



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 656.1

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2024-22-5-3>

Классификация методов оценки транспортной доступности

**Иван Юрьевич Козельский**

Российский университет транспорта, Москва, Россия.

РИНЦ SPIN-код: 5820-0474; РИНЦ AuthorID: 1292694.

✉ ivankozelskiy@gmail.com.

Иван КОЗЕЛЬСКИЙ

АННОТАЦИЯ

В течение всего периода развития современной цивилизации транспорт является одной из составляющих социально-экономического развития государства. В свою очередь одним из наиболее важных критериев развития транспортных систем является транспортная доступность.

Настоящая статья посвящена рассмотрению существующих методов оценки транспортной доступности, используемых как в инженерно-градостроительной, так и в географической науках.

В качестве базы для подготовки статьи использованы отечественные и зарубежные источники, рассматривающие подходы к определению транспортной доступности и различающиеся степенью сложности расчетов и возможностью

дальнейшего использования полученных результатов. Транспортная доступность в рамках статьи рассматривается с позиции обеспеченности территории транспортом и возможности достижения определенного множества точек за определенное время, не затрагивая вопросы ценовой доступности или доступности для маломобильных групп населения.

В статье приведены существующие основные методы оценки транспортной доступности, описаны их преимущества и недостатки, а также, на основании таких методов как классификация и обобщение, предложена группировка методов оценки, которая позволяет выбирать метод, основываясь как на его преимуществах и недостатках, так и на существующих в рамках задачи ограничениях.

Ключевые слова: транспортная доступность, изохроны транспортной доступности, время поездки, морфология транспортной сети, графоаналитический метод, классификация методов транспортной доступности.

Для цитирования: Козельский И. Ю. Классификация методов оценки транспортной доступности // Мир транспорта. 2024. Т. 22. № 5 (114). С. 16–24. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2024-22-5-3>.

Полный текст статьи в переводе на английский язык публикуется во второй части данного выпуска.
English translation of the full text of the article is published in the second part of the issue.

ВВЕДЕНИЕ

Для транспортной системы Российской Федерации на федеральном, региональном и муниципальном уровнях характерны задачи обеспечения транспортной доступности для населения и субъектов экономической деятельности, в особенности для отдаленных районов [1]. При этом недостаточная транспортная доступность является следствием ряда факторов, встречающихся в субъектах Российской Федерации в различных сочетаниях, в том числе: значительной площади территории, низкой плотности населения, природно-климатических условий, расположения производственных и добывающих предприятий. Вместе с тем транспортная доступность оказывает наибольшее влияние на расстояние, которое необходимо преодолеть, что, как и скорость в пути, оказывает влияние на время поездки. В свою очередь время в пути оказывает влияние на все социально-экономические аспекты в обществе, начиная со стоимости товаров и услуг [2; 3] и заканчивая комфортом пользователей транспортной системы [4].

К примеру, в рамках статьи «Особенности и величина транспортной составляющей в конечной цене сырьевых товаров Сибирского федерального округа» Е. Е. Савченко отображает наличие и важность транспортного аспекта при формировании стоимости товара на примере угля, нефтеналивных грузов, черных металлов и лесной продукции [2]. В свою очередь, в статье «Оценка влияния транспортной доступности на цены недвижимости», А. С. Сидоровых на примере рынка жилой недвижимости в Перми продемонстрировал влияние показателей транспортной доступности и обеспеченности на стоимость жилья [3]. А. С. Шпак рассматривал состояние транспортной доступности для населения регионов Дальневосточного федерального округа. В рамках исследования были выделены индикаторы уровня доступности и качества транспортных услуг, в числе которых приведен индикатор среднего времени тран-

портной доступности, что подчеркивает их взаимосвязь [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В числе широко используемых методов оценки можно выделить метод матрицы расстояний. Метод позволяет оценивать расстояния на каждом виде транспорта между любыми наборами точек. Пример матрицы расстояний приведен в таблице 1.

