

**В.И. БЛАНУЦА**Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, blanutsa@list.ru**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОГРАФИИ СВЯЗИ:  
ТРЕНДЫ, МЕТАЗАДАЧИ, НОВЫЕ СЕТИ**

*Дано обобщение мирового опыта исследований по географии связи для определения будущих направлений познания пространственно-временного развертывания и функционирования телекоммуникационных сетей. С помощью авторского алгоритма семантического поиска публикаций в библиографических базах данных обнаружено около 400 статей по географии связи в научных журналах всех стран за период 1981–2020 гг. Анализ этих публикаций показал, что изучались шесть видов связи (оптоволоконная, мобильная, телефонная, почтовая, телеграфная и спутниковая) в рамках инфраструктурного, статистического, импактного, потокового и оптимизационного направлений географии связи. Для выявления трендов использовались методы скользящей средней и бипропорциональных индексов. Линейная экстраполяция трендов изменения количества публикаций по видам связи и научным направлениям позволила предположить, что в дальнейшем предпочтение будет отдаваться географическому изучению оптоволоконных и мобильных сетей в рамках инфраструктурного и статистического подходов при стремлении к оптимизации линейно-узловой структуры. На основе сравнительного анализа нерешенных задач установлено, что в будущем в первую очередь должны быть рассмотрены следующие метазадачи: перенос опыта географического изучения одного вида связи на другие виды, использование больших данных операторов связи для географического анализа функционирования сетей, переход от описательной к конструктивной географии связи, выявление географических закономерностей развертывания телекоммуникационных сетей и разработка концепции территориального телекоммуникационного комплекса. В качестве перспективных объектов исследования выделены сети межмашинного обмена информацией, мобильной связи 6G и полифункциональная.*

**Ключевые слова:** телекоммуникация, линейно-узловая структура, пространственно-временное развертывание, географическая закономерность, территориальный телекоммуникационный комплекс, сеть 6G.

**V.I. BLANUTSA**V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, blanutsa@list.ru**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF COMMUNICATION GEOGRAPHY:  
TRENDS, META-TASKS, NEW NETWORKS**

*This article is devoted to the generalization of the world experience of research on communication geography in order to define future directions of studying the spatial and temporal deployment and functioning of telecommunications networks. The author's semantic search algorithm for publications in bibliographic databases is used to reveal about 400 articles on communication geography published during 1981–2020 in scientific journals of all countries. An analysis of these publications showed that six types of communication (fiber-optic, mobile, telephone, postal, telegraph and satellite communications) were studied within the framework of infrastructural, statistical, impact, streaming and optimization directions of communication the geography. The methods of moving average and bi-proportional indices were used to identify trends. Linear extrapolation of trends in the number of publications by type of communication and scientific directions suggested that in the future preference will be given to the geographical study of fiber-optic and mobile networks within the framework of infrastructural and statistical approaches in an effort to optimize the line-nodal structure. Based on a comparative analysis of unsolved problems, it is established that in the future, first of all, it is necessary to solve the following meta-tasks: transferring the experience of geographical study of one type of communication to other types; using «big data» of telecom operators for geographical analysis of the functioning of networks; the transition from descriptive to constructive communication geography; identification of geographical patterns for deployment of telecommunication networks, and the development of a territorial telecommunications complex concept. A network*

*of machine-to-machine information exchange, a 6G mobile communication network and a multifunctional network are identified as promising objects of research.*

**Keywords:** *telecommunications, line-nodal structure, spatio-temporal deployment, geographical pattern, territorial telecommunications complex, 6G network.*

## ВВЕДЕНИЕ

География связи нацелена на познание пространственно-временного развертывания и функционирования систем (сетей) дистанционного обмена информацией. Отсюда следует, что телевидение и радио не относятся к системам связи, так как они генерируют однонаправленный поток информации (вещание), а эпизодическая обратная связь осуществляется через иные — не телерадиовещательные — каналы (исключение составляет интерактивное IP-телевидение, предоставляющее пользователю возможность переформатирования контента в режиме реального времени). Другим следствием из приведенного определения является вынесение за рамки географии связи изучения социальных сетей и виртуальных пространств. Исключением могут быть только работы, связывающие виртуальное пространство с реальной телекоммуникационной инфраструктурой.

