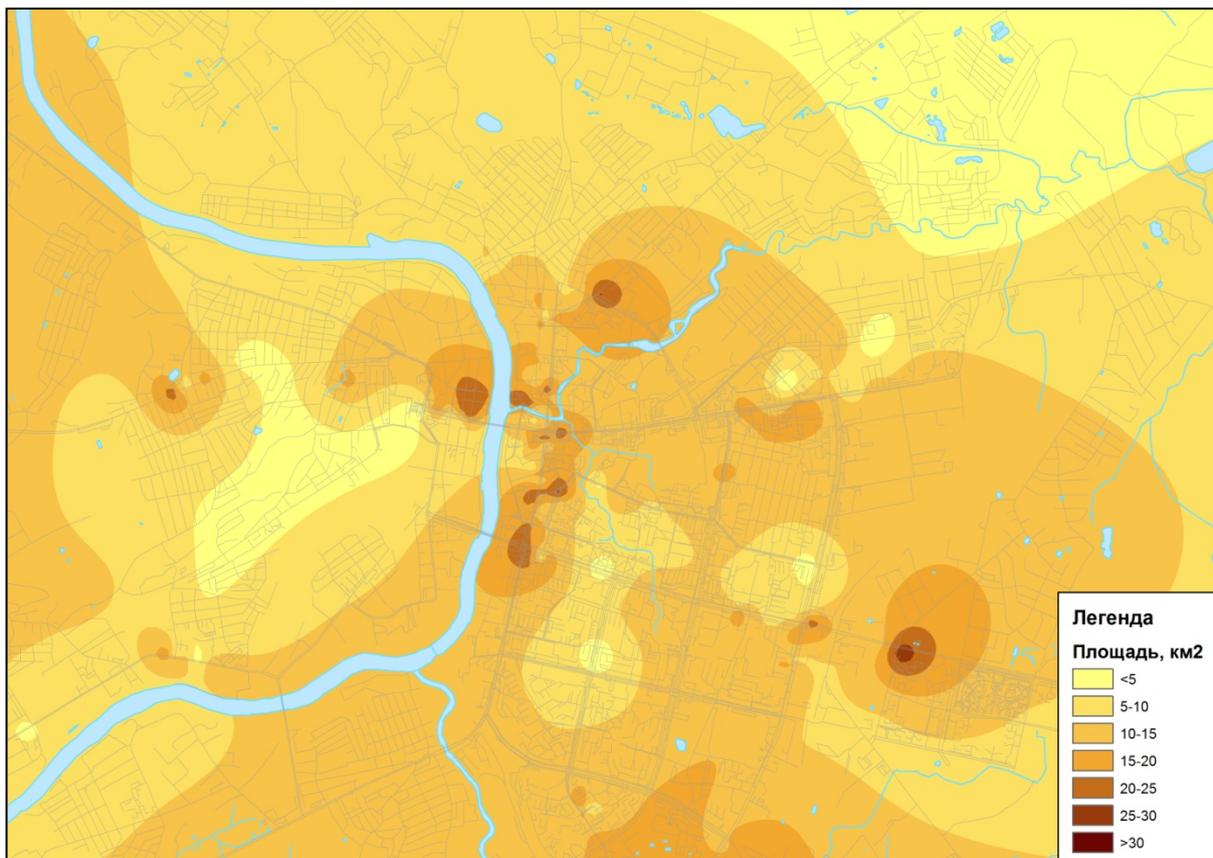


Рис.29. Интегральная когнитивная схема Витебска (20 минут)