Метод отличается своей простотой и наглядностью, но одновременно с этим содержит ряд существенных недостатков. В первую очередь метод не характеризует дорожную сеть и не позволяет оценить степень доступности, он отражает факт ее наличия или отсутствия.

Также метод некорректно использовать при оценке доступности больших по площади территорий, например, регионов в целом или территорий с несколькими точками притяжений, например, регионов с несколькими зонами экономической активности. Данная проблема и вопрос использования матриц применительно к экономическим исследованиям отражены в статье К. Н. Сальникова и А. Ю. Филатова «Матрица расстояний между российскими регионами и ее использование в экономическом анализе» [5], в которой также предложены возможные варианты решения проблемы.

Несмотря на наличие недостатков данный метод является не трудозатратным и наглядным, а также может быть преобразован применительно к особенностям задач. Так, матрица расстояний может представлять собой не только расстояние по воздушным линиям, но и расстояние по дорожной сети или время поездки между определенными географическими точками, что позволяет значительно более точно учитывать необходимые на перевозку пассажиров и грузов ресурсы.

Матрицы расстояний, представленные в форме времени поездки, представлены в методике оценки транспортной доступности регионов Российской Федерации в исследо-

Таблица 1

Пример матрицы расстояний (воздушная линия)

Населенный пункт	Москва	Тверь	...	Ярославль
Москва	-	160	...	250
Тверь	160	-	...	250
...	...	...	...	...
Ярославль	250	250	...	-



вании П. А. Лавриенко, А. А. Ромашиной, П. С. Степанова и П. А. Чистякова «Транспортная доступность как индикатор развития региона» [6]. Авторами предлагается методика оценки, включающая пять этапов:

- определение времени в пути, на котором формируются матрицы, содержащие информацию о времени поездки между регионами;
- определение стоимости проезда, на котором производится расчет совокупных транспортных расходов для каждого вида транспорта;
- определение соотношения видов транспорта, на данном этапе оценивается доля использования различных видов транспорта;
- расчет стоимости времени в пути, на данном этапе оценивается величина косвенных расходов, представляющая собой время в пути, выраженная в монетизируемом виде;
- расчет интегрального показателя, учитывающего население региона и совокупные, прямые и косвенные, транспортные затраты. Интегральный показатель предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$Accessibility_j = \sum_k \frac{m_k}{TotalCost_{j-k}}, \quad (1)$$

где $Accessibility_j$ – интегральная транспортная доступность; m_k – численность населения региона k ; $TotalCost_{j-k}$ – совокупные транспортные расходы для проезда между регионами j и k .

Используя вышеуказанную методику, авторы [6] выполнили оценку транспортной доступности для регионов Российской Федерации. Важно отметить, что методика позволяет выполнять оценку не только для регионов, но и для городов, и, при определенных модификациях, для территории в пределах городов. Одновременно с этим отметим, что приведенная методика позволяет дать интегральную оценку транспортной доступности, но не характеризует транспортную сеть, не содержит шкалы нормирования, а также требует косвенного учета влияния различных факторов социально-экономического или пространственного развития, оказывающих влияние на рейтинг, но не относящихся к транспортной системе напрямую.

В числе показателей одним из наиболее часто встречающихся является показатель плотности или густоты транспортной сети, представляющий собой отношение протяженности сети и площади территории:

$$P = L/S, \quad (2)$$

где L – протяженность транспортной сети, км; S – площадь рассматриваемой территории, км².

Важно отметить, что показатель широко используется в трудах, направленных на оценку транспортной доступности и транспортной обеспеченности, но при этом показатели транспортной доступности и транспортной обеспеченности не являются одинаковыми, хотя, при низкой плотности дорожной сети, могут считаться тождественными, так как при плотности, стремящейся к нулю, невозможно утверждать о наличии всех необходимых транспортных связей.