Рассматриваемая научная дисциплина начала формироваться в 1960-х гг. [1–3]. Однако отдельные разработки, не претендующие на создание научной дисциплины, выполнялись и ранее. Например, в нашей стране в 1930-е гг. в некоторых специализированных учебных заведениях велось преподавание географии почтовой связи [4, 5]. В 1960–1970-х гг. публикации по географии связи появлялись относительно редко, и только с начала 1980-х гг. в научных журналах мира стало фиксироваться не менее одной статьи в год. В России на необходимость развития географии связи было обращено внимание во второй половине 1990-х гг. в статьях Н.В. Алисова и Т.М. Вальковой [6, 7]. В целом существенный рост публикационной активности произошел только в XXI в. При этом за шесть десятилетий опубликовано всего несколько обобщающих статей [8–11], а научным перспективам развития данной дисциплины в третьем десятилетии нынешнего века не посвящено ни одно исследование. По этой причине целью нашей работы стало обобщение мирового опыта исследований по географии связи для определения будущих направлений познания пространственно-временного развертывания и функционирования телекоммуникационных сетей.

При идентификации перспектив развития научной дисциплины целесообразно исходить из того, что будущее познание может быть связано с достижениями предыдущих работ («эффект колее»), нерешенными задачами и появлением новых объектов исследования. Применительно к географии связи это выражается в уяснении доминирующих тенденций (трендов), определении нерешенных метазадач (задач более высокого уровня, чем задачи конкретного исследования) и изучении новых видов телекоммуникационных сетей. Такое понимание перспектив определило структуру нашего исследования, в основе которого лежит анализ мирового опыта географического познания систем связи. Остальные составляющие развития (институциональные факторы, объем финансирования, кадровый потенциал и др.) остались за рамками настоящей работы.

Географическая проблематика развертывания и функционирования телекоммуникационной инфраструктуры частично рассматривалась в коммуникационной географии (трансформация пространства и времени в результате коммуникаций между территориально распределенными агентами [12]), географии Интернета [13], Wi-Fi-географии [14] и информационно-сетевой географии [15], а также при изучении цифрового неравенства [16] и пространственной диффузии цифровых инноваций [17]. Однако размеры пересечения, дополнения и согласования (рассогласования) между этими научными направлениями и географией связи не анализировались. Из перечисленных направлений взяты только те публикации, в которых исследовалась телекоммуникационная инфраструктура.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исходным материалом для нашего исследования стал мировой массив журнальных статей по географии связи. Выбор именно журналов обусловлен доступностью их текстов через международные библиографические базы данных, в то время как другие виды публикаций — материалы конференций, сборники статей и монографии — лишь частично представлены в базах данных (особенно это относится к работам XX в.). При этом поиск в базах с помощью ключевых слов не позволяет выявить все искомые статьи из-за отсутствия общепринятого понятийно-терминологического аппарата (подробнее см. [17]), что предопределило необходимость обращения к семантическому поиску, в котором отбор необходимых публикаций осуществляется по смысловому соединению терминов. Для этого использо-

вался авторский алгоритм поиска, представляющий собой систему машинного обучения с итерационным расширением семантического поля [17]. В качестве ограничителей поиска выступали хронологические рамки в 40 лет (1981–2020 гг. как время с ненулевым ежегодным количеством публикаций по географии связи) и отбор статей только на кириллице и латинице. Соответственно статьи, опубликованные в другие годы или с применением иных алфавитов, в работе не анализировались.

Для определения трендов использовались метод скользящего среднего, позволяющий сглаживать ежегодные колебания количества статей и выявлять общую тенденцию, и бипропорциональные индексы, количественно оценивающие изменения каждого объекта (направления, вида) на фоне динамики всех объектов (особенности применения обоих способов для обнаружения трендов публикационной активности приведены в [17]). В основе первого метода лежит расчет среднего ежегодного количества публикаций для некоторого хронологического окна (не менее половины рассматриваемых лет плюс один год, в нашем случае окно равно 21 году), которое постепенно смещается от начала до конца исследуемого отрезка времени. В итоге получается кривая линия, по направленности которой можно судить о доминирующей тенденции (обычно выделяют восходящий, нисходящий или боковой тренд).

