

В.Л. БАБУРИН, А.В. РЫБКИН

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
119899, Москва, Ленинские горы, 1, Россия, vbaburin@yandex.ru, a.rybkin97@mail.ru

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГРАНИЦ И КОНФИГУРАЦИИ ИРКУТСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

*Проведено моделирование агломерационных эффектов, выступающих факторами развития Иркутска и формируемой им Иркутской городской агломерации. Агломерационные эффекты разделены на составляющие компоненты: эффекты локализации (MAR-эффекты), оценка которых проведена с помощью мер концентрации экономической деятельности, и эффекты урбанизации (Джейкобс-эффекты), оцениваемые с помощью мер разнообразия (диверсификации). Сначала были определены максимальные границы Иркутской городской агломерации с помощью двухчасовой изохроны транспортной доступности, затем проведено моделирование агломерационных эффектов с целью выявления оптимальных сочетаний слагающих ее территориальных единиц для достижения наибольшей эффективности их взаимодействия. Перспективная конфигурация данной городской агломерации определена с помощью соотношения экономического разнообразия и транспортной доступности. При этом экономическое разнообразие в данном соотношении является мерой получаемых эффектов от территориального взаимодействия, а транспортная доступность — мерой затрат для их достижения. Кроме того, с помощью соотношения транспортной доступности (удаленности от Иркутска) и численности населения установлена приоритетность затрат на улучшение транспортной доступности территориальных единиц, слагающих Иркутскую городскую агломерацию в границах ее оптимальной конфигурации, с целью обоснования ключевых направлений развития транспортной инфраструктуры. Выявлено, что в Иркутской городской агломерации достигаются миллионная «планка» численности населения, а также высокий уровень концентрации и разнообразия экономической деятельности, что создает предпосылки для дальнейшей интенсификации экономических связей.*

**Ключевые слова:** агломерационные эффекты, Иркутская городская агломерация, эффекты локализации и эффекты урбанизации, экономическое разнообразие, транспортная доступность.

V.L. BABURIN, A.V. RYBKIN

Lomonosov Moscow State University,  
119899, Moscow, Leninskie gory, 1, Russia, vbaburin@yandex.ru, a.rybkin97@mail.ru

## DETERMINATION OF THE OPTIMAL BOUNDARIES AND CONFIGURATION OF THE IRKUTSK URBAN AGGLOMERATION

*This article presents a simulation of agglomeration effects which are the factors for the development of Irkutsk and the Irkutsk urban agglomeration formed by the city. Agglomeration effects are divided into components: localization effects (MAR effects) which were estimated by using the measures of concentration of economic activity, and urbanization effects (Jacobs effects) which are assessed by using the measures of diversity (diversification). Initially, the maximum boundaries of the Irkutsk urban agglomeration were determined by using the two-hour transport accessibility isochrone; next, the agglomeration effects were simulated to identify the optimal combinations of territorial units composing it so that the highest efficiency of their interaction is achieved. A promising configuration of this urban agglomeration is determined by using the ratio of economic diversity and transport accessibility. Furthermore, the economic diversity in this ratio is the measure of the effects obtained from territorial interaction, and transport accessibility is the measure of the cost to achieve them. In addition, using the ratio of transport accessibility (remoteness from Irkutsk) and the population size, the priorities for improving transport accessibility of territorial units comprising the Irkutsk urban agglomeration within its optimal configuration were determined in order to substantiate the key directions of transport infrastructure development. It has been established that the population size of the Irkutsk urban agglomeration reaches a million as well as a high level of concentration and diversity of economic activity, which creates prerequisites for a further intensification of economic ties.*

**Keywords:** agglomeration effects, Irkutsk urban agglomeration, localization effects and urbanization effects, economic diversity, transport accessibility.

## ВВЕДЕНИЕ

Городские агломерации, согласно стратегии долгосрочного социально-экономического развития России, являются ключевым элементом и обязательным условием эффективного развития национальной экономики [1]. Крупнейшие агломерации становятся своеобразными полюсами роста всей экономики страны и неслучайно в них сосредоточено более 45 % всего населения России — 66,6 млн чел. (62,5 % всего городского населения) [2]. В связи с этим возрастает научный интерес к проблемам развития городских агломераций, особое место также занимает изучение возникающих в них агломерационных процессов.

Несмотря на то что городские агломерации формируются естественным путем, государство может помочь их формированию, «вкладывая ресурсы в инфраструктурные проекты, стимулируя интеграцию экономики и рынков труда близлежащих городов» [3, с. 54]. Таким образом, городскими агломерациями можно управлять, при этом для достижения максимального эффекта необходима проработка стратегий их развития. Наиболее надежным и объективным методом в данном случае является математическое моделирование с экономико-географической интерпретацией полученных результатов.

В настоящей работе агломерационные эффекты рассмотрены как фактор развития города Иркутска и формируемой им Иркутской городской агломерации (ИГА). ИГА благодаря своему «островному» положению (относительной удаленности от других крупных городских агломераций) удобна для проведения моделирования (отсутствуют социально-экономические внешние источники влияния). Однако на восточную часть ИГА существенно влияет Байкальский фактор<sup>1</sup>. Как отмечено в ряде исследований [4, 5], ИГА существует на юге Иркутской области уже более 50 лет и является частью Иркутско-Черемховского (Верхнеангарского) ТПК, что, в сущности, определяет ее «директивный» (программно-целевой), нежели естественный характер формирования и развития. По завершении своего формирования (конец 1970-х годов) Иркутско-Черемховский ТПК имел целостную и завершённую структуру с крупными специализированными промышленными узлами и развитым агропромышленным комплексом. Кроме того, сложилась современная система расселения, которая привела к формированию ИГА.

## АГЛОМЕРАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ КАК КАТЕГОРИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Традиционно агломерационные эффекты рассматриваются большинством отечественных экономистов как агломерационные (внешние) экономии (agglomeration economies) А. Маршалла [6]. Кроме того, ряд исследователей (в первую очередь геоурбанистов) отождествляют агломерационные эффекты со всевозможными положительными эффектами, возникающими в городских агломерациях, — эффектами от агломерации. Подобное противоречие объясняется тем, что агломерации рассматриваются и как формы расселения (городские агломерации как категория геоурбанистики), и как формы пространственной организации промышленного производства [7]. В данной работе агломерационные эффекты рассмотрены нами как синергетические эффекты, возникающие в территориальных социально-экономических системах (по аналогии с работой [8]) и представляющие собой внешние эффекты от территориальной близости и интенсивного взаимодействия экономических агентов в данных территориальных системах.

Настоящее исследование не предполагало выявления зависимости экономического роста в пределах изучаемой городской агломерации либо целого региона от интенсивности агломерационных эффектов. Влияние агломерационных эффектов на развитие городских агломераций априори считается положительным. Результаты эмпирических работ отечественных и зарубежных ученых говорят о том, что положительное действие агломерационных эффектов отмечается практически в половине случаев [9]. Таким образом, цель работы — выявление оптимальной конфигурации населенных пунктов ИГА, при которой достигается максимизация агломерационных эффектов.

Влияние агломерационных эффектов в городских агломерациях распространяется на все сферы материального и нематериального производства, население, транспорт. При этом особенно велико значение последнего: транспорт выступает своеобразным базисом [10] для формирования и функционирования как городских, так и промышленных агломераций.

<sup>1</sup> Озеро Байкал и Байкальская природная территория имеют особый статус, закрепленный на федеральном и мировом уровне как участок Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. Режим охраны и природопользования Байкала определен Федеральным законом «Об охране озера Байкал (с изменениями на 18 июля 2019 года)» от 01.05.1999.

Анализ литературы по данной тематике показал, что агломерационные эффекты традиционно разделяют на эффекты локализации и урбанизации. В первую очередь проявляются эффекты локализации (MAR-эффекты), результатом действия которых становится превышение территориальной концентрации по отношению к промышленной. Факторами второй природы выступают эффекты урбанизации (Джейкобс-эффекты), роль которых возрастает по мере роста городской агломерации; результат их действия — увеличение разнообразия экономической деятельности. В связи с тем что проявление компонентов агломерационных эффектов, с одной стороны, способствует повышению концентрации, а с другой — увеличению разнообразия, измерение и моделирование потенциала их роста целесообразно проводить с помощью разных показателей.

Для выявления наличия агломерационных эффектов в качестве меры концентрации экономической деятельности был выбран индекс экономической концентрации Эллисона–Глейзера (1) (расчетная формула заимствована из работы [11]), позволяющий оценить «избыточную» территориальную концентрацию по отношению к первоначальной промышленной [12]

$$EG = \frac{\sum_{k=1}^N (s_k - 1/N)^2}{1 - \sum_{k=1}^N s_k^2}, \quad (1)$$

где  $N$  — число районов  $k$  в макрорайоне,  $s_k$  — доля величины показателя в районе в суммарной величине показателя в макрорайоне. Как видно, данный индекс функционально связан с индексом концентрации Херфиндала–Хиршмана ( $s_k$ ).

Эффект от взаимодействия территориальных единиц (интенсивность агломерационных эффектов), слагающих городскую агломерацию, возможно измерить с помощью мер разнообразия, среди которых наиболее распространенной выступает индекс Шеннона (2):

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \quad (2)$$

где  $p_i$  — доля явления в  $i$ -м районе от общего количества явления в макрорайоне.

Меры разнообразия служат хорошим индикатором проявления агломерационных эффектов ввиду их синергетической сущности: чем больше населенных пунктов слагают городскую агломерацию, тем больше возможных мест приложения труда и их разнообразие, а значит, и возможностей для экономического роста.

Вместе с тем разнообразие может присутствовать как на внутреннем уровне (в каждой территориальной единице), так и на внешнем (межрайонная диверсификация предприятий и организаций). Для целей моделирования эффектов урбанизации в настоящей работе внутреннее разнообразие названо отраслевым ( $E_{отр}$ ) (оценивается разнообразие отраслей, представленных разделами ОКВЭД-2), а внешнее — общим ( $H_{общ}$ ) (оценивается разнообразие общей совокупности предприятий и организаций).

#### ДЕЛИМИТАЦИЯ ГРАНИЦ ИГА

Как и у любых территориальных социально-экономических систем, у городских агломераций имеются границы. Их делимитация — один из наиболее дискуссионных вопросов современной геоурбанистики. «Упрощенно в качестве границы агломерации принимается 1,5–2-часовая изохрона транспортной доступности» [13, с. 75], при этом в работах отечественных исследователей часто используются три вида изохрон — получасовая, полуторачасовая и двухчасовая.

