

# О.Д. ИВЛИЕВА, А.Д. ЯШУНСКИЙ О РАССТОЯНИЯХ, КОТОРЫХ НЕ ЗНАЕТ ДРУЖБА

**Ивлиева Ольга Дмитриевна**, магистр градостроительства (Высшая школа урбанистики имени А.А. Высоковского ФГРР НИУ ВШЭ), главный специалист Института Генплана Москвы; Российская Федерация, 125047, г. Москва, 2-я Брестская, д. 2/14.

E-mail: [olya.ivlieva@gmail.com](mailto:olya.ivlieva@gmail.com)

**Яшунский Алексей Дмитриевич**, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ИПМ имени М.В. Келдыша РАН; Российская Федерация, 125047, г. Москва, Миусская пл., д. 4, ИПМ имени М.В. Келдыша РАН.

E-mail: [alexey.yashunsky@gmail.com](mailto:alexey.yashunsky@gmail.com)

В данной статье с использованием данных проекта «Виртуальное население России» исследуется интенсивность дружбы пользователей социальной сети «ВКонтакте», проживающих в различных регионах. Этот показатель может рассматриваться как характеристика интенсивности межрегионального взаимодействия и нетерриториальной «близости» регионов. Количественно интенсивность дружбы между парой регионов измерялась как отношение зафиксированных в социальной сети дружеских связей к числу потенциально возможных дружеских связей — произведению количеств пользователей в этих двух регионах. Рассмотрена зависимость интенсивности дружбы от расстояния между регионами в предположении экспоненциального убывания интенсивности с ростом расстояния (между геометрическими центрами регионов, измеренного по прямой, без учета особенностей транспортной сети). На основании анализа имеющихся данных, а именно корреляции между наблюдаемой интенсивностью дружбы и предполагаемой интенсивностью, вычисляемой в зависимости от расстояния, установлено наличие двух вариантов зависимости между интенсивностью дружбы и межрегиональным расстоянием: до определенного порога (приблизительно 500 км) интенсивность дружбы убывает с расстоянием, а на расстояниях, превышающих этот порог, интенсивность дружбы не зависит существенным образом от расстояния между регионами. Этот пороговый характер зависимости проявляется как на всей совокупности рассматриваемых данных, так и на отдельных ее фрагментах, при условии, что в рассмотрение попадают регионы, лежащие на достаточно большом расстоянии. То же значение для порога зависимости проявляется при использовании кусочно-линейной регрессии для оценки параметров модели зависимости интенсивности дружбы от расстояния.

**Ключевые слова:** виртуальная дружба; межрегиональные связи; близость; метод главных потенциалов; кусочно-линейная регрессия

**Цитирование:** Ивлиева О.Д., Яшунский А.Д. (2019) О расстояниях, которых не знает дружба // Городские исследования и практики. Т. 4. № 1. С. 64–76. DOI: <https://doi.org/10.17323/usp41201964-76>

## Введение

С развитием и повсеместным распространением цифровых коммуникационных технологий меняется и набор факторов, влияющих на взаимосвязь и экономическое развитие территорий. Физическое расстояние между территориями, их географическая близость постепенно уступают место таким факторам, как общность по каким-либо признакам (принадлежность к одной социальной сети, общие культурные установки, единое правовое поле, институциональная общность, доступ к определенным источникам информации). Вместе с этим изменяется и само понимание близости (*proximity*). Если классическая концепция понимала под близостью в основном пространственную близость (то есть расстояние между объектами) [Audretsch, 1998; *Regional Development...*, 2014; Porter, 2000]<sup>1</sup>, то сейчас некоторые авторы и вовсе отдают пространству ничтожную роль в современных коммуникациях — речь об идее «смерти географии» и «плоском мире» [Фридман, 2007; Morgan, 2004]. Однако современный вариант концепции включает в себя рассмотрение близости как в физическом пространстве,

<sup>1</sup> См. также [Замятина, Пилясов, 2017].

так и в ряде других «пространств»: социальных, культурных, информационных и пр. [Basile, Capello, Caragliu, 2011; Boschma, 2005; Torre, Rallet, 2005]. А. Торре, один из ведущих теоретиков концепции, выделяет соответственно два вида близости: «географическую», обусловленную локальными взаимодействиями и соседством территорий, и «организованную», в основе которой лежат сетевые взаимодействия, возможные и на дальних расстояниях (это может быть социальная, культурная, институциональная близость) [Torre, Rallet, 2005].

Немало исследований посвящено тому, каким образом географическая близость влияет на взаимосвязи внутри тех или иных сообществ.

Исследования последних 50 лет показывают, что коммуникация между людьми преимущественно локальна и вероятность связи между людьми падает с убыванием географической близости по степенной либо по экспоненциальной функции [Brown, Moore, 1970; Freeman, Sunshine, 1976; Irwin, Hughes, 1992; Kleinberg, 2000]. Так, например, одна из ранних работ [Festinger et al., 1950] показала четкую зависимость числа дружеских связей от пространственной близости в кварталах студенческих общежитий. К менее однозначным выводам пришла Г. Дараганова [Daraganova et al., 2012]: на примере исследования структуры сообществ безработных в Австралии автор показала, что вероятность появления связи действительно зависит от географической близости между людьми, однако нельзя рассматривать ее как единственный фактор, влияющий на вероятность связи: существуют также и внутренние причины (network effects) внутри самого сообщества.

Несмотря на то что тема влияния физического расстояния на силу дружественных связей в сообществе остается центральной [McPherson et al., 2001; Mouw, Entwisle, 2006; Preciado et al., 2012], более поздние исследования рассматривают и другие типы социальных взаимодействий (соседские связи [Hipp, Perrin, 2009], сети научных контактов [Chandra et al., 2007] и др.).

Отдельные работы посвящены влиянию расстояния на интенсивность онлайн-коммуникации [Wellman et al., 2003; Goldenberg, Levy, 2009; Mok et al., 2010]. В частности, в работе «Distance is not dead: Social interaction and geographical distance in the internet era» Гольденберг и Леви показывают, что, несмотря на развитие цифровых технологий и транспорта, географическая близость все еще влияет на социальные взаимодействия.

Настоящее исследование продолжает тему исследований пространственных аспектов в эпоху онлайн-коммуникации и посвящено анализу отдельного типа виртуального взаимодействия, а именно — дружбы в виртуальной социальной сети. Особенность виртуального общения состоит в том, что оно нивелирует роль физического пространства в возможности взаимодействия между пользователями («дружить» онлайн могут люди, объединенные не территориальной близостью, а общими интересами). Таким образом, создается виртуальное пространство, где географическая близость (proximity) сменяется организованной близостью (по А. Торре), которая обеспечивается непространственными факторами (общие ценности, общие дистанционные проекты и т.д.). И, с другой стороны, сами социальные сети подвержены влиянию факторов «из реальности», а именно пространственной близости пользователей (чаще всего люди, с которыми есть контакт «вживую», становятся друзьями в социальной сети).