Использование плотности или густоты сети в качестве показателей доступности можно встретить в упоминаемом исследовании А. С. Шпака [4], а также в трудах британских географов П. Хэггетта и Р. Чорли. В [7] рассматриваются различные сети и утверждается, что сети, в том числе транспортные, можно рассматривать, отталкиваясь как от густоты сети, так и от ее геометрической структуры. Таким образом, авторы обращают внимание на тот факт, что без анализа геометрической структуры теряется часть информации, несмотря на то, что густота как показатель способна дать некоторое представление о сети.

Необходимость дополнительного учета геометрической структуры является ключевым недостатком данного показателя. При его использовании в качестве единственного показателя оценки результат может быть недостоверен. В качестве примера могут выступать городские районы, особенно районы с индивидуальной жилой застройкой, отделенные от территории города естественными или искусственными преградами (река, железнодорожные пути и пр.). Плотность сети в рассматриваемом районе может быть выше, чем в целом по городу, но наличие преград осложняет обеспечение доступности территории, ограничивая ее одним или двумя подъездами, что может являться не достаточным.

Отдельно необходимо отметить проблему нормирования плотности. В действующих редакциях нормативно-технических документов параметры нормирования отсутствуют, а проблема решается либо введением производных показателей, например, показателя относительной пропускной способности, представляющего собой отношение входной мощности магистралей к площади централь-

ной части города [8], либо введением оценочных показателей без приведения достаточной доказательной базы [9].

В то же время расчет плотности дорожной сети не является трудозатратным и может быть основан на данных, собираемых службой государственной статистики, что делает их в достаточной степени надежными.

Например, подход, отражающий необходимость определенной плотности магистральной дорожной сети, определяемой как отношение протяженности магистральных улиц к площади рассматриваемого района, отражен в учебнике Е. М. Лобанова «Транспортная планировка городов»¹, в котором он приводит значения плотности дорожной сети для центральных, периферийных, промышленных и лесопарковых районов, при которых транспортная доступность, при определенной нагрузке улично-дорожной сети, будет обеспечена. Дополнительно этот показатель раскрывается в учебном пособии «Основы теории транспортных систем» под авторством А. Э. Горева², который особо отмечает, что плотность транспортной сети характеризует ее доступность, при этом не зависит от топологии сети.

Также в качестве одного из аналитических методов можно выделить оценку среднего времени поездки на рассматриваемой территории. Данный способ активно применяется при разработке документов транспортного планирования³, а также при оценке социально-экономического эффекта от реализации запланированных мероприятий путем прогнозирования затрат времени и снижения задержки транспортных средств или пассажиров в пути⁴. Он позволяет получить однозначный, удобный для дальнейших расчетов вывод о транспортной

доступности в целом на рассматриваемой территории. Вместе с тем он также имеет свои недостатки, а именно: сложность оценки отдельных аспектов функционирования транспортной системы, определения отдельных территорий, для которых транспортная доступность ограничена, а также географического направления движения пассажиров и транспорта, что может привести к ошибочным выводам.

Как преимущество в виде простоты расчета плотности сети, так и недостаток в виде отсутствия учета какой-либо дополнительной информации о территории получили свое развитие в виде коэффициентов, учитывающих социально-экономическое развитие территории.

Одним из таких коэффициентов является коэффициент Энгеля. Данный коэффициент позволяет дать оценки показателя сети с учетом численности населения [10; 11] и может быть рассчитан в соответствии с формулой:

$$\mathcal{E} = \frac{L}{\sqrt{SH}}, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}$ – транспортная обеспеченность населения, км/10 тыс. чел.; L – протяженность эксплуатационной длины транспортной сети, км; S – площадь территории, сотни км²; H – численность населения, десятки тыс. чел.

Несмотря на простоту расчета, коэффициент Энгеля имеет ряд значительных недостатков, в том числе: отсутствие учета неравномерности расселения как по территории Российской Федерации, так и между отдельными населенными пунктами. Также коэффициент не учитывает необходимость перевозки грузов [12; 13].

Впоследствии, с целью исключения описанных недостатков, коэффициент Энгеля был модифицирован. Часто встречающимися модификациями являются коэффициент Гольца [11–13] и коэффициент Успенского [11; 13].