Мы считаем, что состав городских агломераций носит не только объективный, но и перспективный характер, поэтому необходима проработка всех возможных комбинаций (максимальный вариант). В связи с этим формально определенные границы агломерации могут не совпадать с зоной реальных трудовых и экономических связей.

Делимитация границ и определение состава ИГА (рис. 1) в настоящей работе проведены на основе метода изохрон, получившего широкое распространение в работах экономико-географов, а также с помощью корректировки полученных зон с учетом существующего деления на муниципальные образования (МО). Для определения фактической транспортной доступности (затрат времени на поездку в одну сторону, т. е. экономического расстояния) спутников ядра ИГА (города Иркутска) было выбрано три вида изохрон: часовая, полуторачасовая и двухчасовая (по аналогии с работой [5]) с

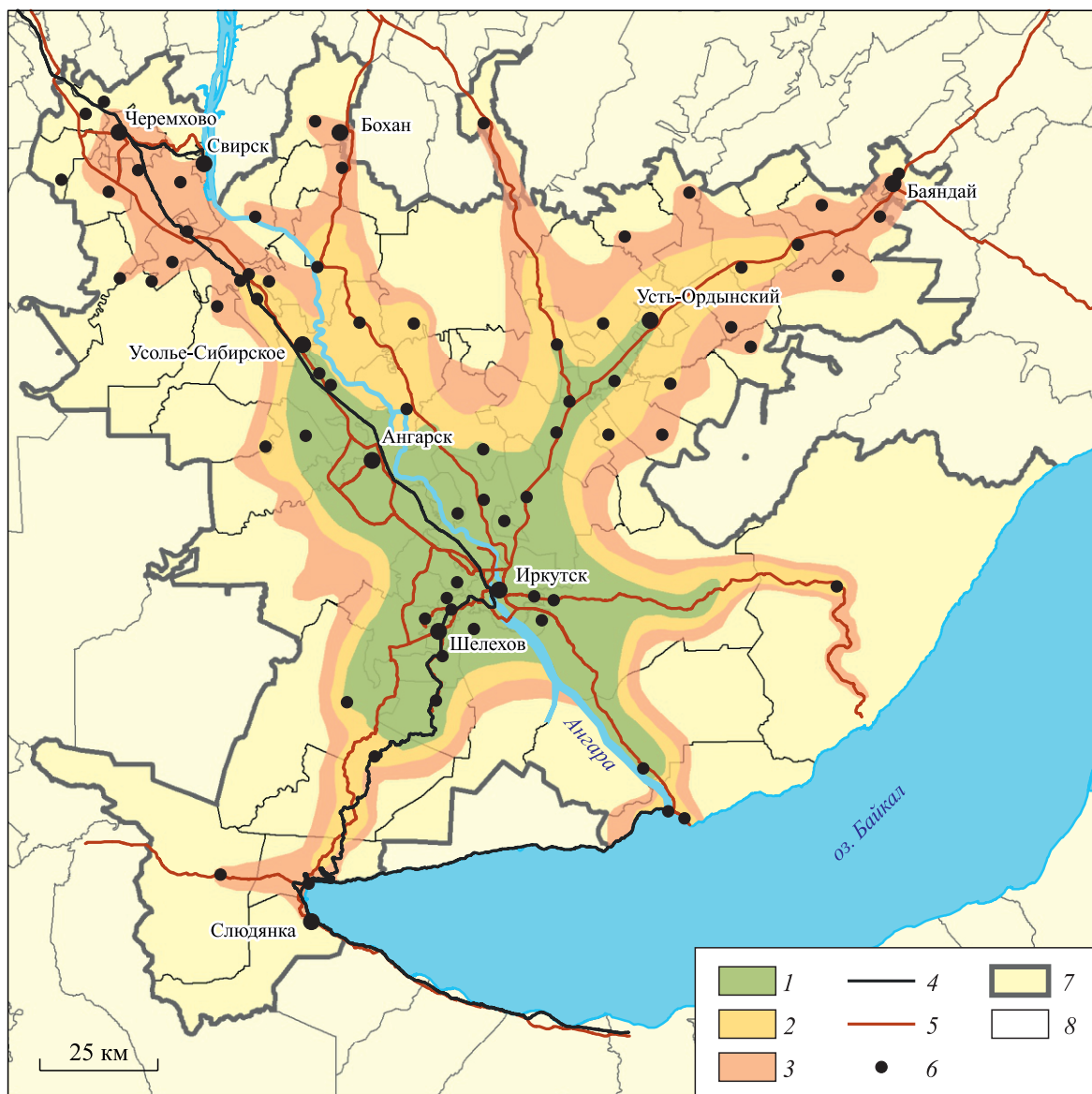


Рис. 1. Границы Иркутской городской агломерации.

Изохроны доступности ядра ИГА (Иркутск): 1 — часовая, 2 — полуторачасовая, 3 — двухчасовая. 4 — автомобильные дороги; 5 — железные дороги; 6 — центры МО. Границы: 7 — ИГА, 8 — МО.