В этой связи особый интерес представляет анализ феномена виртуальной дружбы между пользователями в пространственном разрезе: интересно выявить, каким образом ее интенсивность зависит от физического расстояния между пользователями.

Таким образом, данная работа посвящена моделированию зависимости интенсивности дружеских связей от числа пользователей и расстояния между ними (то есть в терминах метода главных потенциалов [Смирнягин, 2011] — рассмотрению пространственных радиусов, где для дружбы действуют те или иные законы).

### Данные для исследования

В исследовании использовались данные проекта «Виртуальное население России» [Интерактивный атлас..., 2017], где собраны тематические наборы данных, полученные из анкет пользователей социальной сети «ВКонтакте», находящихся в открытом доступе (по состоянию на 2015 г.). Для целей данной работы был взят массив данных о дружеских связях пользователей с территориальной привязкой к муниципальным районам — «Дружба регионов», числе пользователей сети в этих районах — «Доля пользователей от числа жителей», а также использовались данные о взаимной удаленности районов (вычислялось кратчайшее расстоя-

ние «по прямой» между геометрическими центрами районов). К основным достоинствам этого набора данных можно отнести довольно большой охват «виртуальных» пользователей — социальная сеть «ВКонтакте» находится в числе самых популярных социальных сетей в России. Среди основных недостатков — ошибки в территориальной привязке среди пользователей, связанные со схожестью названий топонимов или полной их омонимией (например, пользователи случайно или намеренно указывают в качестве своего места жительства «Новгород» вместо «Нижний Новгород», деревню Москва Псковской области вместо города Москва и т. д.). В случае рассмотрения дружеских связей это приводит к появлению «фиктивных» пар районов с неоправданно интенсивной дружеской связью. Однако таких пар немного, и они достаточно легко идентифицируются при детальном рассмотрении.

Межрегиональная дружба рассматривалась на уровне муниципальных районов (а также городских округов и т. д.), к которым добавлены Москва, Петербург и Севастополь (де-юре являющиеся субъектами Федерации): далее для простоты будем все их называть *районами*. Всего имеется 2359 районов, которые какие-либо пользователи социальной сети указали в качестве своего места проживания. Из этих районов образуется 2 781 261 упорядоченная пара, для каждой из которых известно суммарное число дружеских связей между пользователями. Для 1 682 557 пар районов это число отлично от нуля.

### Сила дружеских связей в территориальном разрезе

Исследование абсолютных показателей числа дружеских связей между районами представляет не слишком большой интерес, поскольку вполне естественно ожидать, что между районами с большим количеством пользователей сети будет образовываться больше связей, чем между районами с малым числом пользователей. Это полностью подтверждается данными [*Интерактивный атлас...*, 2017], показывающими, что практически для всех наиболее значимых в абсолютном выражении межрегиональных дружеских связей одним из регионов в паре оказывается Москва или Санкт-Петербург — два района с наибольшим числом пользователей. Гораздо более интересна для изучения относительная мера дружбы между районами, равная отношению числа реализованных дружеских связей ( $F$ ) к максимально возможному числу дружеских связей:

$$\frac{F}{(U_1 \cdot U_2)},$$

где  $F$  — фактическое число связей, и — численность всех пользователей двух районов.

Характер изменения этой доли для различных пар районов отображается в материалах [*Интерактивный атлас...*, 2017] в виде картосхемы «Межрегиональная дружба: нераскрытый потенциал». Так как для разных пар районов доля реализованных дружеских связей сильно варьирует (от сотых до миллиардных долей), ее значения были переведены в баллы, которые по своей сути соответствуют логарифмической шкале, используемой и далее в настоящем исследовании. На картосхеме «Межрегиональная дружба: нераскрытый потенциал» 10 баллов соответствуют тому, что каждая существующая связь приходится на 100 возможных (то есть дружат примерно каждый десятый с каждым десятым), а уменьшение баллов вдвое соответствует уменьшению доли в 10 раз: если интенсивность 5 баллов, то имеется одна связь из 1000 возможных, а если 2,5 балла, то — одна связь из 10 000 возможных. С использованием этой шкалы визуализируются 100 пар районов с самой интенсивной дружбой [*Интенсивность дружбы регионов...*, 2017].

Если говорить об общей картине, то большинство сильных дружеских связей установлены между небольшими и близко расположенными районами в пределах основной полосы расселения, иными словами — в регионах с повышенной плотностью населения. Связи-исключения между далекими друг от друга районами (например, дружба Оленегорска Мурманской области и Аллаиховского района Якутии) заслуживают отдельного детального изучения, что не входит в задачи данной работы.

Одним из вариантов объяснений таких связей оказывается курьезным: они могут появляться из-за топонимической омонимии. Так, например, при выборе места проживания в социальной сети ошибались жители омонимичных Спасского района в Приморье и в Нижегородской области, тем самым создавая несуществующую дружбу между районами. Такое

же объяснение у дружбы Углегорска (ныне Циолковский) Амурской области и Углегорского района Сахалинской области, поселки городского типа Кедровый Томской области и Красноярского края.

Переходя к более частным наблюдениям, можно отметить, что в некоторых случаях потенциал дружеских связей между отдаленными районами за пределами основной полосы расселения раскрывается сильнее, чем в районах-соседях Европейской части России. Так, например, пользователи разных улусов Якутии и районов Чукотского автономного округа дружат несколько интенсивнее, чем пользователи разных районов Воронежской области — несмотря на то, что расстояния между поселками в разных улусах значительно дальше, чем между поселками в Воронежской области. Можно предположить, что тесная виртуальная дружба в Якутии и на Чукотке формируется именно благодаря большим расстояниям: она отчасти заменяет дефицит «реального» общения в изолированных районах.

Интересное наблюдение можно сделать, рассмотрев десять районов с максимально реализованной дружеской связью (рис. 1).