Второй метод связан с последовательным вычислением индексов на основе исходных данных о количестве статей в разные периоды (в нашем случае выбраны пятилетние) для рассматриваемых объектов по следующей схеме. Временной ряд значений (восемь периодов) по каждому объекту пропорционально исходным данным преобразуется таким образом, чтобы сумма всех значений ряда равнялась  $100m$  ( $m$  — количество периодов). Далее ряд предыдущих значений по каждому периоду преобразуется в сумму  $100n$  ( $n$  — количество объектов), затем опять трансформируются предыдущие значения для получения суммы  $100m$ . Потом все повторяется для получения  $100n$ , и так происходит до тех пор, пока одновременно не получится  $100m$  и  $100n$ . Эти итоговые значения по каждому объекту в определенный период времени интерпретируются как опережающие (более 100 единиц), отстающие (менее 100) и соответствующие (равно 100) совместной динамике всех объектов. Получается не просто тренд отдельно взятого объекта (как в первом методе), а тренд рассматриваемого объекта с учетом динамики остальных объектов.

При определении основных направлений, метазадач и новых сетей использовался сравнительный метод. В первых двух случаях сопоставление между собой выявленных статей позволяло обнаружить сходство исследовательских подходов и объединить их в группы (направления, метазадачи). В третьем случае сравнение существующих публикаций по географии связи со специализированной литературой по развитию систем дистанционной передачи информации открывало возможность идентификации неизученных телекоммуникационных сетей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Массив статей.** В результате семантического поиска в библиографических базах данных, представленных в Интернете, обнаружено 398 статей по географии связи, которые опубликованы в 1981–2020 гг. в 201 журнале (из них 58 — географические издания). Больше всего публикаций размещено в журналах *Telecommunications Policy* (51 статья), «География и природные ресурсы» (10), *Computer Networks* (8) и *Telematics and Informatics* (8). Если разделить анализируемое время на пятилетние периоды, то можно зафиксировать существенный рост количества статей по географии связи — с семи публикаций в первый период до 128 в последний (рис. 1).

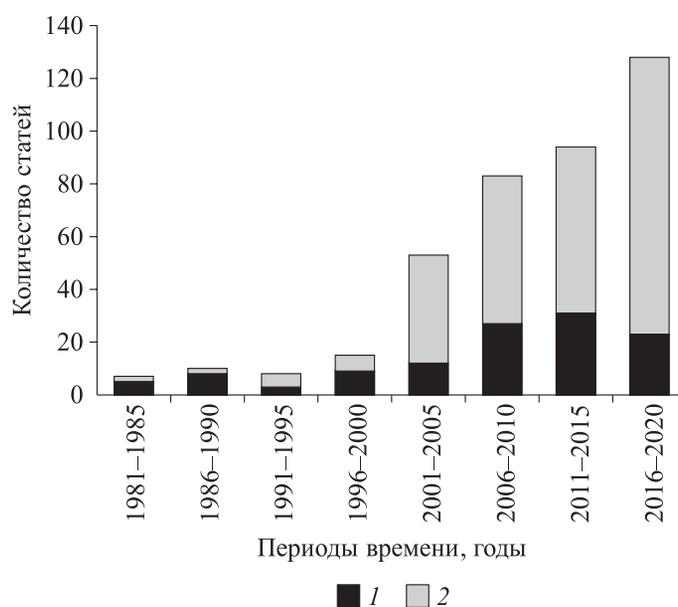


Рис. 1. Изменение по пятилетним периодам количества статей по географии связи, опубликованных в географических (1) и других (2) научных журналах во всем мире в 1981–2020 гг.