поправкой на  $\pm 15$  мин. Построение изохрон было проведено для индивидуального транспорта (легкового автомобильного) по существующей сети дорог общего пользования (федеральных, региональных, местных). Важно отметить, что в результате ремонта и модернизации автомобильных дорог возрастают их пропускная способность и скорость движения транспорта, поэтому, по сравнению с предыдущими работами по делимитации границ ИГА [5], в настоящем исследовании изохроны более «растянуты».

В данных границах численность населения ИГА составляет 1,327 млн чел. (55,2 % населения Иркутской области). Основной каркас расселения ИГА проходит вдоль важнейших транспортных магистралей: Транссибирской железнодорожной магистрали, федеральных автомобильных дорог Р255 «Сибирь» и Р258 «Байкал», Байкальского тракта, трассы Р418 Иркутск–Качуг. Ядром ИГА является Иркутск (население — 623,7 тыс. чел., что составляет 47 % населения ИГА), вокруг которого сформирована спутниковая зона. В состав ИГА входят 79 МО в восьми муниципальных районах (Иркутском, Усольском, Черемховском, Шелеховском, Слюдянской, Эхирит-Булагатском и Баяндаевском) и пяти городских округах (Иркутск, Ангарск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Свирск).

По результатам расчета коэффициента развитости агломерации, ИГА относится к развитым агломерациям, имеющим III класс сложности [2]. Важно отметить, что побережье Байкала находится на периферии ИГА (за пределами 1,5-часовой доступности), что объективно снижает для него антропогенный пресс агломерации.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ИГА

Важнейшим элементом функционирования городских агломераций является транспортная инфраструктура. Распространение и интенсивность агломерационных эффектов напрямую зависят от связности территориальных единиц городских агломераций. В связи с этим проведем моделирование транспортной сети ИГА, оценив ее связность, а также определим транспортно-географическое положение (ТГП) МО ИГА по отношению к транспортной сети и выявим транспортно-географические районы.

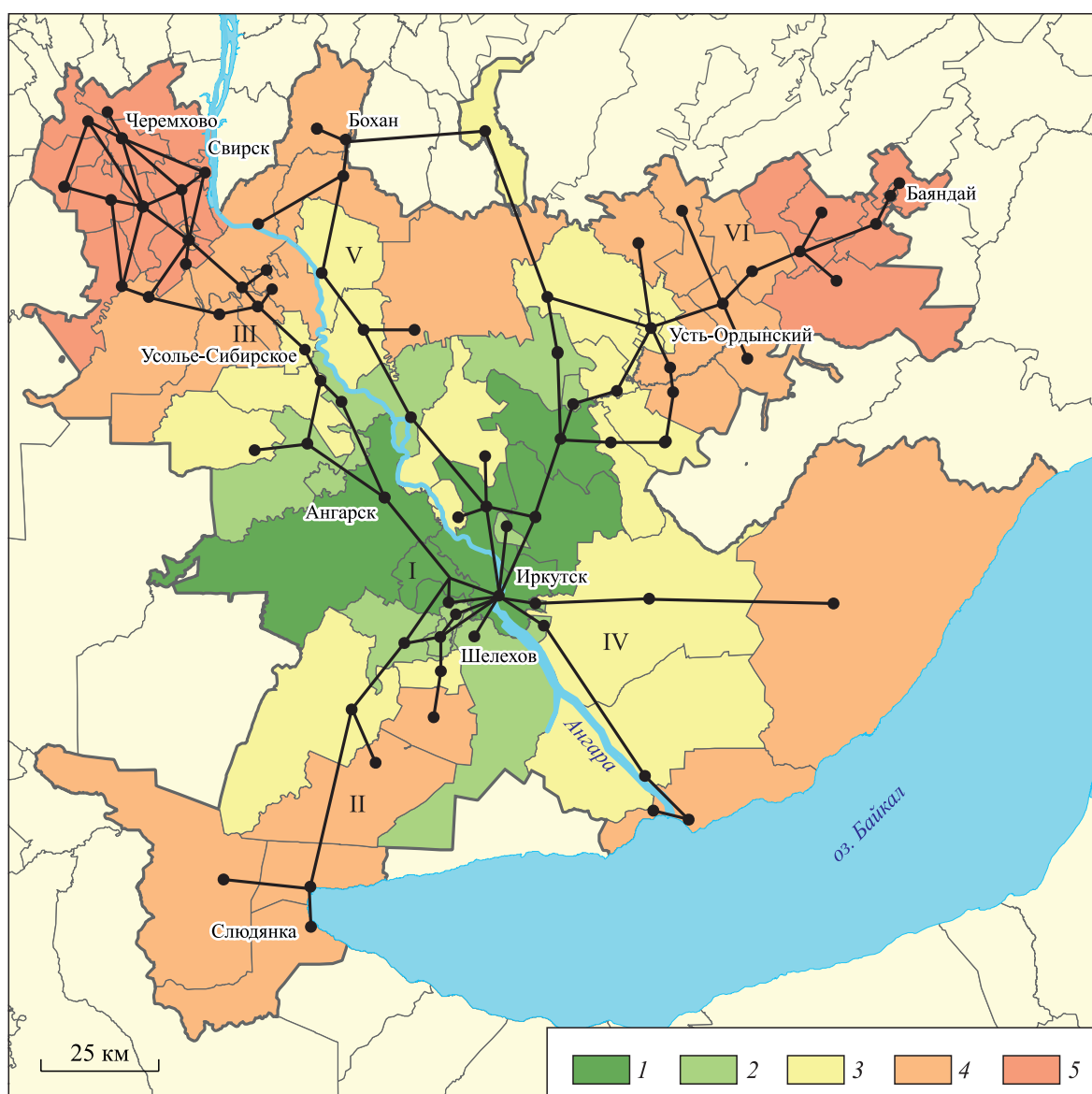


Рис. 2. Транспортно-географическое районирование Иркутской городской агломерации.

