

УДК 338.47:914

В.О. Дубовик¹**ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ГОРОДОВ УРУГВАЯ И БОЛИВИИ**

Рассмотрена методика оценки транспортной доступности населенных пунктов с учетом характеристик дорожной сети, физико-географических особенностей и типов населенных пунктов. Она апробирована на примере населенных пунктов Уругвая и Боливии. Выполнен сравнительный анализ транспортной доступности населенных пунктов этих двух стран.

Ключевые слова: транспортная доступность, доступность городов, транспорт, Уругвай, Боливия.

Введение. Для выяснения особенностей экономического и социального развития территории необходимо проанализировать ее транспортную доступность, которая является важнейшим условием развития хозяйства и расселения во всех регионах и странах. Она представляет собой пространственный резерв маневрирования транспортными связями [3], потенциальные возможности взаимодействия территорий через транспортную сеть [5].

Транспортная доступность влияет как на хозяйство, так и на социальную сферу жизни общества. Ее можно рассматривать как совокупность реальных и потенциальных возможностей конкретной территории для социально-экономического развития [1], как источник высвобождения свободного времени, снижения трудности транспортного сообщения между населенными пунктами, роста производительности труда и объемов производства [2, 4].

Постановка проблемы. Западноевропейские и американские исследователи уделяют большое внимание изучению транспортной доступности как фактору, определяющему условия жизни населения [7]. Существует много работ, в которых рассмотрена транспортная доступность территории через сеть общественного транспорта и обосновано ее дальнейшее развитие [6]. Это понятие играет важную роль при разработке программ транспортного развития. Методы оценки транспортной доступности территории в русскоязычной литературе освещены слабо и мало применяются в экономико-географических исследованиях. Выделяются работы отечественного географа В.Н. Бугроменко, который ввел в практику научных исследований методику оценки интегральной транспортной доступности, т.е. вероятности достижения любого пункта территории из любого другого с заданной скоростью или в течение заданного периода времени [1]. Она характеризует транспортно-географическое положение территории и отражает возможность маневрирования транспортными связями для всех ее точек.

Методы оценки транспортной доступности территории разделяются на 6 групп. Топологические методы учитывают сетевые характеристики транспорта. В основе методов оценки пространственного разграничения лежит расчет сложности преодоления пространства, разделяющего начальный и конечный пункты. В качестве меры сложности преодоления пространства можно использовать различные показатели: расстояние по прямой линии, расстояние по транспортной сети, время в пути, транспортные издержки, итоговая стоимость перевозок и т.д. Методы изолиний — наиболее наглядные из всех рассматриваемых. Чаще всего используют изодистанты (линии равных расстояний), изохроны (линии равного времени в пути), изодапаны (линии равных издержек). Методы потенциалов построены на зависимости от веса конечных точек и функции меры преодоления расстояния. Методы инверсионных балансов, в отличие от методов потенциалов, учитывают особенности не только конечных пунктов, но и начальных. Они используются, если необходимо включить в исследование конкуренцию как в спросе (в начальных пунктах), так и в предложении (в конечных пунктах). Пространственно-временные методы основаны на построении для индивидов призм, показывающих, где и когда они потенциально могут оказаться.

Несмотря на множество работ по изучению транспортной доступности, комплексной модели по оценке доступности населенных пунктов с учетом их размера нет.

Первая задача, поставленная при исследованиях, — разработка методики оценки транспортной доступности населенных пунктов с учетом характеристик дорожной сети, природных особенностей и типов населенных пунктов. Вторая задача подразумевает апробацию разработанной модели на примере двух стран с отличающимися природными и социально-экономическими характеристиками. Третья задача — анализ полученных при апробации модели результатов

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра социально-экономической географии зарубежных стран, аспирант; e-mail: dubovik.v@gmail.com

и сравнение транспортной доступности населенных пунктов двух стран — Уругвая и Боливии.

Материалы и методы исследований. Исследование проводилось в программной оболочке ESRI ArcGIS, использованы следующие исходные материалы.