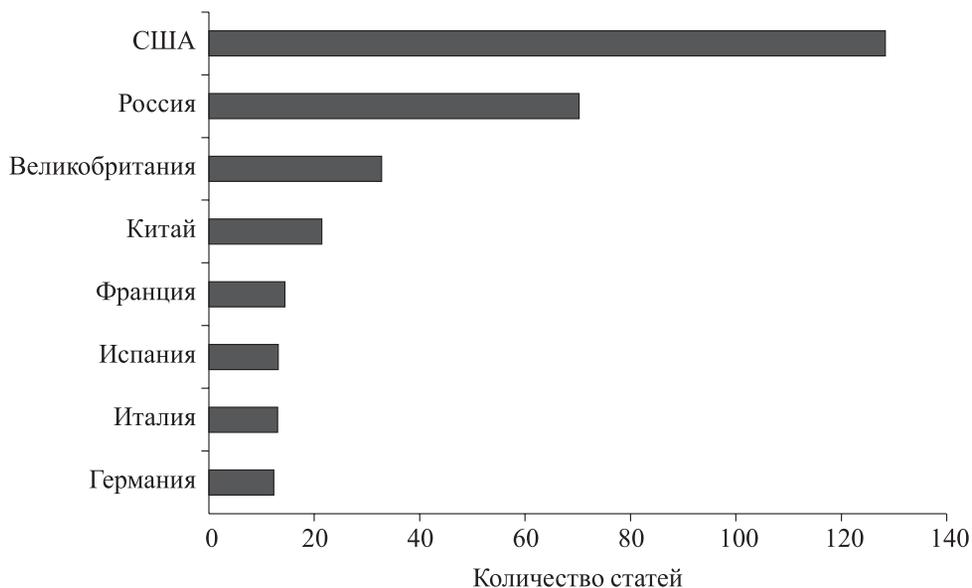


Рис. 2. Ранжирование стран по количеству журнальных статей по географии связи в 1981–2020 гг. (не менее десяти публикаций).

Среди географов, опубликовавших наибольшее количество статей (при наличии соавторов статья как единица счета делилась на число соавторов), можно отметить (без учета работ автора данной статьи) таких ученых, как Т.Х. Грубесич (США) — 14,83 статьи, В. Варф (США) — 13,5, А.В. Нагирная (Россия) — 12. Опираясь на сведения о научных учреждениях, указанных в каждой статье как место выполнения работы, установлено, что исследования по географии связи в 1981–2020 гг. проводились в 46 странах. При этом почти половина публикаций (198,63) относилась к США и России, а более чем десятью статьями (в пересчете на статьи без соавторов, как указано выше) отметились только восемь стран (рис. 2).

**Тренды.** Главными трендами можно считать устойчивые тенденции изменения научных приоритетов в изучении отдельных видов связи и основных направлений. Анализ массива статей показал, что географы изучали шесть видов связи (при рассмотрении в одной публикации нескольких видов статья как единица счета делилась на число видов) — компьютерную фиксированную (оптоволоконную, широкополосную; 238,67 статьи), мобильную (сотовую, подвижную широкополосную; 82,23), телефонную фиксированную (44,44), почтовую (24,58), телеграфную (5,58) и спутниковую (2,5 статьи). Остальные виды (например, радиорелейная связь) остались вне географического анализа в 1981–2020 гг. Распределение статей по первым четырем видам связи и годам публикации, обработанное с помощью метода скользящей средней (рис. 3), позволило идентифицировать восходящие тренды для компьютерной фиксированной и мобильной связи (у двух других видов были неустойчивые боковые тренды). Исходя из «эффекта колеи», можно предположить, что дальнейшие исследования по географии связи будут в основном связаны с первыми двумя видами. Дополнительные уточнения можно получить в результате расчета бипропорциональных индексов (табл. 1): с четвертой пятилетки (1996–2000 гг.) компьютерная фиксированная и мобильная связь постоянно являлись приоритетом (индекс более 100 единиц) в географии связи, тогда как относительно повышенное внимание к телефонной фиксированной и почтовой связи осталось в основном в прошлом веке (за исключением аномалии 2011–2015 гг. для почтовой связи).

Географию связи можно представить в виде различных подходов, которые тем или иным способом группируются в основные направления. Сравнительный анализ всех выявленных статей показал, что наиболее приемлемым (по минимизации размытости направлений) является выделение пяти основных направлений — инфраструктурного (размещение автономных систем, линий и узлов связи, плотность, конфигурация и связность сети; 153,85 статьи), статистического (экономические и другие показатели функционирования узлов связи; 106,83), импактного (воздействие телекоммуникационной инфраструктуры на развитие социально-экономических процессов, а также зависимость развития инфраструктуры от этих процессов; 73,83), потокового (функционирование линий связи, трафик, скорость и задержка сигнала; 51,49) и оптимизационного (повышение устойчивости сети, создание