Транспортно-географические районы (по ветвям графа): I — Центральный. Левобережные: II — Слюдянский, III — Усольско-Черемховский. Правобережные: IV — Листвянско-Ушаковский, V — Боханский, VI — Усть-Ордынский. Оценка (ранги) транспортной доступности МО ИГА топологическим методом по графу автодорог: 1 — очень высокая, 2 — высокая, 3 — средняя, 4 — низкая, 5 — очень низкая.

Для определения конфигурации и связности транспортной сети ИГА воспользуемся топологическими методами исследования транспортных сетей. В основе данной группы методов лежит построение и анализ визуализированных абстрактных моделей транспортных сетей — графов. Для определения ТПП конкретных территориальных единиц наиболее часто используют индекс Шимбела (3) [14]:

$$A_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n d_{ij}, \quad (3)$$

где  $A_i$  — показатель транспортной доступности узла  $i$ ,  $d_{ij}$  — топологическое расстояние (минимальное количество ребер) между узлами  $i$  и  $j$ ,  $n$  — количество узлов в графе.

Граф транспортной сети ИГА (рис. 2) был построен по существующей сети федеральных, региональных и местных автомобильных дорог. Вершины данного графа «вписаны» в существующую сетку МО, входящих в состав ИГА, с целью унификации каждого из видов моделирования. Подобный способ позволяет провести анализ связности и транспортной доступности МО, а не конкретных узлов. Транспортная сеть ИГА не отличается значительной связностью из-за своей древовидной конфигурации, однако обладает потенциалом развития.

Рассмотрим ранги транспортной доступности МО ИГА, полученные по результатам расчета индекса Шимбела (см. рис. 2). Всего выделено пять зон транспортной доступности: от наиболее высокой к наиболее низкой, которые в целом совпадают с зонами транспортной доступности, выделенными на основе метода изохрон (см. рис. 1). Нетрудно заметить, что байкальское побережье находится в зоне низкой транспортной доступности, что снижает потенциальную антропогенную нагрузку на природные комплексы Байкала. Результаты расчета транспортной доступности МО ИГА использованы для дальнейшего моделирования оптимальной конфигурации ИГА.

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ ИГА

Согласно проведенным расчетам, ИГА характеризуется высокой степенью неравномерности распределения экономической деятельности: наибольшая концентрация отмечается в ядре — Иркутске ( $EG = 0,65$ ), тогда как остальные МО имеют значения индекса Эллисона–Глейзера менее 0,1. Выявлено, что при значениях индекса экономической концентрации менее 0,0002 наблюдается обратная зависимость уровня экономической концентрации от численности населения МО. Это связано с тем, что крупные населенные пункты располагаются недалеко от Иркутска, для которого характерны наиболее интенсивные ежедневные трудовые миграции.

Синергетический эффект локализации ИГА превосходит суммарные эффекты локализации МО ИГА на 5 %. Синергетический эффект локализации ИГА для самого Иркутска — 8 %, при этом для остальных МО такое превышение составляет тысячи раз. Данное моделирование позволило рассчитать прирост концентрации экономической деятельности МО в случае их нахождения в составе ИГА, однако основной функционал индекса концентрации Эллисона–Глейзера заключался в непосредственном выявлении агломерационных процессов на территории Иркутской области.

Моделирование эффектов урбанизации было проведено в два этапа: в первую очередь было определено общее экономическое разнообразие, затем отраслевое. Общее экономическое разнообразие Иркутска по сравнению с ИГА выше в 5,9 раза, Ангарска — в 7 раз; в среднем по МО — в 253 раза.

В отличие от моделирования общего разнообразия, где не использовалась разбивка на отрасли экономики, сравнивать результаты моделирования отраслевого разнообразия по значениям индекса Шеннона некорректно, так как разные МО имеют разное количество и комбинацию отраслей. В связи с этим преобразуем индекс Шеннона в его нормированный аналог — индекс Пиелу ( $E$ ), который используется при сравнении систем с разным количеством слагающих их элементов [15] (вычисляется посредством отношения данного значения индекса Шеннона к максимально возможному).

Моделирование отраслевого экономического разнообразия показало, что Иркутск как ядро ИГА имеет небольшой прирост (1,2 %) ввиду высокой концентрации экономической деятельности и наиболее полного и разнообразного состава отраслей экономики, тогда как Ангарск — второй по значимости город ИГА — имеет прирост около 12 %. Наибольший прирост отраслевого разнообразия характерен для труднодоступных МО ИГА (более 70 %). Таким образом, МО ИГА имеют более высокий потенциал увеличения общего экономического разнообразия, нежели отраслевого.