1. *Сеть автомобильных дорог* построена автором по данным космических снимков (Google Earth), электронных карт (Google Maps, Bing Maps, OpenStreet Maps и др.) и карт дорожной сети исследуемых стран. Автомобильные дороги внутри населенных пунктов в исследовании не включены. Железнодорожный и водный транспорт исключены из исследования в связи с ограниченностью их применения для перемещения населения в рассматриваемых странах.

Все автомобильные дороги разделены на 3 группы. К 1-й группе отнесены автодороги с твердым покрытием, включенные национальными атласами автомобильных дорог исследуемых стран в высшую категорию. Предельная скорость движения по дорогам этой группы равна максимальной скорости, разрешенной законодательством конкретной страны. Во 2-ю группу включены автодороги с преобладанием твердого покрытия, но не отнесенные национальными атласами к высшей категории. Для дорог этой группы предельная скорость движения принята равной 2/3 от предельной скорости движения по дорогам 1-й группы. К 3-й группе отнесены автодороги преимущественно с отсутствием твердого покрытия. Предельная скорость движения по дорогам этой группы составляет 30 км/ч.

2. *Преобладающие типы ландшафтов.* Данные получены по космическим снимкам системы Landsat. Всего для рассматриваемых стран выделено более 100 типов ландшафтов. Каждому из них присвоена определенная средняя скорость перемещения пешком, например для низкотравной степи — 3 км/ч, для густого леса в горной местности — 0,2 км/ч.

3. *Уклон рельефа.* Карта уклонов получена путем математических расчетов с орографической карты. Размер уклона сказывается на скорости перемещения по автомобильным дорогам.

4. *Населенные пункты.* Для исследования использованы все поселения, население которых, по данным последней переписи, составляло ≥ 10 тыс. человек. Населенные пункты распределены на 3 группы:

крупные (≥ 250 тыс. человек), средние (50—250 тыс. человек) и небольшие (10—50 тыс. человек). Под эти критерии попало 38 населенных пунктов в Уругвае и 43 в Боливии (табл. 1).

Территория исследуемой страны преобразуется в поверхность, состоящую из множества ячеек — квадратов со стороной 1 км (в соответствии с разрешением карты типов ландшафтов, построенной по данным снимков Landsat). Каждой ячейке присвоена определенная скорость ее пересечения, выраженная в количестве минут, необходимых для преодоления 1 км (мин/км). В случае прохождения через ячейку автомобильной дороги ячейке присваивается атрибут, равный предельной скорости движения по автодороге, скорректированной на уклон местности и переведенной в мин/км. Если через ячейку не проходят автодороги, то в качестве ее атрибута используется скорость пешеходного перемещения через территорию с соответствующим типом ландшафта.

С помощью этой поверхности для каждой ячейки найден наиболее быстрый путь до ближайшего населенного пункта выбранного размера и определена его продолжительность. Для пространственного анализа на основании модели построены карты доступности каждой группы населенных пунктов по численности населения.

Для структуризации информации и получения интегрального рисунка доступности населенных пунктов различных групп с целью получения типов территории осуществлено наложение изохрон. Оно проведено следующим образом:

— если время в пути до ближайшего населенного пункта составляет < 3 ч., то из расчетов для данной ячейки исключаются населенные пункты, до которых нужно ехать ≥ 3 ч., независимо от их группы;

— если время в пути до первого населенного пункта, относящегося к более высокой группе по численности населения, меньше или равно времени до второго населенного пункта, относящегося к менее высокой группе по численности населения, то картографируется время в пути только до первого населенного пункта;

— если время в пути до населенного пункта из более высокой группы по численности населения больше времени до населенного пункта, относящегося

Таблица 1

Распределение населенных пунктов по группам по численности населения

Страна	Население страны, тыс. человек	Крупные населенные пункты (более 250 тыс. человек)				Средние населенные пункты (от 50 до 250 тыс. человек)				Небольшие населенные пункты (от 10 до 50 тыс. человек)			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Уругвай	3286	1	1319	1319	40	8	79	634	19	29	23	672	20
Боливия	10 027	5	861	4307	43	11	124	1366	14	27	22	587	6

Примечания. 1 — число населенных пунктов; 2 — средняя численность населения, тыс. человек; 3 — общая численность населения, тыс. человек; 4 — % от численности населения страны.