- 1 — Кызылский район — Тере-Хольский район
- 2 — Шарыповский район — Межгорье
- 3 — Кедровый — Кедровый
- 4 — Карталинский район — Локомотивный
- 5 — Краснопартизанский район — Михайловский
- 6 — Орловский район — Знаменский район
- 7 — Ужурский район — Солнечный
- 8 — Иультинский район — Провиденский район
- 9 — Осташковский район — Солнечный
- 10 — Красногорский район — Рогнединский район

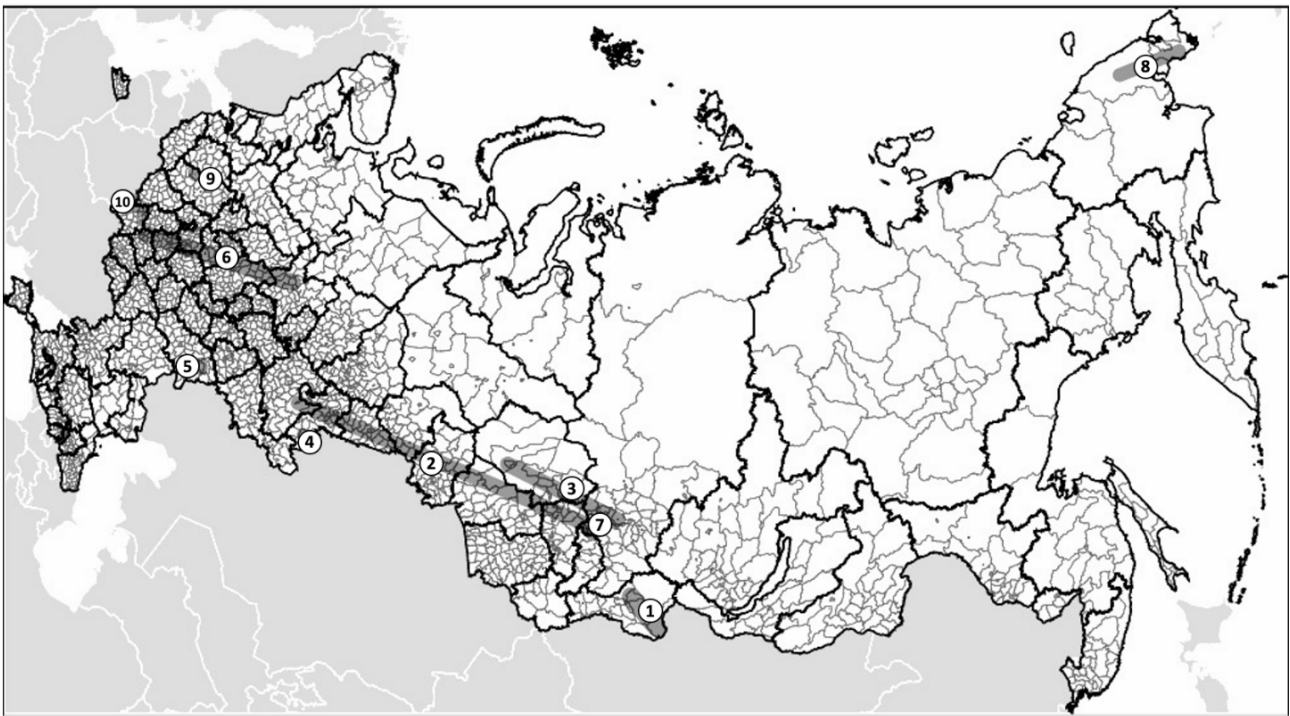


Рис. 1. Десять пар районов с максимально реализованной дружеской связью

Источник: [Интенсивность дружбы регионов..., 2017].

На рис. 1 видно, что в особую группу можно выделить «пары-матрешки», где один район располагается внутри другого: таким образом граничат поселок городского типа (далее — пгт) Солнечный и Ужурский район Красноярского края (5,72 балла), Михайловский и Крас-



нопартизанский районы Саратовской области (5,53 балла), пгт Солнечный с Осташковским районом Тверской области (5,22 балла) и пгт Локомотивный с Карталинским районом Челябинской области. Важное наблюдение состоит в том, что во всех четырех случаях «внутренний» поселок — действующее или упраздненное (как в случае с пгт Локомотивным) ЗАТО. Это красивый пример того, как закрытость территории, обусловленная политическими факторами, преодолевается за счет социальной близости и возможностей интернет-коммуникаций.

Суммируя все наблюдения, можно отметить, что сильнее всего дружеский потенциал реализуется в пределах основной полосы расселения, между небольшими районами-соседями, чаще всего между городом и окружающим его районом. Поэтому если рассматривать дружбу пользователей в сети как канал распространения нововведений, то наибольшую «проводимость» стоит ожидать именно среди таких районов.

Особую роль виртуальная коммуникация играет в отдаленных, труднодоступных районах страны с низкой плотностью населения, где общение «вживую» затруднено в силу сложностей с транспортным сообщением. Можно сказать, что физическое пространство здесь преодолевается за счет силы социальных сетей, в том числе виртуальных.

### Моделирование интенсивности дружеских связей

Достаточно естественной гипотезой об интенсивности межрайонных дружеских связей выглядит предположение об убывании интенсивности с ростом расстояния между районами. Для проверки этой гипотезы в качестве межрайонного расстояния использовалось расстояние между геометрическими центрами районов (центрами масс), подсчитанное по кратчайшему пути, без учета особенностей транспортной сети.

Одной из простейших зависимостей, позволяющих связать интенсивность дружбы и расстояния, является соотношение

$$\frac{F}{(U_1 U_2)} = \frac{g}{d^b},$$

где  $F$  — число дружеских связей между районами;  $U_1$  и  $U_2$  — число пользователей в каждом из районов;  $d$  — расстояние между районами;  $b$  и  $g$  — некоторые абсолютные константы. То есть фактически мы предполагаем, что интенсивность дружбы между районами  $\frac{F}{(U_1 U_2)}$  убывает пропорционально некоторой степени  $b$  расстояния  $d$  с коэффициентом пропорциональности  $g$ , характеризующим общий уровень «дружелюбности» между районами.

Рассматривая интенсивность дружбы как эмпирический аналог вероятности возникновения дружбы между пользователями из двух регионов, находящихся на расстоянии  $d$ , мы фактически предполагаем, что эта вероятность убывает как показательная функция (аналогично [Kleinberg, 2000]).