При расчете коэффициента Гольца вместо численности населения учитывается число населенных пунктов, а расчет осуществляется с использованием формулы:

$$d_r = \frac{L_g}{\sqrt{S\pi}}, \quad (4)$$

где d_r – транспортная обеспеченность населения, км/10 тыс. чел.; L_g – протяженность эксплуатационной длины транспортной сети, км; S – площадь территории, сотни км²; π –

¹ Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.

² Горев А. Э. Основы теории транспортных систем: учеб. пособие. – СПб: СПбГАСУ, 2010. – 214 с. ISBN 978-5-9227-0266-9.

³ Методические рекомендации по разработке документов транспортного планирования субъектов Российской Федерации, утвержденные протоколом заседания рабочей группы проектного комитета по национальному проекту «Безопасные и качественные автомобильные дороги» от 12.08.2019 № ИА-63. [Электронный ресурс]: <https://base.garant.ru/400318822/>. Доступ 15.01.2024.

⁴ Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2018 г. № 1379 «Об утверждении правил определения основных параметров дорожного движения и ведения их учета». [Электронный ресурс]: <https://base.garant.ru/72108806/>. Доступ 15.01.2024.





Рис. 1. Пример изохроны.

число населенных пунктов, шт.

По мнению исследователей Ю. Г. Мысляковой, С. Н. Котляровой и Н. А. Матушкиной, коэффициент Гольца учитывает недостатки коэффициента Энгеля и позволяет выполнить оценку в общем виде [13]. Вместе с тем коэффициент не позволяет оценить транспортную доступность отдельных населенных пунктов и, как и коэффициент Энгеля, не учитывает грузовые перевозки.

Коэффициент Успенского предполагает одновременный учет как численности населения, так и объема грузов и может быть рассчитан в соответствии с формулой:

$$d_y = \frac{L_y}{\sqrt[3]{SHQ}}, \quad (5)$$

где d_y – транспортная обеспеченность населения; L_y – протяженность эксплуатационной длины транспортной сети, км; S – площадь территории, сотни км²; H – численность населения, десятки тыс. чел; Q – объем предъявленных для транспортировки грузов, тыс. т.

Исходя из учета в формуле расчета как численности населения, так и объема грузоперевозок, можно сделать вывод, что оценка территории с использованием коэффициента Успенского позволяет более полно учесть социально-экономическое развитие территории. Вместе с тем коэффициент также не учитывает пространственную неравномерность. Более того, величины каждого из коэффициентов будут расти в случае ухудшения показателей социально-экономического развития, что дает искаженную оценку при изучении транспортной сети.

Описанные выше методы можно отнести к аналитическим методам, позволяющим за

счет несложных математических операций получить достаточно точную количественную оценку. Альтернативой аналитическому методу выступает метод графический. Один из способов основан на визуальном анализе конфигурации транспортной сети и формировании на его основании выводов о транспортной доступности. Вместе с тем данный способ является субъективным, а также не имеет четких критериев. Данный метод выделяет А. М. Якшин в книге «Планировка транспортных сетей» [14]. При этом автор приводит в книге следующий тезис: «Очевидно, что полагаться лишь на интуицию и зрительное впечатление от «композиции плана», зависящего в сильной степени от графической манеры, в которой выполнен план, недостаточно в таком деле, как определение конфигурации территории и уличной сети, рассчитанной на сотни лет» [14]. Таким образом А. М. Якшин отдельно подчеркивает ограниченность использования данного способа.

В качестве решения А. М. Якшин предлагает использовать для оценки транспортной доступности километрические линии и изохроны. Под километрическими линиями автор понимает линии, которые находятся на одинаковом удалении от центра, для которого строятся эти линии. Вместе с тем самим автором подчеркивается, что основным показателем, характеризующим транспортную систему, является время поездки. Для оценки времени поездки А. М. Якшин предлагает использовать изохроны, определяет их как «линии равного времени», приводит расчет показателей транспортной доступности для различных планировочных структур, а также оценивает доступность для ряда городов. В рамках данного труда дальнейшего развития изохроны в качестве инструмента не получили. Пример изохроны приведен на рис. 1.