к менее высокой группе, то при картографировании учитывается расстояние до нескольких населенных пунктов;

— для удобства работы каждому полученному типу территорий присваивается трехзначный код, показывающий доступность населенных пунктов каждой группы. Порядковый номер знака в коде означает группу населенного пункта, а значение знака — доступность ближайшего населенного пункта данной группы (1 — <1 ч., 2 — 1—2, 3 — 2—3, 4 — 3—4, 0 — >4 ч. или наличие расположенного ближе населенного пункта более высокой группы). Например, код 321 означает, что из любого пункта данного типа территории придется 2—3 ч. добираться до населенного пункта 1-й группы (цифра 3 в коде), 1—2 ч. до населенного пункта 2-й группы (цифра 2 в коде) и <1 ч. до населенного пункта 3-й группы (цифра 1 в коде). Код 000 подразумевает, что доступность любого рассматриваемого населенного пункта на территории указанного типа составляет ≥3 ч.

Для апробации полученной модели и анализа доступности населенных пунктов выбраны две южноамериканские страны-антипода — Уругвай и Боливия,

территории которых различаются как по природным, так и по социально-экономическим характеристикам.

Результаты исследований и их обсуждение. Транспортная сеть *Уругвая* относительно равномерно покрывает всю территорию страны с некоторым увеличением плотности дорожной сети в районе Монтевидео. Населенные пункты довольно равномерно распределены по всей стране с небольшим увеличением их концентрации на приграничных территориях и около столицы.

В Уругвае низка площадь территорий, из которых нельзя добраться до ближайшего населенного пункта с численностью ≥10 тыс. человек меньше чем за 4 ч. Они занимают лишь 7% территории страны (табл. 2).

С 34% территории Уругвая можно добраться до столицы меньше чем за 4 ч. Еще на 54% площади Уругвая транспортная доступность населенных пунктов 2-й группы составляет не более 4 ч. С 5% территории страны можно добраться в течение 4 ч. только до населенных пунктов 3-й группы.

Типы транспортной доступности 020, 030 и 010 (т.е. с этих территорий быстрее всего можно доехать до населенных пунктов 2-й группы, время в пути до города 1-й группы составляет ≥4 ч., а до населенных

Таблица 2

Соотношение ареалов транспортной доступности населенных пунктов Уругвая и Боливии

Код ареала	Время в пути, часы			Уругвай		Боливия	
	до города 1-й группы (от 10 до 50 тыс. человек)	до города 2-й группы (от 50 до 250 тыс. человек)	до города 3-й группы (более 250 тыс. человек)	Площадь ареала, тыс. км ²	Доля от общей площади страны, %	Площадь ареала, тыс. км ²	Доля от общей площади страны, %
100	<1			3,7	2,1	7,0	0,6
2XX	1—2	<1		11,1	6,3	17,1	1,6
3XX	2—3	<1		19,0	10,8	27,3	2,5
4XX	3—4	<1		26,3	14,9	38,9	3,5
	<4			60,0	34,1	90,3	8,2
010		<1		12,4	7,0	4,4	0,4
02X		1—2	<1	33,4	19,0	12,9	1,2
03X		2—3	<1	28,5	16,2	21,9	2,0
04X		3—4	<1	21,3	12,1	34,5	3,1
	>4	<4		95,6	54,2	73,7	6,7
001			<1	0,0	0,0	5,4	0,5
002			1—2	0,6	0,3	13,2	1,2
003			2—3	3,0	1,7	21,8	2,0
004			3—4	5,4	3,1	40,8	3,7
	>4	>4	>4	9,0	5,1	81,3	7,4
000				11,6	6,6	853,4	77,7

Примечание. Полужирным выделены характеристики суммарных ареалов транспортной доступности городов разных групп.

пунктов 3-й группы — ≥ 4 ч. или больше (или равно) времени до населенных пунктов 2-й группы) занимают наибольшую площадь в стране — 17, 10 и 7% соответственно. Типы 400, 410 и 001 в Уругвае отсутствуют.