Отметим, что после несложных преобразований эта же зависимость может быть переписана в виде:

$$F = \frac{g (U_1 U_2)}{(d^b)},$$

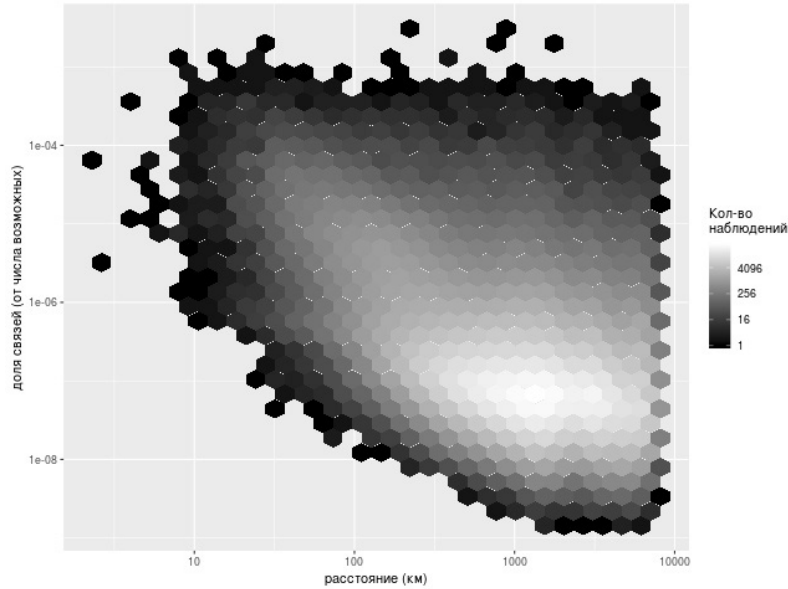
который характерен для описания интенсивности взаимодействия между потенциалами, [Смирнягин, 2011]. По аналогии с [Смирнягин, 2011] коэффициент  $b$  будем называть «трением пространства».

Для пар районов, у которых величина  $F$  отлична от нуля, рассматриваемую зависимость можно преобразовать к виду

$$\log \left( \frac{F}{(U_1 U_2)} \right) = \log g - b \log d,$$

что соответствует линейной зависимости между  $\log \left( \frac{F}{(U_1 U_2)} \right)$  и  $\log d$ , в которой константы  $b$  и  $g$  — параметры модели, которые нам предстоит установить.

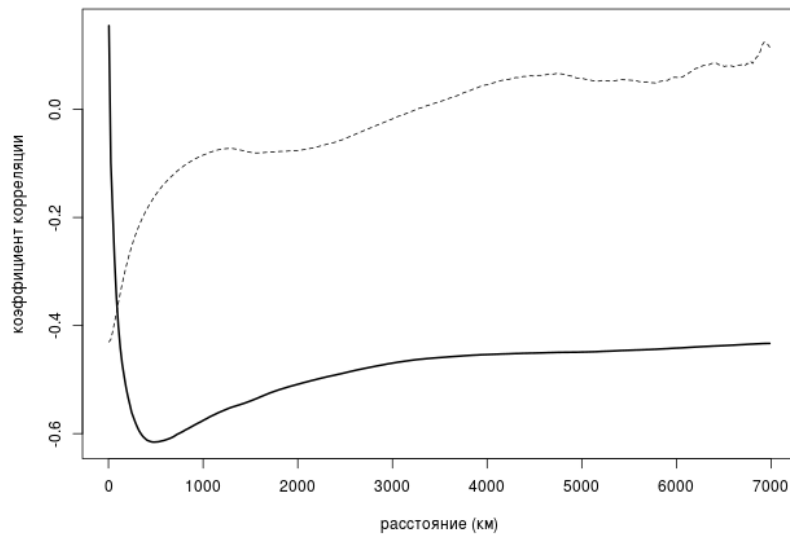
При изображении для каждой пары районов величин  $d$  и  $\left( \frac{F}{(U_1 U_2)} \right)$  в виде точек, используя логарифмическую шкалу на каждой из осей, получаем следующий график:



**Рис. 2.** Диаграмма рассеяния для доли дружеских связей в зависимости от расстояния между районами (для пар районов с ненулевым числом дружеских связей)

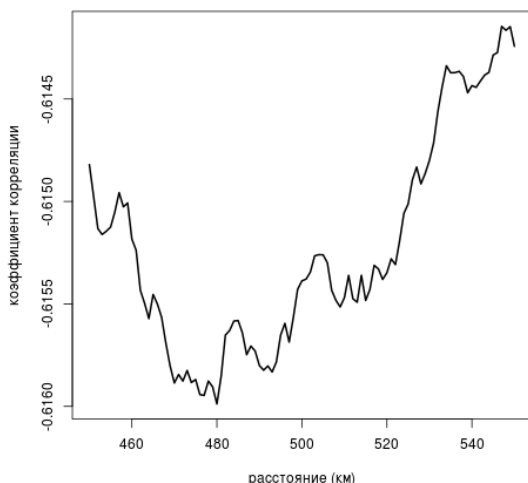
*Источник:* построено авторами по собственным данным и данным [Интерактивный атлас..., 2017].

На построенном графике (рис. 2) видно, что интенсивность дружеских связей действительно уменьшается с ростом расстояния между районами, однако более детальный анализ показывает, что описание этого убывания линейной функцией оказывается чересчур грубым приближением. Сравнивая корреляции между  $\log\left(\frac{F}{(U_1 U_2)}\right)$  и  $\log d$  на начальных отрезках графика (при  $d \leq x$  для некоторого  $x$ ) и конечных отрезках графика (при  $d > x$  для некоторого  $x$ ) можно заметить, что в первом случае мы имеем дело с сильной отрицательной корреляцией, а во втором — с корреляцией, близкой к нулю. Для того чтобы лучше представить общую картину, эти корреляции можно изобразить на графиках:



**Рис. 3.** Графики корреляции между  $\log\left(\frac{F}{(U_1 U_2)}\right)$  и  $\log d$  для пар с расстоянием не более  $x$  (сплошная линия) и с расстоянием больше  $x$  (пунктирная линия). Построено для пар районов с ненулевым числом дружеских связей

*Источник:* построено авторами по собственным данным и данным [Интерактивный атлас..., 2017].



**Рис. 4. Фрагмент графика корреляции между  $\log\left(\frac{F}{U_1 U_2}\right)$  и  $\log d$  для пар с расстоянием не более  $x$ . Построено для пар районов с ненулевым числом дружеских связей**

Источник: построено авторами по собственным данным и данным [Интерактивный атлас..., 2017].

парам районов оказывается чуть выше. Есть и более существенные проявления этого эффекта: к регионам, в которых сужение рассматриваемой группы пар до расположенных на расстоянии менее 480 км не усиливает, а, наоборот, ослабляет корреляцию между  $\log\left(\frac{F}{U_1 U_2}\right)$  и  $\log d$ , относятся: Амурская область, Сахалинская область, Чукотский автономный округ, Республика Коми, Республика Саха (Якутия). Это легко объяснимо в свете того, что указанные субъекты Федерации составлены из относительно малого числа районов, расположенным притом на существенном расстоянии.