Наиболее разнообразно на территории ИГА представлены предприятия энергетики ( $H = 0,437$ ), при этом на их долю приходится всего 1 % предприятий и организаций. Наименьшие значения уров-

Таблица 1  
Состав ИГА в границах оптимальной конфигурации с указанием рангов численности населения и транспортной доступности МО

Муниципальное образование	Ранг численности населения	Ранг транспортной доступности по автомобильным дорогам
г. Иркутск	Высокий	Высокий
г. Ангарск	Высокий	Высокий
г. Усолье-Сибирское	Высокий	Средний
г. Черемхово	Высокий	Низкий
Иркутский район		
Большереченское	Средний	Средний
Листвянское	Низкий	Средний
Марковское	Высокий	Высокий
Карлукское	Средний	Высокий
Максимовское	Низкий	Высокий
Никольское	Низкий	Средний
Оёкское	Средний	Высокий
Ревякинское	Низкий	Средний
Смоленское	Средний	Высокий
Уриковское	Средний	Высокий
Усть-Балейское	Низкий	Средний
Ушаковское	Средний	Высокий
Хомутовское	Средний	Высокий
Ширяевское	Низкий	Высокий
Держинское	Низкий	Высокий
Мамонское	Средний	Высокий
Молодежное	Средний	Высокий
Сосновоборское	Низкий	Средний
Усть-Кудинское	Низкий	Высокий
Усольский район		
Белореченское	Средний	Средний
Тайтурское	Средний	Низкий
Тельминское	Средний	Средний
Большееланское	Средний	Средний
Железнодорожное	Средний	Средний
Новожилкинское	Низкий	Средний
Шелеховский район		
г. Шелехов	Высокий	Высокий
Баклашинское	Средний	Высокий
Олхинское	Низкий	Высокий
Шаманское	Низкий	Средний
Боханский район		
Александровское	Низкий	Средний
Бохан	Средний	Низкий
Олонки	Средний	Средний
Тихоновка	Низкий	Низкий
Эхирит-Булагатский район		
Захальское	Низкий	Средний
Капсальское	Низкий	Средний
Кулункунское	Низкий	Средний
Усть-Ордынское	Средний	Средний
Слюдянский район		
г. Слюдянка	Средний	Низкий

ния отраслевого разнообразия имеет бюджетная сфера: государственное и муниципальное управление, образование, культура и спорт. Организации данных отраслей представлены практически в каждом МО ИГА, в связи с чем не являются «уникальными» отраслями для соседних территорий, в отличие от сферы здравоохранения ( $H = 0,282$ ). Наибольший прирост разнообразия будет отмечаться в энергетике, профессиональной, научной и административной деятельности, обрабатывающих производствах.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ИГА

Конечный результат настоящего исследования — определение оптимальных границ эффективного взаимодействия МО ИГА. В свою очередь, категория эффективности объединяет в себе как полученный в результате взаимодействия МО эффект, так и затраты для его достижения [16]. В данном случае результатом (эффектом) взаимодействия территориальных единиц, находящихся в составе городской агломерации, являются эффекты локализации и урбанизации, однако оценка концентрации (эффектов локализации) позволяет определить агломерационные эффекты, тогда как сам эффект от взаимодействия территориальных единиц целесообразно измерять с помощью мер разнообразия. Таким образом, для оценки результата взаимодействия МО ИГА используем индексы общего и отраслевого экономического разнообразия. В качестве меры затрат (ресурсов) для достижения данных эффектов используем показатель транспортной доступности.

Для определения соотношения общего и отраслевого экономического разнообразия и транспортной доступности используем девятиэлементные матрицы (по матрице на каждое соотношение). Для целей выявления оптимальной конфигурации ИГА используем позиции на матрице, при которых один из показателей имеет высокое значение на одной из матриц (либо на обеих сразу). При этом отседем позиции, при которых на одной из матриц какое-либо МО имеет низкое значение по строке и/или столбцу. Заметим, что оптимальная конфигурация ИГА зависит не только от параметров соотношения транспортной доступности и фактических значений экономического разнообразия, но и от уровня прироста разнообразия. Рассматривая такое соотношение, мы можем доказать эффективность вхождения МО, имеющих пограничные позиции (т. е. один из показателей имеет низкое значение), а также МО, имеющих среднее значение как по строке, так и по столбцу. В данном случае отседем все позиции, где один из показателей имеет низкое значение, а также среднее как по строке, так и по столбцу.

В результате проведенных операций была выявлена оптимальная конфигурация ИГА (табл. 1).

Таблица 2

Население, площадь, плотность населения, индексы экономической концентрации и разнообразия, рассчитанные для ИГА в границах оптимальной конфигурации

Показатель	Иркутская городская агломерация в границах	
	двухчасовой изохроны	оптимальной конфигурации
Население, млн чел.	1,33	1,24
Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	27,3	13,3
Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	48,6	93,7
EG	0,676	0,662
$H_{\text{общ}}$	2,476	2,103
$E_{\text{отр}}$	0,895	0,896