Рассмотрим размеры зон транспортной доступности населенных пунктов в стране. Под ними будем понимать территорию, с которой можно добраться до рассматриваемого города менее чем за 4 ч. при отсутствии других городов той же или высшей категории, доступность которых равна или выше доступности рассматриваемого города. Соотношение площадей зон транспортной доступности населенных пунктов Уругвая, ограниченных изохронами 1—4 ч., различается в зависимости от групп населенных пунктов. Для Монтевидео чем выше значение изохроны, тем больше площадь, покрываемая зоной транспортной доступности (рис. 1). Для средних и небольших городов наибольшей площадью обладает зона, ограниченная изохронами 1 и 2 ч.

Самыми крупными зонами доступности обладают Монтевидео (34% площади страны), среди средних городов — Мело (22%), Такуарембо (17%) и Пайсанду (16%), среди небольших — Треинта-и-Трес (5%), Дурасно (5%), Флорида (4%) и Артигас (4%); 11 городов не обладают зонами доступности, большинство из них расположено в столичной агломерации.

Транспортная доступность населенных пунктов в Уругвае имеет сравнительно высокие значения. Почти вся территория страны расположена в пределах изохроны 4 ч. пути до ближайшего населенного пункта. Повышенной транспортной доступностью населенных пунктов характеризуются южная часть страны, территория вдоль р. Уругвай и ареал вдоль автомобильных дорог № 3 (Сан-Хосе — Пайсанду — Сальто — Белья-Уньон), 5 (Монтевидео — Дурасно — Такуарембо — Ривера), 8 (Монтевидео — Минас — Треинта-и-Трес — Мело). Низкая транспортная доступность присуща центральным и северным частям страны, где преобладает пастбищное скотоводство.

Боливия покрыта автодорожной сетью неравномерно: плотность дорог выше в юго-западной и центральной частях страны, где сконцентрирована большая часть населения страны. В связи с неравномерностью размещения населенных пунктов и дорожной сети с 78% территории страны нельзя добраться до ближайшего населенного пункта с населением ≥ 10 тыс. человек менее чем за 4 ч. Около 8% площади Боливии обладает транспортной доступностью ≤ 4 ч. до крупных городов, 7% — только до средних городов и только до небольших населенных пунктов.

Здесь наиболее распространены типы транспортной доступности 004, 040 и 400, они занимают 4, 2 и 2% территории соответственно. В связи с неразвитостью дорожной сети и неравномерным распределением городов в стране отсутствуют многие типы транспортной доступности (301, 410, 421, 431, 401, 402, 031, 041).

Распределение площадей зон транспортной доступности населенных пунктов Боливии, ограниченных разными изохронами, имеет следующую закономерность: при уменьшении размера населенного пункта происходит увеличение площади зон доступности, ограниченных большими изохронами, и снижение площади зон доступности, ограниченных меньшими изохронами. Для крупных городов 41% площади зоны доступности расположен между изохронами 1 и 2 ч., для средних и небольших городов около половины площади — между изохронами 3 и 4 ч.

Самой большой зоной доступности обладает г. Оруро, относящийся к группе средних городов (1,4% площади страны). Из крупных городов наибольшие зоны доступности у городов Санта-Крус-де-ла-Сьерра (1,0%), Сукре (0,9%), из средних городов (помимо Оруро) — Монтеро (1,2%) и Тринидад (1,0%), из небольших населенных пунктов — Уюни (1,1%), Камири (0,8%) и Веласко (0,7%).

В связи с большой расчлененностью рельефа и низкими значениями густоты автомобильных дорог и распределения населения рисунок ареалов доступности населенных пунктов Боливии имеет очаговый характер. Можно выделить два основных ареала повышенной транспортной доступности — территорию вокруг г. Санта-Крус-де-ла-Сьерра и ареал, протянувшийся от городов Ла-Пас, Оруро и Кочабамба вдоль автодорог до границы с Аргентиной (рис. 2). Транспортная доступность населенных пунктов на оставшейся части территории Боливии низка и повышается только вокруг населенных пунктов, не образуя крупных ареалов.