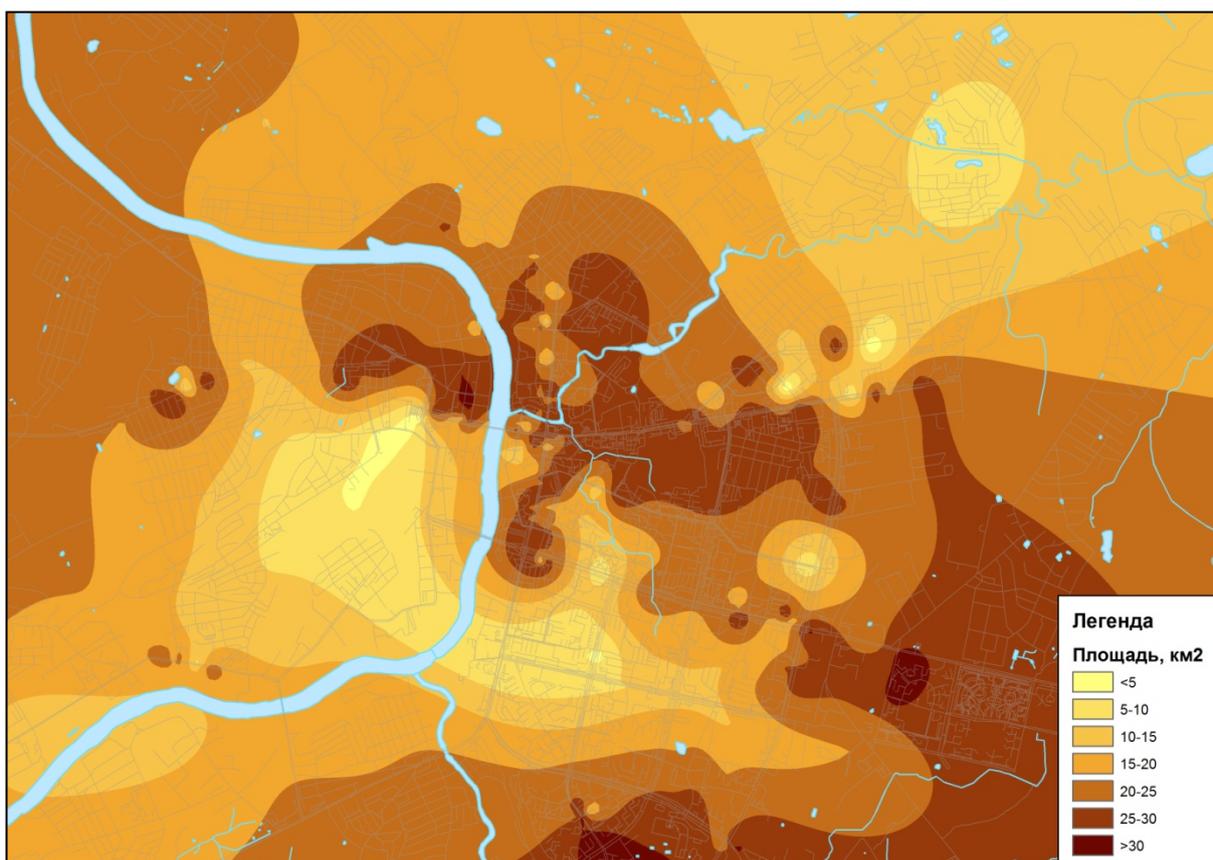
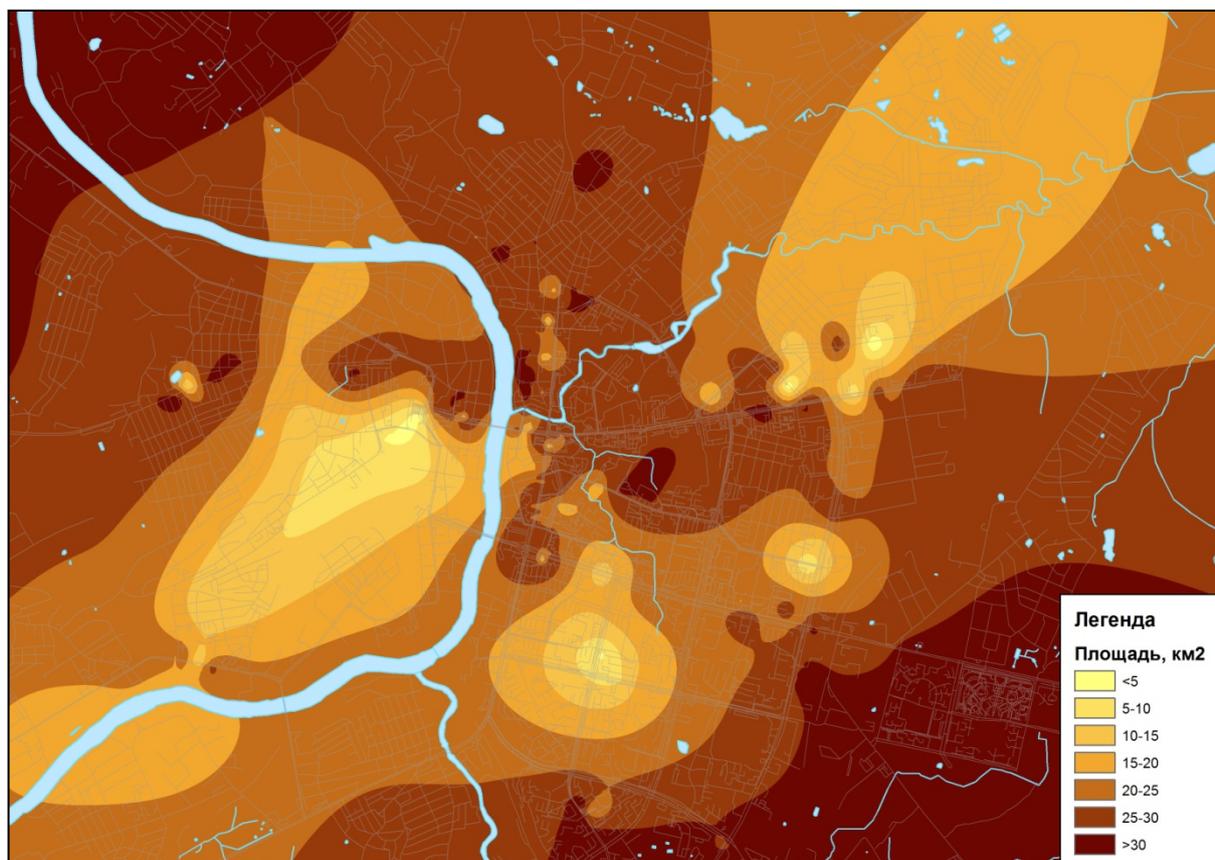