Можно в целом отметить, что из-за слишком высокой степени субъективности при анализе изохрон, а также высоких трудозатрат при их построении широкого использования до распространения геоинформационных систем (ГИС) на практике этот способ не получил. И, напротив, в зарубежной практике изохроны или их производные получили достаточно широкое распространение. Например, данный способ оценки транспортной доступности в свое время

нашел отражение в руководстве «Planning for Town Centres. Practice guidance on need, impact and the sequential approach», выпущенном Министерством жилищного строительства Великобритании (отозвано в 2014 году) [15].

Несмотря на необходимость проведения расчетов при построении изохрон, данный способ нельзя отнести к графоаналитическому методу, так как он не исключает недостатков графического метода и не предполагает количественной оценки. В целях их преодоления А. М. Якшиным, совместно с его учениками, был опубликован труд «Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании» [16]. В данной работе авторами усовершенствован способ оценки с использованием изохроны путем оценки ее площади, соотношения ее с численностью населения, распределением производственных сил или количеством отдельных объектов, что также можно считать графическим дополнением коэффициентов Энгеля, Гольца и Успенского, отражающих достаточность транспортной сети.

Дополнительным вариантом развития изохрон является введение меры преодоления пространства. В то время как изохроны и их охват определяют скорее влияние композиции транспортной сети на доступность, введение мер, например, задержек в движении или коэффициентов снижения скорости на участках, позволяет более широко учитывать факторы, оказывающие влияние на возможность перевозок между пунктами.

Отдельного рассмотрения требуют графоаналитические методы, рассматривающие транспортную доступность с использованием теории графов. Одним из наиболее распространенных методов применения теории графов к транспортной сети является метод, описанный в трудах американского ученого К. Кански, в частности, в его работе «Structure of transportation networks» [17].

В своем фундаментальном труде, который до сих пор активно цитируется, а отдельные положения которого находят отражение в научных и практических работах, ученый рассматривает транспортные сети через призму теории графов. Он определил ряд критериев, которые позволяют оценивать транспортную сеть как в целом, так и на локальных участках. Наиболее часто используе-

мыми индексами, получившими впоследствии его имя, являются индексы β и μ , характеризующие связность графа через количество ребер и вершин графа (6) и количество топологических циклов (7) соответственно:

$$\beta = e/v, \quad (6)$$

где e – число ребер сети; v – число вершин сети.

$$\mu = e - v + p, \quad (7)$$

где e – число ребер сети; v – число вершин сети; p – количество автономных компонентов в графе.

Названные его именем индексы позволяют оценить топологические свойства сети, при этом они не учитывают различные характеристики графа, например, время проезда или расстояние, что ограничивает возможности их использования.

Графоаналитический метод оценки транспортной доступности, в том числе с отсылкой к трудам К. Кански, используется также и в труде «Транспорт в территориальных системах» под авторством В. Н. Бугроменко [10]. Автор указывает, что транспортная доступность включает как метрическую, так и топологическую составляющую, а также отмечает, что работы не географов часто ограничиваются метрической составляющей, в то время как работы географов ограничиваются топологической, что недостаточно для всеобъемлющей оценки.

В целях преодоления данного противоречия В. Н. Бугроменко вводит показатель «интегральная транспортная доступность». Показатель измеряется в приведенных километрах, для которых коэффициент приведения выступает коэффициент технической надежности, выраженный через средние технические скорости. Используя эти данные, а также оценивая топологию сети через теорию графов, автор выводит формулу, включающую связность сети, ее цикличность и компактность:

$$G = \varphi[1 - (t_1 + t_2)] + Z, \quad (8)$$

где φ – частичная связность, характеризующая доступность до магистралей; t_1 – коэффициент лучистости, характеризующий изолированность; t_2 – коэффициент резерва конфигурации, характеризующий наличие дополнительных циклов; Z – транспортный фокус территории.