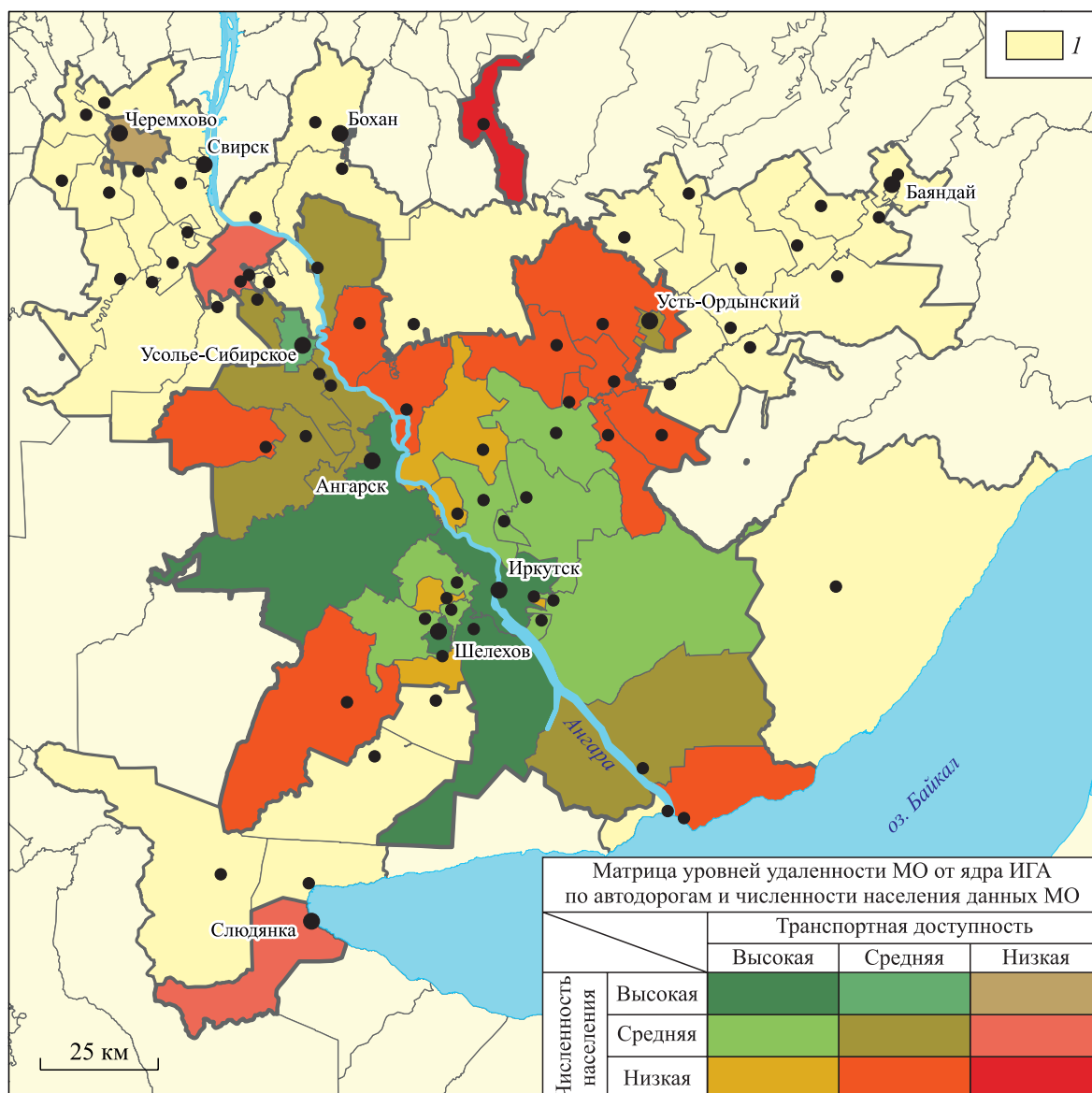


Рис. 3. Оценка приоритетности затрат на улучшение транспортной доступности муниципальных образований Иркутской городской агломерации в границах оптимальной конфигурации.

1 — МО, не входящие в зону оптимальной конфигурации ИГА. Цветовые обозначения на карте соответствуют матрице.



В состав ИГА в границах ее оптимальной конфигурации входят 42 из 79 максимально возможных МО. Большинство МО в указанных границах — смежные, однако существует несколько анклавов: города Черемхово и Слюдянка, а также МО Тихоновка и Бохан. Все МО имеют часовую и полутора-часовую транспортную доступность до ядра ИГА — Иркутска, за исключением МО, занимающих анклавное положение (входят в зону двухчасовой транспортной доступности). Для сравнения ИГА в границах оптимальной конфигурации и двухчасовой изохроны транспортной доступности в табл. 2 представлены основные показатели, используемые в настоящей работе.

Для определения приоритетности затрат на улучшение транспортной доступности МО, обладающих наибольшим потенциалом эффективного взаимодействия, т. е. находящихся в границах оптимальной конфигурации ИГА, соотнесем фактическую длину автомобильных дорог (удаленность от ядра ИГА до административных центров МО) и численность населения, получающего в результате данного взаимодействия доступ к экономическому разнообразию (см. табл. 1). В данном случае удаленность от ядра ИГА является показателем транспортной доступности; соответственно, чем больше удаленность, тем ниже транспортная доступность. Для установления данного соотношения используем девятиэлементную матрицу (рис. 3).