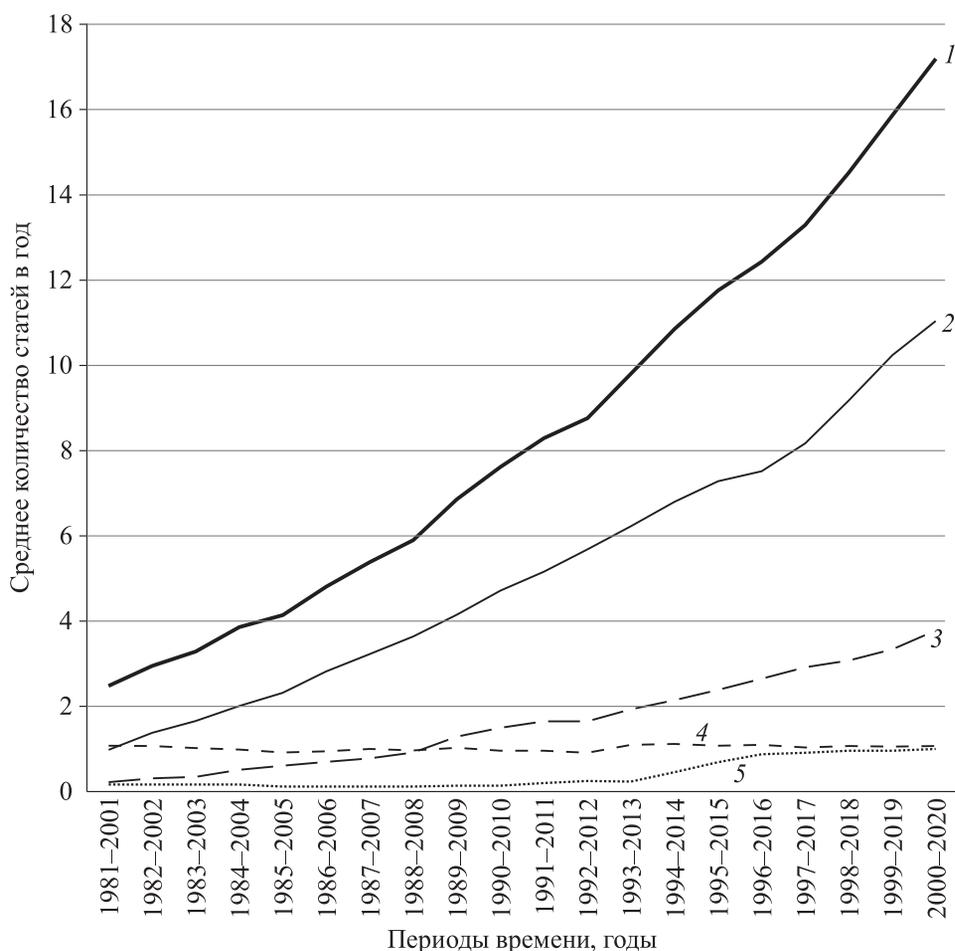


Рис. 3. Скользящая средняя (окно в 21 год) по количеству журнальных статей в год, посвященных географическому изучению всех видов связи (1), а также компьютерной фиксированной (2), мобильной (3), телефонной фиксированной (4), почтовой (5) (1981–2020 гг.).

Таблица 1

**Бипропорциональные индексы изменения количества статей по видам связи и пятилетним периодам**

Вид связи	Периоды, гг.							
	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2015	2016– 2020
Компьютерная	0	0	76	129	214	139	102	140
Мобильная	0	21	61	111	167	169	109	162
Телефонная	226	170	152	160	19	39	19	15
Почтовая	174	209	111	0	0	53	170	83

новых линий и узлов связи, определение местоположения для дата-центров и телекоммуникационных хабов; 12 статей). По этим направлениям объем пересечения составил 11 статей (одновременно рассматривались два-три направления), которые были обзорными или дискуссионными. Согласно ежегодному количеству статей, усредненному по 21-летним периодам, наиболее выражены восходящие тренды по инфраструктурному и статистическому направлениям (рис. 4), которые, скорее всего (по «эффекту колее»), продолжают доминировать и в будущем. Обращение к бипропорциональным индексам показало более сложную совместную динамику (табл. 2): в XXI в. наблюдалось относительное затухание научного интереса к импактному и потоковому (кроме аномалии 2011–2015 гг.) направлениям при повышенном интересе к инфраструктурному и статистическому направлениям (кроме последнего периода), сопровождающееся стремительным ростом оптимизационного направления в 2016–