Выводы:

— разработана методика оценки транспортной доступности населенных пунктов с учетом характеристик дорожной сети, природных особенностей и типов населенных пунктов, которая относится к группе методов изолиний. Методика апробирована на примере двух стран-антиподов с разными физико-географическими и социально-экономическими условиями — Уругвая и Боливии. Результаты апробации показали, что ее можно использовать для исследований транспортной доступности. К ее преимуществам можно отнести высокую наглядность, автоматизацию расчета программными средствами ArcGIS, возможность сравнения территорий на основе картографического материала. Недостатками методики являются субъективность при выборе градаций (время в пути, размер населенных пунктов), отсутствие дифференциации показателя транспортной доступности территории, расположенной между соседними изохронами;

— в результате сравнительного анализа транспортной доступности населенных пунктов Уругвая и Боливии установлены следующие различия: 1) несмотря на то что площадь Уругвая меньше площади Боливии в 6 раз, протяженность автомобильных дорог в Уругвае почти в 5 раз больше, чем в Боливии. Тер-

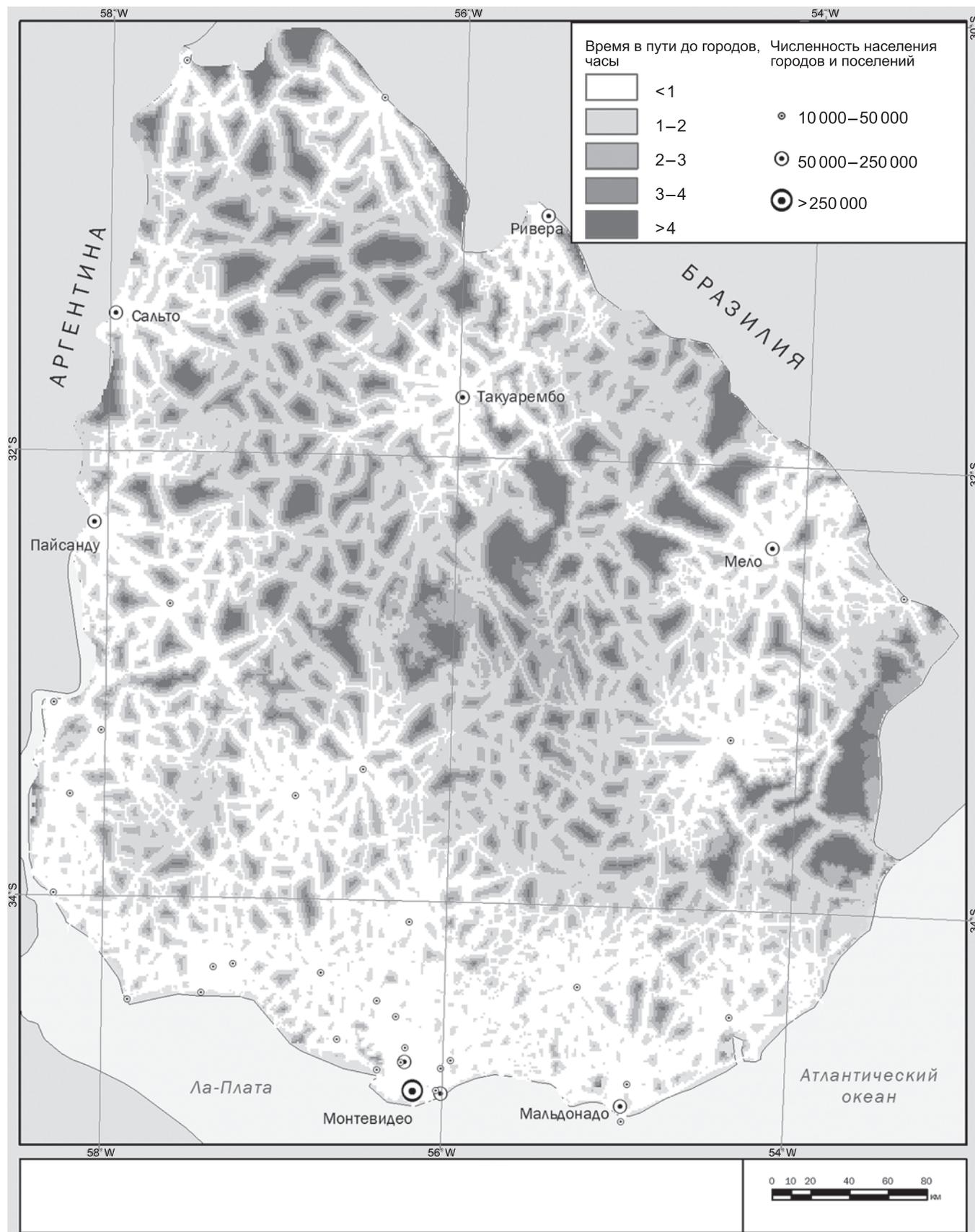


Рис. 1. Схема транспортной доступности городов Уругвая с населением ≥ 10 тыс. человек. Составлена автором