Ключевой проблемой индекса транспортной доступности является трудоемкость расчетов, в том числе при использовании специа-



Таблица 2

Преимущества и недостатки методов оценки транспортной доступности

Класс методов	Ключевые методы	Преимущества	Недостатки
Аналитические методы	1. Матрица расстояний 2. Интегральная транспортная доступность на основе совокупных транспортных издержек 3. Расчетная оценка времени поездки 4. Плотность (густота) сети 5. Коэффициент Энгеля 6. Коэффициент Успенского 7. Коэффициент Гольца	1. Возможность получения количественной оценки 2. Сравнительно низкая сложность выполнения расчетов 3. Возможность оценки существующих и прогнозных значений с использованием существующего ПО, в том числе ПО для транспортного моделирования	1. Неоднородная степень агрегации 2. Недостаточная информативность без сочетания с графическим методом 3. Отсутствие понимания дальнейших направлений повышения транспортной доступности 4. Отсутствие привязки к топологии сети 5. Невозможность оценки в привязке к определенному объекту
Графические методы	1. Визуальная оценка конфигурации сети или композиции плана 2. Изохроны	1. Наглядность получаемых результатов 2. Возможность учета топологии сети 3. Возможность оценки в привязке к определенному объекту	1. Субъективность 2. Отсутствие возможности учета загрузки участков движением 3. Низкая точность оценки
Графоаналитические методы	1. Изохроны, учитывающие численность населения или количество объектов в зоне охвата 2. Изохроны, учитывающие затраты на преодоление пространства 3. Индексы Кански 4. Интегральная транспортная доступность Бутроменко	1. Объективная количественная оценка транспортной доступности 2. Понимание возможного направления развития сети 3. Возможность оценки существующих и прогнозных значений с использованием существующего ПО для транспортного моделирования	1. Сравнительная сложность расчетов 2. Сложность интерпретации результатов расчетов

лизированного программного обеспечения для работы с графами или пространственными объектами. Дополнительно необходимо отметить в качестве недостатка как интегральной транспортной доступности, так и индексов Кански, вопрос отсутствия нормирования. Расчет данных показателей с учетом отсутствия шкалы нормирования не дает однозначного ответа на вопрос обеспеченности транспортной доступности.

Подводя итог анализу наиболее значимых методов, целесообразно предложить их классификацию. Наиболее распространенной из известных является классификация, предложенная В. О. Дубовиком в статье «Методы оценки транспортной доступности территории» [18].

Классификация, предложенная в указанной статье, основана на подходах к расчету транспортной доступности и включает следующие группы методов:

– топологические, предполагающие оценку доступности с использованием графа транспортной сети;

– методы оценки пространственного разграничения, для которых в качестве основы доступности между точками используются меры сложности, например, расстояние или время в пути;

– методы изолиний – наглядное отображение дистанции, которая может быть преодолена за определенные интервалы мер, например, времени, расстояния, издержек;

– методы потенциалов, учитывающие веса конечных пунктов, например, численность населения, количество рабочих мест и т.д.;

– методы инверсионных балансов, схожие по принципу с методами потенциалов, но учитывающие особенности и начальных, и конечных пунктов;

– пространственно-временные методы, использующие в качестве основы оценки сведения о маршрутах и местах нахождения жителей в определенные периоды времени.