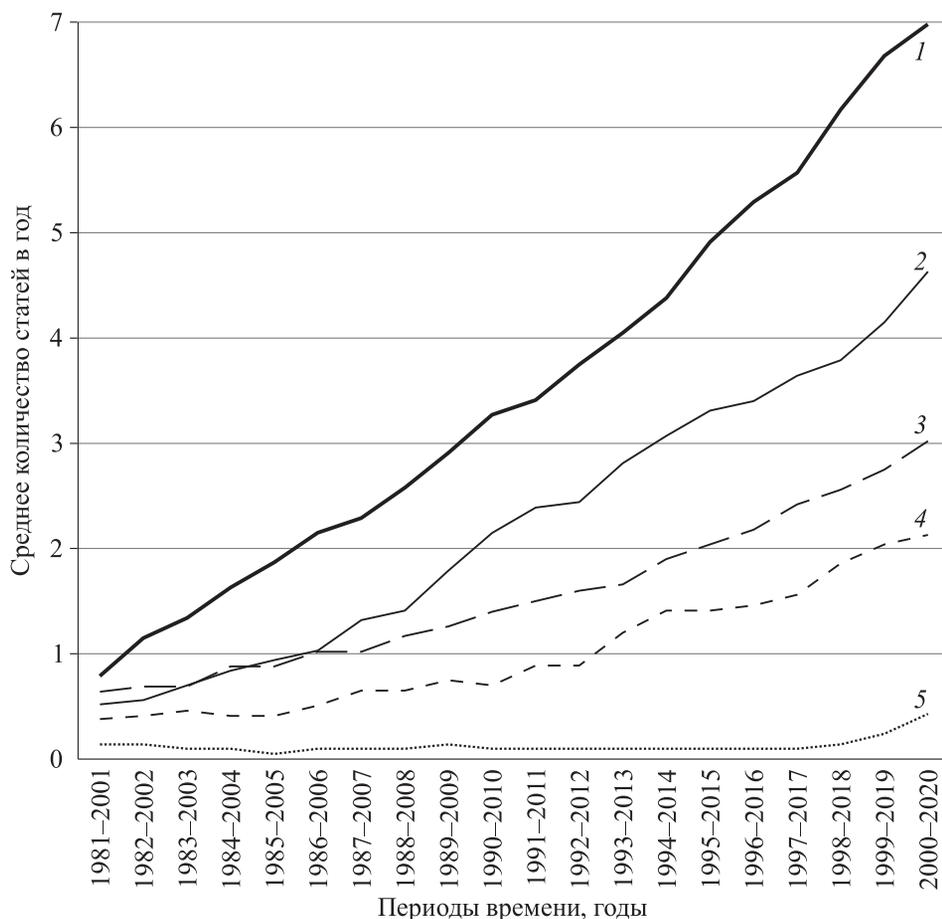


Рис. 4. Скользящая средняя (окно в 21 год) по количеству журнальных статей в год, посвященных результатам исследований в рамках инфраструктурного (1), статистического (2), импактного (3), потокового (4) и оптимизационного (5) направлений географии связи (1981–2020 гг.).

Таблица 2

**Бипропорциональные индексы изменения количества статей по основным направлениям географии связи и пятилетним периодам**

Направление	Периоды, гг.							
	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2015	2016–2020
Инфраструктурное	21	16	122	96	226	107	124	88
Статистическое	30	48	59	190	116	140	126	91
Импактное	25	55	204	171	96	81	86	82
Потоковое	58	186	115	43	62	89	164	83
Оптимизационное	366	195	0	0	0	83	0	156

2020 гг. В связи с последним возникает вопрос: является ли возрастание внимания к задачам оптимизации сети в последний период (семь из 12 статей) аномалией или предвестником будущей структурной перестройки географии связи?

**Метазадачи.** Во многих проанализированных статьях, представляющих собой результаты географического изучения систем связи, перечислены нерешенные задачи, на которых предстоит сосредоточиться в будущем. Сравнительный анализ этих задач позволил прийти к выводу, что они являются частными случаями задач более высокого уровня (метазадач). Из выявленных метазадач далее будут кратко рассмотрены только пять, решение которых в текущем десятилетии, по мнению автора, существенно повлияет на развитие географии связи.