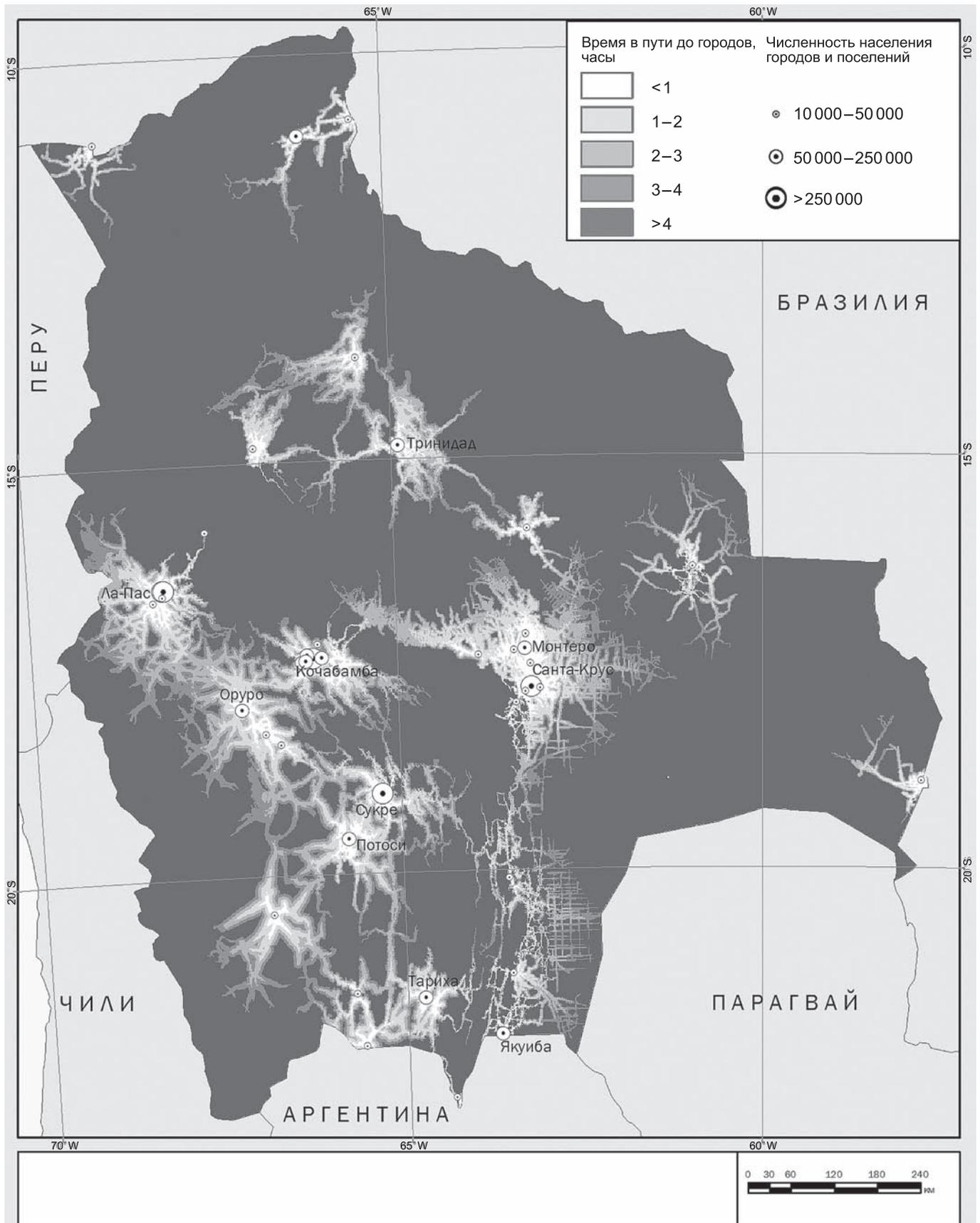


Рис. 2. Схема транспортной доступности городов Боливии с населением ≥ 10 тыс. человек. Составлена автором