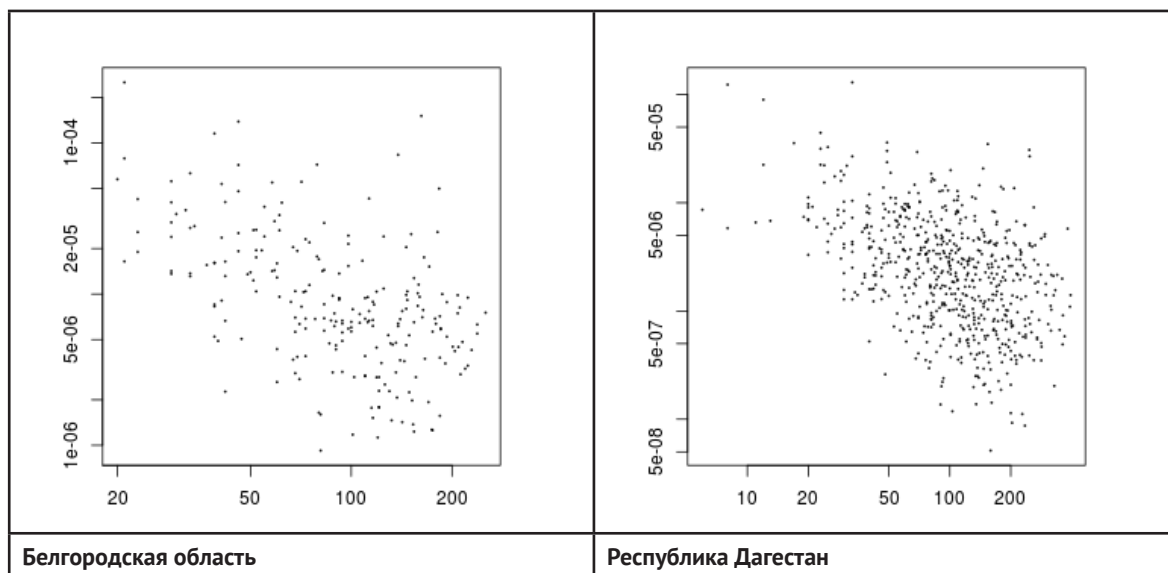
Однако в целом для отдельно взятых регионов корреляция по районам на расстоянии не более 480 км между рассматриваемыми величинами лежит в диапазоне от -0,4 до -0,8. Наиболее заметные отклонения наблюдаются в Республике Ингушетия, Камчатском крае, Магаданской области, Омской области, Орловской области, Чукотском автономном округе и Республике Алтай. Каждый из этих случаев может представлять интерес для отдельного исследования, но вряд ли может служить основанием для опровержения рассматриваемой модели.

У графика корреляций на начальных отрезках (рис. 3) есть ярко выраженный минимум, положение которого представляется естественной границей между двумя типами пар районов — тех, для которых расстояние влияет на интенсивность дружбы, и тех, для которых между этими величинами нет статистически значимой связи. Увеличенный фрагмент графика позволяет даже точно определить точку, в которой этот минимум достигается. Это происходит при  $d = 480$  км (рис. 4).

Для районов, находящихся друг от друга на расстоянии не более 480 км, корреляция между  $\log\left(\frac{F}{U_1 U_2}\right)$  и  $\log d$  достигает -0,616, при этом такая корреляция для пар районов на расстоянии более 480 км составляет лишь -0,163.

Если сузить множество рассматриваемых дружеских связей до внутренних связей какого-либо субъекта Федерации, то чаще всего рассматриваемые пары районов будут укладываться в модель, подразумевающую убывание интенсивности с расстоянием — это вполне естественно с учетом того, что лишь немногие регионы имеют диаметр, существенно превышающий 480 км.

Построенные для некоторых субъектов Федерации диаграммы рассеяния представлены на рис. 5, соответствующие коэффициенты корреляции сведены в табл. 1. Отметим, что в случае Забайкальского края корреляция по всем



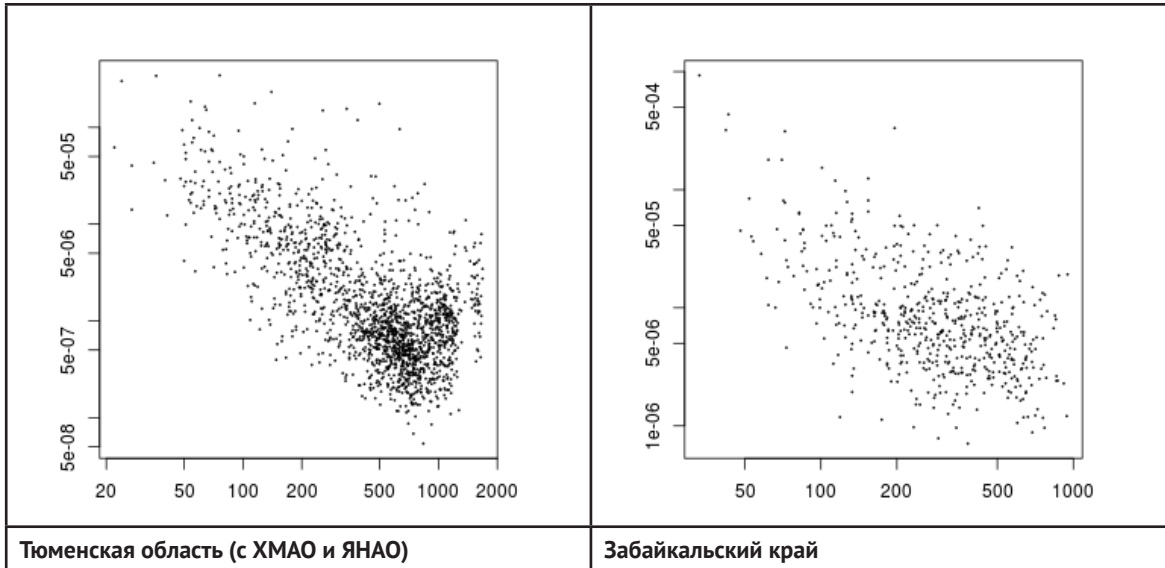


Рис. 5. Диаграммы рассеяния для доли дружеских связей в зависимости от расстояния между районами (внутри выбранных субъектов Федерации для пар районов с ненулевым числом дружеских связей). На горизонтальной оси – расстояние в (км), на вертикальной – доля дружеских связей от общего числа возможных

Источник: построено авторами по собственным данным и данным [Интерактивный атлас..., 2017].

Таблица 1. Корреляция интенсивности дружбы и расстояния в некоторых субъектах Федерации.

| Субъект Федерации                 | Коэффициенты корреляции между $\log\left(\frac{F}{(U_1 U_2)}\right)$ и $\log d$ для пар с ненулевым числом дружеских связей |  |
|-----------------------------------|---|--|
|                                   | по всем парам районов   | по парам на расстоянии не более 480 км |
| Белгородская область              | -0,518  | -0,518                                 |
| Республика Дагестан               | -0,46   | -0,46                                  |
| Тюменская область (с ХМАО и ЯНАО) | -0,663  | -0,686                                 |
| Забайкальский край                | -0,533  | -0,513                                 |

Источник: составлено авторами по данным [Интерактивный атлас..., 2017].