Такая классификация с учетом не рассмотренных детально методов может быть преобра-

Классификация методов оценки транспортной доступности

Признак классификации методов		Трудоёмкость расчетов	
		Умеренная	Высокая
Сложность интерпретации результатов расчетов	Умеренная	1. Матрица расстояний 2. Расчетная оценка времени поездки 3. Визуальная оценка конфигурации сети или композиции плана 4. Изохроны	1. Интегральная транспортная доступность на основе совокупных транспортных издержек 2. Расчетная оценка времени поездки 3. Изохроны, учитывающие численность населения или количество объектов в зоне охвата 4. Изохроны, учитывающие затраты на преодоление пространства
	Высокая	1. Плотность (густота) сети 2. Коэффициент Энгеля 3. Коэффициент Успенского 4. Коэффициент Гольца	1. Индексы Кански 2. Интегральная транспортная доступность Бугроменко

зована, исходя из математических способов решения задачи и необходимых для ее решения данных. Таким образом, можно выделить аналитический, графический и графоаналитический классы методов оценки транспортной доступности, а также определить их ключевые преимущества и недостатки (таблица 2).

Предлагаемая классификация наглядно демонстрирует преимущества и недостатки каждого из классов. Отдельно стоит отметить, что одновременно с уникальными преимуществами и недостатками, каждый класс учитывает такие аспекты, как трудоёмкость расчетов и сложность их интерпретации (их самостоятельная пригодность без использования дальнейших преобразований или побочных показателей), в связи с чем классификация может быть перестроена, исходя из этих аспектов, в целях упрощения выбора метода для практического применения (таблица 3).

Учитывая трудоёмкость расчетов и сложность их интерпретации, основные методы оценки транспортной доступности могут быть разделены на четыре категории:

- методы с умеренными трудоёмкостью расчетов и сложностью их интерпретации: указанные методы требуют незначительного объема исходных данных, а их результаты являются наглядными и пригодными для дальнейшего принятия решений;
- методы с высокой трудоёмкостью расчетов, но умеренной сложностью их интерпретации: данные методы требовательны к объему и качеству исходных данных и их подготовке, но одновременно с этим резуль-

таты расчетов доступны для понимания неспециалистами и позволяют определять основные направления повышения транспортной доступности;

– методы с умеренной трудоёмкостью расчетов, но высокой сложностью их интерпретации: данные методы не требовательны к исходным данным, или достоверные данные могут быть получены без значительных затрат времени из открытых источников, но их самостоятельное применение без дальнейших преобразований не позволяет использовать их в качестве инструмента принятия конкретных решений;

– методы с высокой трудоёмкостью расчетов и сложностью интерпретации: указанные методы можно считать наиболее подходящими для применения профильными специалистами, но они являются чрезвычайно требовательными к объему и качеству исходных данных и их обработке, а также требуют затратного по времени анализа полученных результатов при принятии дальнейших решений по повышению транспортной доступности.

Предлагаемая классификация позволяет выбирать методы оценки транспортной доступности, исходя не только из их преимуществ и недостатков, но также из объема и качества исходных данных и целей выполняемой задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей статье рассмотрены основные методы определения транспортной до-



ступности. Как было отмечено, вопрос транспортной доступности является в значительной степени проработанным при решении задач развития транспортных сетей. При этом каждый из описанных методов имеет свои недостатки, которые несут риски односторонней оценки.

Основываясь на преимуществах и недостатках существующих методов оценки транспортной доступности, а также учитывая трудоемкость необходимых расчетов и сложность интерпретации результатов расчетов, была сформирована классификация, которая может быть использована при выборе метода, исходя из особенностей решаемой задачи.

Наряду с этим можно сделать и несколько обобщающих выводов:

1. Оценка транспортной доступности может осуществляться на основании различных исходных данных, начиная с оценки плана города по карте и статистических данных, заканчивая применением теории графов и введением мер преодоления расстояния.

2. Укрупненно методы могут быть разделены на аналитические, графические и графоаналитические. При этом, в каждом классе, одновременно с собственными преимуществами и недостатками каждого метода, в значительной степени могут различаться точность и трудоемкость расчетов, а также сложность интерпретации результатов в качестве самостоятельных показателей.