ритория Уругвая покрыта автомобильными дорогами более плотно и равномерно, в связи с чем ареалы транспортной доступности имеют большую площадь и связность; 2) Уругвай развивался как страна, прежде всего ориентированная вовне. В связи с этим наибольшая транспортная доступность характерна для прибрежных и приграничных территорий. Отсутствие выхода к морю затрудняет связи Боливии с внешним миром. Самый высокий уровень транспортной доступности в Боливии характерен для центральной части страны. Крайние территории обладают низким уровнем транспортной доступности населенных пунктов, исключение — юго-западная часть границы Боливии, которая разрезает трансграничные ареалы проживания коренного индейского населения и сложившиеся в них связи; 3) на рисунке ареалов транспортной доступности населенных пунктов в Уругвае прослеживается зональность (рис. 1), в то время как в Боливии — очаговость (рис. 2). Доля территории с транспортной доступностью населенных пунктов, превосходящей 4 ч., в Уругвае значительно ниже, чем в Боливии (7 и 78% соответственно). Это связано с более равномерным покрытием дорожной сетью и городами территории Уругвая, чем территории Боливии. В Уругвае соотношение площадей территорий

с различной транспортной доступностью смещено в сторону территорий с более высокой доступностью, а в Боливии — с более низкой; 4) наибольшей транспортной доступностью в Уругвае обладают средние города (с 54% территории до них можно доехать в течение 4 ч. при отсутствии более крупных городов, расположенных ближе). Для 5% площади страны в пределах 4 ч. езды находятся только небольшие населенные пункты. В связи с очаговым характером транспортной доступности городов Боливии для населенных пунктов разных групп она примерно равна (7—8%); 5) в связи с большей густотой дорожной сети и плотностью населенных пунктов в Уругвае возникает значительно больше типов транспортной доступности путем пересечения ареалов доступности городов разных групп, чем в Боливии. Из 35 выделенных типов в Уругвае представлено 32, а в Боливии — 27;

— разработанную методику можно применять для анализа и сравнения транспортной доступности разных стран. Кроме того, на основе результатов, полученных при применении методики, можно анализировать распределение разнообразных объектов и изменения социально-экономических показателей на территориях с различными типами транспортной доступности населенных пунктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугроменко В.Н. Транспорт в территориальных системах. М.: Наука, 1987.
2. Дидерихс Ф.Ф. Об особенностях оценки городских территорий // Экономические проблемы оптимизации природопользования. М.: Наука, 1973. С. 144—150.
3. Тархов С.А., Семина И.А. География транспорта как отраслевая географическая наука // Актуальные проблемы географии и геоэкологии. 2009. № 1(5). С. 93—104.
4. Якшин А.М., Говоренкова Г.М., Стрельников А.И. Граф-аналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании. М.: Стройиздат, 1979.

5. Hansen W.G. How accessibility shapes land-use // J. Am. Inst. Planners. 1959. Vol. 25. P. 73—76.
6. Murray A., Wu X. Accessibility tradeoffs in public transit planning // J. Geograph. Systems. 2003. Vol. 5(1). P. 93—108.
7. Wachs M., Kumagai T.G. Physical accessibility as a social indicator // Socio-Economic Planning Sci. 1973. Vol. 6. P. 437—456.

Поступила в редакцию
20.07.2012

V.O. Dubovik

EVALUATION OF TRANSPORT ACCESSIBILITY OF URUGUAYAN AND BOLIVIAN TOWNS

Evaluation of transport accessibility of settlements with account of the road network parameters, physiographic features and the type of settlement is discussed. The method was tested for the settlements of Uruguay and Bolivia. Transport accessibility of the settlements was comparatively analyzed for these countries.

Key words: transport accessibility, accessibility of towns, transport, Uruguay, Bolivia.