Наша дальнейшая цель будет состоять в оценке параметров модели, а именно величин  $g$  и  $b$  на каждом из двух выделенных отрезков – с сильной и слабой зависимостью интенсивности дружбы от расстояния. Для этого можно воспользоваться кусочно-линейной регрессией (см., например, [Singpurwalla, 1974]), выбрав в качестве зависимой переменной  $\log\left(\frac{F}{(U_1 U_2)}\right)$ , а в качестве независимой –  $\log d$ . Другой рассматриваемой моделью является экспоненциальное убывание интенсивности дружбы с расстоянием [Freeman, Sunshine, 1976], однако такая модель не дает существенно лучшего приближения для имеющихся экспериментальных данных и не объясняет выявленный порог изменения корреляционной зависимости между интенсивностью и расстоянием. Коэффициент детерминации у экспоненциальной модели равен 0,07, что, как будет показано далее, существенно меньше аналогичного коэффициента для рассматриваемой нами модели.

Отметим, что правомерность применения линейной регрессии в данной задаче может вызывать определенные сомнения, поскольку предположение о гомоскедастичности данных (то есть постоянстве дисперсии при изменяющемся параметре  $\log d$ ) выполняется лишь в некотором приближении. На интервалах значений  $\log d$  длины 0,1 дисперсия может из-



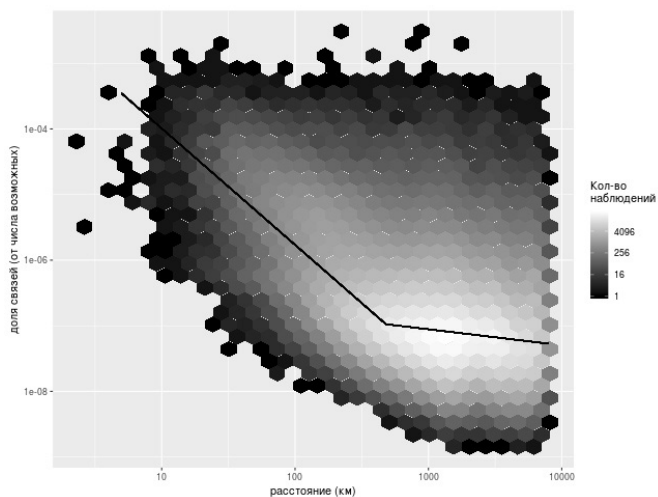
меняться от 0,94 до 4,33, хотя столь большая дисперсия и является скорее исключением, нежели правилом. В основном значения дисперсии на таких интервалах лежат от 1 до 2,5, что с учетом среднего значения  $\log\left(\frac{F}{(U_1 U_2)}\right)$ , равного -16,16, позволяет все-таки использовать линейную регрессию для приближенной оценки интересующих нас параметров.

Подбор параметров  $g$  и  $b$  фактически заключается в построении кусочно-линейной функции, наилучшим образом аппроксимирующей рассматриваемый набор данных. Помимо искомым параметров  $g$  и  $b$  в качестве третьего параметра при кусочно-линейной регрессии из двух линейных фрагментов будет выступать точка, в которой одна линейная зависимость сменяется другой (предварительно оцененная нами как  $d = 480$  км). Одним из методов определения наилучшего значения для такой точки является максимизация суммарного коэффициента детерминации кусочно-линейной модели. Численные эксперименты в среде  $R$  показывают, что с этой точки зрения одинаково подходящими на роль граничной точки являются любые точки, лежащие между 400 и 500 км — соответствующие им коэффициенты детерминации отличаются лишь тысячными долями и приблизительно равны 0,4, что является максимальным значением среди всевозможных коэффициентов детерминации для кусочно-линейных моделей с двумя линейными фрагментами.

При использовании в качестве граничной точки  $d = 480$ , получаем следующие параметры модели:

- для  $d \leq 480$ :  $b = 1,774865$   $g = 0,006062282$ , коэффициент детерминации  $R^2 = 0,3794$ ;
- для  $d > 480$ :  $b = 0,246626$   $g = 4,887098e-07$ , коэффициент детерминации  $R^2 = 0,02664$ .

Полученная кусочно-линейная функция изображена вместе с диаграммой рассеяния исходных данных на рис. 6.



**Рис. 6.** Диаграмма рассеяния для доли дружеских связей в зависимости от расстояния между районами (для пар районов с ненулевым числом дружеских связей) с наложенной на нее линией тренда (изображена черным цветом), полученной с помощью кусочно-линейной регрессии

*Источник:* составлено авторами по данным [Интерактивный атлас..., 2017].

## Выводы

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Пространственная структура дружеских связей неоднородна — максимально потенциал дружеских связей реализуется в пределах основной полосы расселения, между небольшими районами, соседями 1–2-го порядка.

Среди самых сильных связей довольно часто встречается тип дружбы «город — окружающий его муниципальный район» и особенно интенсивны связи между некоторыми ЗАТО и районами

вокруг них: в 10 пар с наибольшей интенсивностью попали 4 таких случая (см. *рис. 1*). Эти случаи, по-видимому, требуют отдельного полевого исследования и интерпретации, однако уже на данном этапе можно сказать, что это наглядная иллюстрация того, как ограниченная доступность территории преодолевается за счет социальной близости в виртуальном пространстве.

В общем случае можно констатировать, что реализация потенциала дружбы в виртуальном пространстве социальной сети зависит от интенсивности реальных контактов между пользователями. Это подтверждается моделированием зависимости интенсивности дружеских связей от расстояния между районами.

Первый вывод состоит в том, что эта зависимость действительно имеет место — доля реализованных дружеских связей падает с расстоянием. Второй важный вывод: дистанция, на которой эта зависимость существенным образом проявляется, ограничена и составляет около 480 км. Для пар районов, находящихся друг от друга на большем расстоянии, зависимость от расстояния не проявляется или проявляется незначительно. Моделирование интенсивности дружеских связей позволило оценить константы для каждого из двух типов межрайонной дружбы. Вычисление константы  $b$  (трения пространства) представляет интерес с точки зрения оценки скорости распространения информации по виртуальным дружеским сетям. Таким образом было выявлено, что для интенсивности дружбы существует две принципиально разные зоны, с разным трением пространства: до 480 км с приблизительным значением трения, равным 1,8, и после 480 км, где трение пространства практически не проявляется.