3. Предлагаемая классификация, основанная на трудоемкости расчетов и сложности интерпретации результатов, позволяет исполнителю оценки выбирать методы, основываясь не только на их преимуществах и недостатках, но и на существующих в рамках задачи ограничениях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Янков К. В. Проблема транспортной доступности населенных пунктов в федеральных документах стратегического планирования // Проблемы развития территории. – 2021. – Т. 25. – № 6. – С. 118–130. DOI: 10.15838/ptd.2021.6.116.7.
2. Савченко Е. Е. Особенности и величина транспортной составляющей в конечной цене сырьевых товаров Сибирского федерального округа // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский

государственный университет экономики и права). – 2012. – № 3. – 19. EDN: PCVFAV.

3. Сидоровых А. С. Оценка влияния транспортной доступности на цены недвижимости // Прикладная эконометрика. – 2015. – № 1 (37). – С. 43–56. EDN: TOBUDR.

4. Шпак А. С. Оценка состояния транспортной доступности для населения регионов Дальневосточного федерального округа // Экономика и право: Монография / Гл. редактор Э. В. Фомин. Глава в книге. – Чебоксары: ООО «Издательский дом «Среда», 2020. – С. 101–133. EDN: IWWZXQ.

5. Сальников К. Н., Филатов А. Ю. Матрица расстояний между российскими регионами и ее использование в экономическом анализе // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2023. – № 3 (107). – С. 67–81. DOI: 10.24866/2311-2271/2023-3/67-81.

6. Лавриненко П. А., Ромашина А. А., Степанов П. С., Чистяков П. А. Транспортная доступность как индикатор развития региона // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 6 (177). – С. 136–146. EDN: ECPMCF.

7. Модели в географии: Сборник статей / Под ред. Р. Дж. Чорли и П. Хаггета; Сокр. пер. с англ. В. Я. Барласа; Послесл. Ю. Г. Саушкина; Ред. В. М. Гохмана. – М.: Прогресс, 1971. – 381 с.

8. Бахирев И. А., Чернышов А. А., Широкая Н. В., Пронин П. Д. Плотность улично-дорожной сети как показатель качества транспортного обслуживания // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2020. – Т. 10. – № 1 (32). – С. 130–139. DOI: 10.21285/2227-2917-2020-1-130-139.

9. Жуков А. А. Методы измерения уровня транспортной доступности регионов в России и за рубежом // Вестник науки. – 2020. – Т. 1. – № 7 (28). – С. 57–62. EDN: HZTTDV.

10. Бугроменко В. Н. Транспорт в территориальных системах. – М.: Наука, 1987. – 112 с.

11. Кремер Д. В. Анализ транспортной связанности территории вокруг крупнейших муниципальных образований // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. – 2020. – Т. 1. – № 2 (29). – С. 64–67. EDN: ZRYPNJ.

12. Гольц Г. А. Транспорт и расселение. – М.: Изд-во «Наука», 1981. – 248 с.

13. Мыслякова Ю. Г., Котлярова С. Н., Матушкина Н. А. Генетический подход к оценке инфраструктурной связанности индустриального региона // Экономика региона. – 2021. – Т. 17. – № 3. – С. 784–798. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-3-5.

14. Якшин А. М. Планировка транспортных сетей. – М.: Государственное архитектурное издательство, 1946. – 88 с.

15. Planning for Town Centres. Practice guidance on need, impact and the sequential approach. London, 2009, 99 p. ISBN: 978-1-4098-2024-3.

16. Якшин А. М., Говоренкова Т. М., Каган М. И. [и др]. Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях. – М.: Стройиздат, 1979. – 204 с.

17. Kansky, K. Structure of transportation networks, Chicago, 1963, 155 p.

18. Дубовик В. О. Методы оценки транспортной доступности территории // Региональные исследования. – 2013. – № 4 (42). – С. 11–18. EDN: RUDVDF. ●

Информация об авторе:

Козельский Иван Юрьевич – заместитель начальника центра транспортного планирования Академии транспортного планирования, Российский университет транспорта, Москва, Россия, ivankozelskiy@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 31.07.2023, актуализирована 27.01.2024, одобрена после рецензирования 10.10.2024, принята к публикации 12.10.2024.