Рис.30. Интегральная когнитивная схема Витебска (40 минут)



*Рис.31. Интегральная когнитивная схема Витебска (60 минут)*

Таким образом, мы можем сделать вывод, что в целом витебчане довольно точно видят картину транспортной доступности города, особенно в центре. Летний Амфитеатр, располагающийся в историческом центре города, ярко иллюстрирует эффект близости. На наш взгляд, этот объект характеризует ряд особых признаков: исторический, географический культурный и прочие; можно сказать даже, что амфитеатр является символом центра, поэтому люди в разных частях/районах города интуитивно «уменьшали» расстояние, тем самым приближая себя к центру города. Это подтверждают данные, полученные на основе анализа серии схем, отражающих степень объективности восприятия горожанами доступности реперных точек. Общей особенностью являются необъективные ответы на окраинах города (оттенки красного на схемах). В этих областях респонденты переоценивают возможность транспорта, тем самым, как правило, «приближая» к себе центр города. Однако есть исключение – район **Марковщины**. Он представляет особый интерес.

Можно сказать, что этот объект «стоит особняком» как в пространстве города, так и в наших логических рассуждениях: в отличие от большинства других реперных точек, которые в большей степени можно считать именно точками, а не площадными объектами, Марковщина — полноценный городской район. Его центр (Пролетарская площадь) расположен в пределах ближайшей к центру города окраины. Этот район маргинализирован в пространстве города, от соседних районов его изолирует причудливая конфигурация железнодорож-

ных путей в сочетании с рекой. Этот факт, а также набор менее значительных особенностей способствовал «отстранению» района и трансформации его образа в «медвежий угол»<sup>3</sup>. Однако несмотря на «неудачное» положение в городском пространстве горожане так или иначе с определенной периодичностью выбирают сюда, так как именно здесь находится Витебская городская центральная клиническая больница.

На интегральной схеме когнитивной транспортной доступности районов города Марковщина выделяется как зона малой транспортной доступности (по любой интегральной опросной схеме начиная с заданного «времени доезда» в 15 минут видно, что район выделяется на общегородском фоне), из которой трудно выбраться, по восприятию горожан, даже за час. Учитывая этот факт, удивительным обстоятельством кажется несоответствие фактической транспортной доступности: в действительности, за 30 минут отсюда можно добраться как минимум до такого крупного транспортного узла как вокзал. В данном случае, мы видим, что для того, чтобы улучшить когнитивную транспортную доступность района нам нет нужды в запуске дополнительных маршрутов ОТ. Важнее в данном случае «прорекламировать» данную территорию горожанам. Таким образом, различия в когнитивной и фактической транспортной доступности могут потенциально дать нам предварительное районирование города, которое в последствии может лечь в основу брендинга территории.