Настоящая работа дополняет общий пул исследований, посвященных изучению пространственного аспекта в формировании сетевых сообществ, и показывает, что для виртуальных сообществ географическая близость также имеет значение (в зоне с радиусом 480 км). Однако данное исследование — лишь первый шаг в понимании территориальных закономерностей в образовании дружеских связей между пользователями. Будет интересно проверить, насколько выявленные выше общие закономерности изменения интенсивности с расстоянием сохраняются при переходе к различным подсистемам в системе всех внутрироссийских дружеских связей. Так, в частности, возможна классификация субъектов Федерации по характерному для них значению трения пространства, поскольку эти значения, по-видимому, будут отклоняться от найденной в настоящей работе оценки 1,8 для этого показателя. Также дальнейшие уточнения возможны при рассмотрении межрайонного расстояния, учитывающего транспортную инфраструктуру, и, наконец, практически не исследованным остается массив информации, касающейся возрастных характеристик виртуальной дружбы.

## Благодарность

Авторы выражают благодарность А.В. Потураевой и Н.Ю. Замятиной за обсуждения, способствовавшие написанию данной работы.

## Источники

- Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н. (2017) Концепция близости: зарубежный опыт и перспективы применения в России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. № 3. С. 8–21.
- Интерактивный атлас «Виртуальное население России» (2017) Режим доступа: <http://webcensus.ru> (дата обращения: 11.05.2020).
- Интенсивность дружбы регионов (2017) // Интерактивный атлас «Виртуальное население России». Режим доступа: <http://webcensus.ru/vmap/интенсивность-дружбы-регионов/> (дата обращения: 11.05.2020).
- Смирнягин Л.В. (2011) Районирование общества: методика и алгоритмы // Общественная география: многообразие и единство. Москва–Смоленск. С. 55–82.
- Фридман Т. (2007) Плоский мир. Краткая история XXI века. М.: АСТ.
- Audretsch B. (1998) Agglomeration and the location of innovative activity // Oxford review of economic policy. Oxford: Oxford University Press. P. 18–29.
- Basile R., Capello R., and Caragliu A. (2011) Interregional Knowledge Spillovers and Economic Growth: The Role of Relational Proximity // Drivers of Innovation, Entrepreneurship and Regional Dynamics / K. Kourtit et al. (Eds.). Berlin: Springer-Verlag. P. 21–43.
- Boschma R.A. (2005) Proximity and innovation: a critical assessment // Regional Studies. Vol. 39 (1). P. 61–74.

- Brown L.A., Moore E.G. (1970) Urban acquaintance fields: an evaluation of a spatial model//*Environment and Planning A: Economy and Space*. Vol.2 (4). P. 443–454.
- Chandra A.K., Hajra K.B., Kumar Das P., Sen P. (2007) Modeling temporal and spatial features of collaboration network//*International Journal of Modern Physics C*. Vol. 18 (7). P. 1157–1172.
- Daraganova G., Pattison P., Koskinen J., Mitchell B., Bill A., Watts M., Baum S. (2012) Networks and geography: Modelling community network structures as the outcome of both spatial and network processes//*Social Networks*. Vol. 34(1). P. 6–17.
- Festinger L., Schachter S., Back K. (1950) The spatial ecology of group formation//*Social pressure in informal groups*. Stanford: Stanford University Press. P. 33–60.
- Freeman L.C., Sunshine M.H. (1976) Race and intra-urban migration//*Demography*. Vol.13 (4). P. 571–575.
- Goldenberg J., Levy M. (2009) Distance is not dead: Social interaction and geographical distance in the internet era//*Computers and Society*. arXiv preprint. arXiv:0906.3202.
- Hipp J.R., Perrin A.J. (2009) The Simultaneous Effect of Social Distance and Physical Distance on the Formation of Neighborhood Ties//*City & Community*. Vol. 8 (1). P. 5–25.
- Irwin M., Hughes H. (1992) Centrality and structure of urban interaction: measures, concepts and application//*Social Forces*. Vol. 71 (1). P. 17–51.
- Kleinberg J.M. (2000) Navigation in a small world//*Nature*. Vol. 406. P. 845.
- McPherson M., Smith-Lovin L., Cook J.M. (2001) Birds of a Feather: Homophily in Social Networks//*Annual Review of Sociology*. Vol. 27. P. 415–444.
- Mok D., Wellman B., Carrasco J. (2010) Does distance matter in the age of the Internet?//*Urban Studies*. Vol. 47. P. 2747–2783.
- Morgan K. (2004) The exaggerated death of geography: learning, proximity and territorial innovation systems//*Journal of Economic Geography*. Vol. 4 (1). P. 3–21.
- Mouw T., Entwisle B. (2006) Residential Segregation and Interracial Friendship in Schools//*American Journal of Sociology*. Vol. 112 (2). P. 394–441.
- Porter M. (2000) Locations, clusters, and company strategy (Chapter 13)//*The Oxford Handbook of Economic Geography*/G. L. Clark, M. S. Gertler and M. P. Feldman (Eds.). Oxford: Oxford University Press. P. 253–274.
- Preciado P., Snijders T.A.B., Burk W.J., Stattin H., Kerr M. (2012) Does proximity matter? Distance dependence of adolescent friendships//*Social Networks*. Vol. 34 (1). P. 18–31.
- Regional Development and Proximity Relations (2014)/A. Torre, F. Wallet (Eds.). Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar. P. 376.
- Singpurwalla N.D. (1974) Estimation of the join point in a heteroscedastic regression model arising in accelerated life tests//*Communications in Statistics*. Vol. 3 (9). P. 853–863.
- Torre A., Rallet A. (2005) Proximity and localization//*Regional Studies*. Vol.39(1). P. 47–59.
- Wellman B., Quan-Haase A., Boase J., Chen W., Hampton K., Díaz I., Miyata K. (2003) The Social Affordances of the Internet for Networked Individualism//*Journal of Computer-Mediated Communication*. Vol. 8(3).

# OLGA IVLIEVA, ALEXEY YASHUNSKY

## ON THE DISTANCES THAT FRIENDSHIP IGNORES

**Olga D. Ivlieva**, MA in Urban Planning, Chief Specialist at Moscow Genplan Institute; 2/14 2-ya Brestskaya Street, Moscow, 125047, Russian Federation.

E-mail: [olya.ivlieva@gmail.com](mailto:olya.ivlieva@gmail.com)

**Alexey D. Yashunsky**, PhD, Leading Research Fellow, RAS Keldysh Institute of applied mathematics; Keldysh Institute of Applied Mathematics, 4 Miusskaya sq., Moscow, 125047, Russian Federation.