Приоритетность затрат на улучшение транспортной доступности имеют МО, в которых один из показателей обладает высокими значениями (т. е. 48 % МО, которые имеют позицию выше среднего соотношения). При этом в первую очередь целесообразно рассматривать значения по строке «численность населения, получающего доступ к экономическому разнообразию». Таким образом, приоритет улучшения транспортной доступности имеют крупные города и спутники ИГА (кроме Слюдянки). Затем целесообразно улучшать транспортную доступность ближайших к Иркутску МО, особенно на правобережье Ангары. В последнюю очередь улучшение транспортной доступности требуется сельской зоне правобережья в Боханском и Эхирит-Булагатском районах.

На рис. 3 хорошо видно, что в зону приоритетных направлений улучшения транспортной доступности в пределах байкальской зоны попадает только район Транссиба и истока Ангары. Таким образом, трансформационные риски со стороны ИГА минимальны.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что в ИГА достигается высокий уровень концентрации и разнообразия экономической деятельности, что создает предпосылки для дальнейшей интенсификации экономических связей.

Указанное усиление экономических связей достигается за счет увеличения количества мест приложения труда и диверсификации их отраслевой структуры. Таким образом, агломерационные эффекты действительно являются факторами развития Иркутска и ИГА.

Наиболее перспективным видится взаимодействие крупнейших городов ИГА — Иркутска, Ангарска, Усолья-Сибирского, Черемхова и Шелехова, а также ближайших спутников ядра ИГА. Несмотря на то что Иркутск дает половину численности населения, а также имеет наибольшую концентрацию экономической деятельности, разнообразие, достигаемое в остальных МО, можно использовать для эффективного межмуниципального взаимодействия. Оптимальная конфигурация ИГА позволяет сохранить миллионную «планку» городской агломерации, при этом не теряя достигнутых уровней территориальной концентрации и разнообразия экономической деятельности. В свою очередь, в ИГА, имеющей оптимальную конфигурацию, будет достигаться наибольшая эффективность взаимодействия МО ввиду сочетания наилучшей транспортной доступности и разнообразия экономической деятельности. Важно, что объективные предпосылки направляют развитие агломерации на северо-запад, что снижает риски антропогенного воздействия на Байкальскую природоохранную зону.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского географического общества и Российского фонда фундаментальных исследований «Социально-экономическая эффективность развития транспортно-коммуникационной инфраструктуры Сибири и Дальнего Востока» (17-05-41087).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Распоряжение** Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. — [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82134/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/) (дата обращения 17.04.2019).

2. Лаппо Г., Полян П., Селиванова Т. Агломерации России в XXI веке // Вестн. Фонда регионального развития Иркутской области. — 2007. — № 1. — С. 45–52.
3. Зубаревич Н.В. Развитие и конкуренция крупнейших городов России в периоды экономического роста и кризиса // Региональные исследования. — 2010. — № 1. — С. 45–54.
4. Воробьев Н.В., Емельянова Н.В. Иркутская городская агломерация: особенности формирования и обоснование границ. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2014. — 25 с.
5. Корытный Л.М., Бардаш А.В., Богданов В.Н., Воробьев Н.В. Географические аспекты обоснования развития агломерации «Большой Иркутск» // География и природ. ресурсы. — 2008. — № 3. — С. 103–110.
6. Маршалл А. Принципы политической экономии. — М.: Директ-Медиа, 2012. — 2127 с.
7. Лобанов М.М. Формирование комплексов и кластеров в промышленности в условиях рыночных отношений // Журн. Новой экономической ассоциации. — 2011. — Т. 10. — С. 178–182.
8. Ижгузина Н.Р. Формирование и развитие крупнейшей городской агломерации в экономическом пространстве региона: Автореф. дис. ... канд. эконом. наук. — Екатеринбург, 2018. — 26 с.
9. Beaudry C., Schiffrerova A. Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate // Research Policy. — 2009. — Vol. 38, N 2. — P. 318–337.
10. Каплан Г.Л., Каган М.И. Роль транспорта в развитии групповых систем населенных мест. — М.: Изд-во Гос. науч.-исслед. ин-та научной и технической информации, 1976. — 30 с.
11. Краморенко М.И. Оценка тенденций экономической дифференциации регионов Северо-Западного и Центрального федеральных округов // Управленческое консультирование. — 2014. — № 3 (63). — С. 89–99.
12. Утюшева Л.Д. Оценка пространственной концентрации малых предприятий в экономике крупного города // Вестн. Волгоград. ун-та. Сер. Экономика. Экология. — 2014. — № 1. — С. 50–57.
13. Социально-экономическая география: понятия и термины: Словарь-справочник / Отв. ред. А.П. Горкин. — Смоленск: Ойкумена, 2013. — 328 с.
14. Shimbel A. Structural parameters of communication networks // The Bulletin of Mathematical Biophysics. — 1953. — Vol. 15, N 4. — P. 501–507.
15. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // Количественные методы экологии и гидробиологии: Сборник науч. трудов. — Тольятти: Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2005. — С. 91–129.
16. Растворцева С.Н., Фаузер В.В., Задорожный В.Н., Залевский В.А. Социально-экономическая эффективность регионального развития. — М.: Экон-Информ, 2011. — 131 с. (Б-ка менеджера; вып. 17).

*Поступила в редакцию 22.05.2019*

*После доработки 15.07.2020*

*Принята к публикации 25.12.2020*