На основе анализа полученных схем мы можем представить, как трансформируется физический город в умах местных жителей. Мы видим довольно «связанный» и доступный город по диагонали: с северо-запада на юго-восток, и включая весь юг; вместе с тем - крупные ментальные «ямы» на северо-востоке и юго-западе. Чем обусловлена такая конфигурация когнитивной доступности городского пространства, мы сможем сказать лишь подробно сопоставив эту схему с интегральной схемой фактической доступности Витебска. Тем не менее, уже эти данные можно использовать при выборе расположения сетевых магазинов, кафе, салонов и прочих мест предоставления услуг. Методика составления и анализа подобных схем кажется нам подходящей для модернизации городского планирования; она может служить для выявления того, над имиджем каких районов нужно работать (Марковщина), где нужно добавлять маршруты ОТ или менять конфигурацию транспортных сетей и т. д.

---

3

В дореволюционное время здесь начинал формироваться промышленный район - этому поспособствовало строительство льнопрядильной фабрики «Двина» им. Л.М. Кагановича, и возникновение рабочего поселка при ней. Довольно перспективное положение с точки зрения транспорта, впрочем, не оправдало ожиданий, и развитие инфраструктуры в достаточной мере не удалось.

## Сопоставление интегральных схем фактической и когнитивной транспортной доступности

Нами были построены два типа интегральных схем. Схемы первого типа — интегральные схемы фактической доступности, построенные на основе точных данных скорости прохождения общественным транспортом своего маршрута. Аналогичная операция произведена по данным опросов и составляет серию схем интегральной когнитивной доступности, (точно так же, по  $n$  от 5 до 60 минут). Рассмотрим динамику, отраженную отдельно в каждой из серий схем, затем проведем сопоставление.

Начнем с интегральных схем фактической транспортной доступности. На примере схемы 25-минутной доступности дадим смысловую интерпретацию. В каждой точке цвет отражает, насколько велик для нее «полигон доступности» при заданном времени  $n$ . Например, из областей наиболее интенсивного кофейно-коричневого цвета можно за предоставленное время (в данном случае, за 25 минут) переместиться в пределах ареала площадью более 30 километров (условная окружность диаметра 3,1 км). Назовем ареалы такого типа полигонами максимальной транспортной доступности (МТД).

При рассмотрении серии схем по градиенту увеличения заданного времени  $n$  (времени в пути) мы отмечаем постепенный рост площади полигонов максимальной доступности. За пять минут, учитывая заложенное время ожидания ОТ, можно переместиться сравнительно недалеко, в пределах условного полигона доступности площадью не более 5 квадратных километров (окружность радиуса около 1,3 км).

Вернемся к рассмотрению тренда, заметного на серии схем фактической транспортной доступности. Чрезвычайно интересным представляется то, как при увеличении заданного времени помимо площади меняется и конфигурация полигонов максимальной доступности. Видно, что при увеличении времени  $n$  она «растет» сначала крупными транспортными узлами — «хабами» (см. схему при  $n=20$ ), а затем распространяется линейно — по транспортным артериям города. При этом на концах радиуса образуются новые точечные ареалы, приуроченные, в основном, к остановкам, где можно сделать пересадку на 1-2 других маршрута. Зачастую при этом конечные станции, общие для многих маршрутов, выражены более ярко.

Перейдем к анализу интегральных схем когнитивной транспортной доступности. С технической точки зрения, их отличие состоит в том, что, если для «фактических» схем полигоны транспортной доступности были рассчитаны с математической точностью в каждой точке поля, то «когнитивные» — построены по отдельным точкам, в которых проводились опросы, и поле транспортной доступности рассчитано путем интерполяции значений времени в пути, названных респондентами в этих точках. Рассмотрим, как трансформируется поле

транспортной доступности (ТД) с увеличением заданного времени  $n$ ; максимальные его значения назовем ареалами максимальной транспортной доступности (МТД). При минимальных значениях ( $n=5$ ) городское пространство практически гомогенно по ТД, площадь условных полигонов доступности во всех точках поля не превышает 5 квадратных километров за исключением совсем небольшой области на юго-востоке города (район Билево; эта область примерно приурочена к остановке ОТ «ул. Короткевича»). Отметим, в сравнении с серией «фактических» схем, что на них при значении  $n=5$  пространство города было абсолютно гомогенным по значению поля транспортной доступности менее 5 кв. км., а первые ареалы с большим значением, аналогичные окрестностям «ул. Короткевича», появились на схеме  $n=10$ , причем в другой части города — на Северо-Востоке, в районе завода ВИЗАС и троллейбусного парка.