*Перенос опыта географического изучения одного вида связи на другие виды.* Так сложилось, что географы уделяли неравнозначное внимание различным видам связи (см. рис. 3), а нерешенные задачи по одним видам сопровождались решением этих задач по другим видам. При этом перенос опыта может опираться на одинаковое представление сети каждого вида связи как неориентированного или ориентированного (при наличии данных о величине трафика и его направлении) графа и применение соответствующих методов пространственного анализа [18]. Кроме этого, в географии связи были разработаны специфические (вне теории графов) методы, которые не использовались для изучения всех видов. Например, только при географическом анализе почтовых сетей применялись индексы фронтности сети, позволяющие воспроизвести ее пошаговое развертывание, а также алгоритмы идентификации сетевой пространственной диффузии, выявления краевого искривления сети, сетевого районирования, локализации сетевых барьеров и фильтров [19]. Другой пример связан с анализом телефонной сети с помощью показателя телеплотности (отношение суммарной длины телефонных линий в территориальной ячейке к численности населения или площади этой ячейки) [20]. Распространение этого показателя на другие виды связи, к примеру, может привести к пониманию и картографированию телекоммуникационной освоенности территории через сопоставление плотности почтовых, телефонных и оптоволоконных линий с зонами покрытия разных операторов сотовой и спутниковой связи.

*Использование больших данных операторов связи для географического анализа функционирования сетей.* Поскольку изучение пространственно-временных особенностей систем связи ограничено официальной статистикой (как правило, сильно агрегированной), то приходится оперировать различными косвенными оценками — от определения объема и направленности региональных информационных потоков с помощью сканирования топологии Интернета на уровне автономных систем [15] до фиксации изменений по космическим снимкам [20]. Однако подобные оценки, более динамичные и достаточно локализованные относительно официальной статистики, имеют некоторые недостатки — погрешность измерения, отсутствие повсеместности и невозможность постоянного измерения в режиме реального времени. Для устранения этих недостатков и детализации измерения необходимо перейти на использование больших данных [21], имеющихся у операторов связи, но в полном объеме еще не доступных для исследователей. Примеры фрагментарного (выборка из непрерывного потока) применения больших данных [22, 23] указывают на их перспективность. Поэтому в будущем, когда операторы откроют все свои данные в обезличенном виде, появится возможность идентифицировать изменения плотности абонентских устройств сотовой связи внутри городов, динамику трафика между населенными пунктами, трансформацию национального телекоммуникационного пространства и другие процессы.

*Переход от описательной к конструктивной географии связи.* Большинство выявленных статей связано с анализом размещения и функционирования линий и узлов связи. В этих работах выражалась надежда, что полученные результаты учтут лица, принимающие решения. Возможно, иногда так и происходило. Однако для пространственного развития систем связи необходимы практически значимые результаты: какие города почему и по каким маршрутам (трассам) необходимо соединить линиями связи, где и в связи с чем надо локализовать дата-центры и т. д.? Поэтому маловероятно, что, например, подсчет числа магистральных линий связи между европейскими городами [24] или количества интернет-хостов в округах США [25] приведет к необходимости построения новой сети, так как в подобных описательных работах отсутствуют критерии оптимальности сети. Желательно также конкретизировать представления об оптимальности в виде картосхемы будущей сети (один из примеров — перспективные межрегиональные волоконно-оптические линии связи в Российской Федерации, предложенные для улучшения класса связности городов [17]). Практическая конкретизация будущих исследований может способствовать возрождению конструктивной географии [26] в новых условиях.

*Выявление географических закономерностей развертывания телекоммуникационных сетей.* География связи представлена в основном статьями по оценке статичной ситуации или сравнению сетей в отдельные годы. Отсутствие в течение длительного периода привязки территориально распределенных данных хотя бы к каждому году или к каждому месяцу затрудняет анализ динамики и выявление некоторых закономерностей. Поэтому на коротких временных рядах данных вместо устойчивых закономерностей развертывания сети получили, например, оценки пространственной автокорреляции [27] и расчет составного индекса телекоммуникаций [28]. Некоторые особенности развертывания, характерные для продолжительного времени, удалось обнаружить только для почтовых сетей досоветской Сибири за счет анализа 1620-месячного ряда данных [19]. Однако продолжающееся накопление данных по современным телекоммуникационным сетям, переход от года к более мелким единицам измерения

времени (при потоке больших данных это может быть секунда), использование интеллектуального анализа данных [17], оперирование территориальными структурами [19] и построение эвристических моделей развертывания будут способствовать выявлению географических закономерностей в ходе будущих исследований.