E-mail: [alexey.yashunsky@gmail.com](mailto:alexey.yashunsky@gmail.com)

### Abstract

This article uses data from the project “The virtual population of Russia” to investigate the intensity of friendship between users of the social network site VKontakte living in different regions. This intensity can be seen as a measure of interregional interaction and of the proximity of extra-territorial regions. Quantitative friendship intensity between pairs of regions was measured as the ratio of total interregional friendship connections registered in VKontakte to the number of potentially possible friendship connections: the product of numbers of users in a pair of regions. We consider the dependence of friendship intensity on interregional distance under the assumption of an exponential decay of intensity as distance (measured between centers of regions as the crow flies regardless of the transport network) grows. The analysis of our data, namely the correlation between real friendship intensity and the modeled intensity computed as a function of distance, shows two different types of dependency between friendship intensity and distance: up to a certain threshold (approximately 500km), friendship intensity decreases as the distance grows, while at distances above this threshold the intensity of friendship demonstrates essentially no dependence on interregional distance. This threshold character of dependence is visible in both the entire data set and its parts, as long as they contain regions that are sufficiently far apart. The same value of the threshold follows from estimating the friendship intensity decay model parameters using a piecewise linear regression model.

**Key words:** virtual friendship; interregional links; proximity; major potential method; piecewise linear regression

**Citation:** Ivlieva O.D., Yashunsky A.D. (2019) On the Distances That Friendship Ignores. *Urban Studies and Practices*, vol. 4, no 1, pp. 64–76 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.17323/usp41201964-76>

### References

- Audretsch B. (1998) Agglomeration and the Location of Innovative Activity. *Oxford review of economic policy*. Oxford: Oxford University Press, pp. 18–29.
- Basile R., Capello R., Caragliu A. (2011) Interregional Knowledge Spillovers and Economic Growth: The Role of Relational Proximity. *Drivers of Innovation, Entrepreneurship and Regional Dynamics*/K. Kourtit et al. (eds.). Berlin: Springer-Verlag, pp. 21–43.
- Boschma R.A. (2005) Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, vol. 39, no 1, pp. 61–74.
- Brown L.A., Moore E.G. (1970) Urban Acquaintance Fields: An Evaluation of a Spatial Model. *Environment and Planning A: Economy and Space*, vol. 2, no 4, pp. 443–454.
- Chandra A.K., Hajra K.B., Kumar Das P., Sen P. (2007) Modeling Temporal and Spatial Features of Collaboration Network. *International Journal of Modern Physics C*, vol. 18, no 7, pp. 1157–1172.
- Daraganova G., Pattison P., Koskinen J., Mitchell B., Bill A., Watts M., Baum S. (2012) Networks and Geography: Modelling Community Network Structures as the Outcome of Both Spatial and Network Processes. *Social Networks*, vol. 34, no 1, pp. 6–17.
- Festinger L., Schachter S., Back K. (1950) The Spatial Ecology of Group Formation. *Social Pressure in Informal Groups*. Stanford: Stanford University Press, pp.33–60.

- Freeman L.C., Sunshine M.H. (1976) Race and Intra-Urban Migration. *Demography*, vol. 13, no 4, pp. 571–575.
- Fridman T. (2007) Ploskiy mir. Kratkaya istoriya XXI veka [A Flat World. Brief History of XXI century]. M.: AST. (In Russian)
- Goldenberg J., Levy M. (2009) Distance Is Not Dead: Social Interaction and Geographical Distance in the Internet Era. *Computers and Society*. arXiv preprint. arXiv:0906.3202.
- Hipp J.R., Perrin A.J. (2009) The Simultaneous Effect of Social Distance and Physical Distance on the Formation of Neighborhood Ties. *City & Community*, vol. 8, no 1, pp. 5–25.
- Intensivnost' druzhby regionov (2017) [The Intensity of Regions Friendship] *Interaktivnyy atlas "Virtual'noye naseleniye Rossii"* [The Interactive Atlas "Virtual Population of Russia"]. Available at: <http://webcensus.ru/vmap/intensivnost-druzhiby-regionov/> (accessed 11.05.2020).
- Interaktivnyy atlas "Virtual'noye naseleniye Rossii" (2017) [The Interactive Atlas "Virtual Population of Russia"]. Available at: <http://webcensus.ru> (accessed 11.05.2020). (In Russian)
- Irwin M., Hughes H. (1992) Centrality and Structure of Urban Interaction: Measures, Concepts and Application. *Social Forces*, vol. 71, no 1, pp. 17–51.
- Kleinberg J.M. (2000) Navigation in a Small World. *Nature*, vol. 406, p. 845.
- McPherson M., Smith-Lovin L., Cook J.M. (2001) Birds of a Feather: Homophily in Social Networks. *Annual Review of Sociology*, vol. 27, pp. 415–444.
- Mok D., Wellman B., Carrasco J. (2010) Does Distance Matter in the Age of the Internet? *Urban Studies*, vol. 47, pp. 2747–2783.
- Morgan K. (2004) The Exaggerated Death of Geography: Learning, Proximity and Territorial Innovation Systems. *Journal of Economic Geography*, vol. 4, pp. 3–21.
- Mouw T., Entwisle B. (2006) Residential Segregation and Interracial Friendship in Schools. *American Journal of Sociology*, vol. 112, no 2, pp. 394–441.
- Porter M. (2000) Locations, Clusters, and Company Strategy (chapter 13). *The Oxford Handbook of Economic Geography* / G. L. Clark, M. S. Gertler, and M. P. Feldman (eds.). Oxford: Oxford University Press, pp. 253–274.
- Preciado P., Snijders T.A.B., Burk W.J., Stattin H., Kerr M. (2012) Does proximity matter? Distance Dependence of Adolescent Friendships. *Social Networks*, vol. 34, no 1, pp. 18–31.
- Regional Development and Proximity Relations (2014) / A. Torre, F. Wallet (eds.). Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- Singpurwalla N. D. (1974) Estimation of the Join Point in a Heteroscedastic Regression Model Arising in Accelerated Life Tests. *Communications in Statistics*, vol. 3, no 9, pp. 853–863.
- Smirnyagin L.V. (2011) Rayonirovanie obschestva: metodika i algoritmy [Zoning of Society: The Methods and the Algorithms]. *Obschestvennaya geografiya: mnogoobrazie i edinstvo* [Human Geography: Variety and Unity]. Moskva-Smolensk: Oykumena. (In Russian)
- Torre A., Rallet A. (2005) Proximity and Localization. *Regional Studies*, vol. 39, no 1, pp. 47–59.
- Wellman B., Quan-Haase A., Boase J., Chen W., Hampton K., Díaz I., Miyata K. (2003) The Social Affordances of the Internet for Networked Individualism. *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 8, no 3.
- Zamyatina N. Yu., Pilyasov A. N. (2017) Kontseptsiya blizosti: zarubezhnyy opyt i perspektivy primeneniya v Rossii [The Concept of Proximity: Foreign Experience and Prospects of Applying in Russia]. *Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, vol. 3, pp. 8–21. (In Russian)