Тем не менее, с увеличением заданного  $n$  (времени в пути) на схемах когнитивной доступности видно, что можно провести аналогию с «фактическими» схемами; по особенностям трансформации ареала «максимальной доступности» — т. е., областей, которые выделяются среди окружения большей площадью условного полигона МТД. Уже к значению  $n=15$  на когнитивных схемах появляются подобные же доминирующие транспортные узлы-хабы, хотя «выбранные» населением приоритетные хабы не всегда совпадают с объективной реальностью, отраженной на фактических схемах. Иными словами, при малых значениях  $n$  полигоны транспортной доступности на когнитивной схеме растут по тем точкам, которые люди считают «хабами» (см. схемы для  $n=15$  и  $n=20$ ). Затем, примерно на значении  $n=25$ , — начинает доминировать периферия. Это можно сравнить с тем, что мы наблюдаем на фактических схемах (хорошо просматривается на схемах  $n=40$  — на юго-востоке и  $n=50$  на северо-западе). Вместе с тем, интересно отметить, что конфигурация полигонов максимальной доступности на фактических и когнитивных схемах значительно различается, причем с технической точки зрения нет оснований связывать это только с неизбежными при интерполяции опросных данных погрешностями. Рассмотрим подробнее этот сюжет.

Если на схемах фактической транспортной доступности, как мы показали выше, ареал МТД полностью повторяет конфигурацию транспортных узлов и артерий города, постепенно «разрастаясь» от центра к периферии и соединяясь с периферийными локальными хабами, то на когнитивных схемах ситуация несколько иная. Во-первых, горожане принимают во внимание не все фактически существующие транспортные узлы, но только избранные. Например, уже начиная со значения  $n=20$  на когнитивных схемах доминируют области, приуроченные к вокзалу, Смоленскому рынку, Драмтеатру, Ратуше, Билево («ул. Короткевича»), значение которых как хабов подтверждается фактическими схемами. Начиная с  $n=35$  к ним добавляется Полоцкий рынок, вместе с тем, ареал максимальной транспортной доступности

постепенно «разрастается» вокруг этих первоначальных фокусных точек. Начиная с схемы  $n=40$ , очевидно большое значение приобретает периферия, однако в данном случае трансформация ареала происходит, в отличие от фактических схем, не по сетке городских улиц, приобретая довольно причудливые формы. Ниже приведена гипотеза, поясняющая природу этого явления.

Необходимо отметить, что, в отличие от схем фактической доступности, на схемах когнитивной доступности ареал МТД не образует закономерного «единого массива», а имеет в своем предельном значении (например, на схеме  $n=60$ ) довольно причудливую конфигурацию. Это, вне всякого сомнения, нужно связывать с различиями в восприятии пространства среди опрошенных. Специфика данных, по которым построена схема, заведомо предполагает деформацию отображенных ареалов МТД. Другими словами, если отдельный житель города, участвовавший в опросах, видит город по-своему, «странно», исходя из индивидуального опыта, то при создании интегральной схемы по ответам многих респондентов, субъективизм и «странности» суммируются. Таким образом, в том случае, когда при проведении опросов в одной и той же точке встречалась «чересполосица» ответов-мнений, ареалы МТД выглядят фрагментарными, неоднородными. В тех же областях, где опрошенные оказывались относительно солидарны, ареал МТД «заполнялся» равномерно, причем при более-менее адекватной оценке горожанами время затрат на преодоления пространства оказывался сопоставимо с измеренным реальным временем в пути, отраженным на аналогичной фактической схеме.

Подробное рассмотрение динамики конфигурации ареала МТД на «опросных» схемах выявляет, что у жителей при оценке доступности городского пространства встречаются, по всей видимости, несколько подходов к оценке транспортной доступности территорий. Назовем их условно — фокусная, линейная и районная, при которых, соответственно, люди воспринимают ТД через транспортные узлы-хабы (фокусная), сетку городских улиц (линейная) или через гомогенные по доступности в восприятии людей ареалы (районная). На схеме когнитивной транспортной доступности при  $n=25$  можно наблюдать примеры для всех трех типов восприятия ТД. Пример линейного восприятия — один из ареалов высокой транспортной доступности, приуроченный к Улице Ленина (центральному участку главной меридиональной транспортной артерии города). Наиболее ярким примером фокусного ареала восприятия ТД является вокзал; наконец, районный тип восприятия отражается в широком «захвате» приуроченных к хамам окрестностей, которые, по всей видимости, жители склонны воспринимать как гомогенные по Транспортной доступности районы.

## Заключение

Построенная модель ОТ г. Витебск и собранная в результате экспедиции информация позволяют решать, помимо упомянутых в отчёте, следующие задачи:

1. Оценка обеспеченности города транспортом для целей городского планирования;
2. Районирование города по транспортной доступности;
3. Исследование особенностей городского пространства, детерминированных степенью обеспеченности транспортом;
4. Создание сервиса маршрутизации (например, веб-приложения) для расчёта маршрутов поездок внутри г. Витебск с использованием ОТ.

В действительности, упомянутый выше сервис маршрутизации является ключевым для решения всех прочих задач. Ценность проведённой работы состоит в том, что, с одной стороны, она предоставляет методические основы для сбора информации, позволяющей реализовать такой сервис маршрутизации, а с другой стороны — демонстрирует возможности анализа и дальнейших географических исследований, которые даёт наличие такого сервиса.

Помимо своих утилитарных функций, созданная в процессе исследования методика открывает простор для теоретизирования на тему городского развития в целом и, будучи совмещенной с другими методами (в нашем случае, с изучением когнитивной транспортной доступности методом опросов населения), может давать дополнительные измерения для анализа. Сравнение фактической и когнитивной транспортной доступности районов г. Витебска позволило выйти на несколько интересных обобщений, связанных с восприятием пространства города его жителями. Так, в частности, были выявлены различия в восприятии городского пространства в зависимости от гендерной и социальной принадлежности. Это, на наш взгляд - одно из наиболее перспективных направлений исследования потребления горожанами городского пространства; подобные сюжеты могут и должны стать основой для дальнейших изысканий. Особенности восприятия города различными социальными группами, по сути, «расщепляют» этот город на разные реальности. Нужно признать, впрочем, что такой вывод ставит больше вопросов, чем дает ответов, так как процесс градорегулирования в условиях подобного «расщепленного города» становится весьма нетривиальной задачей.

Другой закономерностью, выявленной в процессе анализа особенностей восприятия пространства, стал эффект близости, который заключается в том, что, чем чаще горожане взаимодействуют с какой-либо центральной территорией, тем она для них кажется ближе в пространстве города. Этот эффект лучше всего проявляется на примере Летнего амфитеатра.

Обратная закономерность наблюдается в случае с районом Марковщина, транспортная доступность которого сильно недооценена горожанами. Данный район представляется

классическим «медвежьим углом», для улучшения транспортной доступности которого необходимо изменять его имидж, а не фактическое наполнение маршрутами ОТ.

Сравнение интегральных схем когнитивной и фактической доступности позволяет выдвинуть следующую гипотезу, которая на первый взгляд кажется самоочевидной, но тянет за собой ряд логических последствий. Для горожан транспортная доступность складывается не из совокупности улиц и маршрутов, а из совокупности остановок. Одним из логических последствий этого утверждения становится то, что вне зависимости от того, является ли транспорт наземным или подземным, он в равной степени становится для горожанина «нуль-транспортировкой», которая телепортирует его из пункта А в Б. Соответственно, развитие города без увеличения густоты сети остановок не представляется возможным.

Социо-психологические показатели далеко не единственные, которые могут быть сравнимы с фактической транспортной доступностью города. Возможно, также интересно было бы выяснить ее взаимосвязь с экономическими факторами, такими как цена на жилье или городские стратегии ведения бизнеса. Таким образом, представляется, что основным результатом исследования стоит считать именно открытие нового региона географического теоретизирования, а не само это теоретизирование.