*Разработка концепции территориального телекоммуникационного комплекса.* При отсутствии концепции можно предположить, что под таким комплексом понимается соотношение (соединение, дополнение, исключение, замещение) сетей разных видов связи на определенной территории, сформированное в результате социально-экономического развития этой территории. В основном имеет место дополнение, но также возможно соединение (мобильной и фиксированной, телефонной и оптоволоконной связи, и др. [19]), исключение (например, несколько российских городов не подключены к единой оптоволоконной сети и используют только спутниковую связь [17]) и замещение (к примеру, расширение мобильной телефонии за счет сокращения фиксированной телефонной связи). Необходимо также учитывать количество и размер автономных систем (сетей отдельных операторов связи), наличие точек обмена трафиком, соотношение абонентских устройств, работающих по четвертому (IPv4) и шестому (IPv6) интернет-протоколам, и многое другое [15]. В действительности формируются сложные территориальные переплетения разных видов связи, географическое осмысление которых в рамках концепции позволит понять достаточность (недостаточность, избыточность) услуг связи для местного населения и экономики, стадию становления комплекса, взаимодействие с соседними территориальными комплексами и некоторые другие аспекты, которые в настоящее время непонятны при изучении каждого вида связи в отдельности.

**Новые сети.** Предвидеть новые объекты исследования в географии связи довольно сложно по причине стремительного развития информационно-коммуникационных технологий. Однако ближайшие перспективы развития систем связи можно определить по прогностическим оценкам Международного союза электросвязи [29], планам будущих исследований в области сетей связи [30] и некоторым инновационным разработкам. Из всего разнообразия предложений наиболее перспективны для географического изучения, по мнению автора, три линейно-узловые структуры.

*Сеть межмашинного обмена информацией.* Соединение различных узлов-датчиков в единую сеть на основе технологии m2m (machine-to-machine) является составной частью Интернета вещей (Internet of Things). Географический анализ развертывания данных сетей необходим для понимания пространственно-временных особенностей становления «умных» городов и их агломераций [17]. Принято считать, что география является важным связующим принципом в Интернете вещей, поскольку каждый датчик и генерируемые им данные привязаны к конкретному местоположению [31]. Более того, в рамках Интернета вещей получили развитие «география вещей» [32] и «геоинтернет вещей» [33]. Однако такие исследования выполнялись без участия географов, что ограничило верификацию и интерпретацию полученных данных, а также прогнозирование будущих направлений пространственного развертывания каждой сети m2m.

*Сеть мобильной связи 6G.* В настоящее время в некоторых странах начинается развертывание сетей 5G. Для географического прогнозирования этого процесса предлагается опираться на опыт изучения 4G [34] или пространственный анализ сверхмалых задержек сигнала [15]. Последующий переход к сетям 6G имеет ряд особенностей [35]. Предстоит определить критические параметры 6G, на основе которых можно будет идентифицировать новую территориальную организацию информационного общества и определить географические пределы развертывания сети связи шестого поколения. В более отдаленной перспективе появятся сети 7G, параметры которых еще неизвестны. По одной из версий, это будут «географически-интеллектуальные динамически-конфигурируемые сверхплотные сети» [17, с. 38].

*Полифункциональная сеть.* Уменьшение значимости телеграфной, телефонной (фиксированной) и почтовой связи, а также стремительное развитие и взаимное дополнение оптоволоконной, сотовой и спутниковой связи приводят в XXI в. к новому пониманию качества услуг связи, которое может быть достигнуто при объединении всех видов связи в единую полифункциональную (мультисервисную) сеть [15]. Для создания этой сети можно воспользоваться концепцией ALL-IP («Всё через IP») [36], что позволит направить основной объем информации по оптоволоконным линиям с подключением к ним других систем электросвязи. Что касается почты, не являющейся электросвязью, то ведущие разработки почтовых дронов и оптимизация их сети [37] открывают возможность соединения доставки предметов с цифровыми видами связи. Можно предположить, что выявление пространственно-временных закономерностей развертывания и функционирования единой сети станет главным вектором развития географии связи.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщение мирового опыта географического изучения систем связи позволило уяснить некоторые направления будущего познания. Анализ 40-летнего распределения журнальных статей по видам связи и основным направлениям географии связи привел к определению доминирующих трендов. Они указывают на то, что в будущем внимание географов будет сосредоточено в первую очередь на исследовании оптоволоконных и сотовых сетей в рамках инфраструктурного и статистического подходов при стремлении к оптимизации линейно-узловой структуры. Однако с помощью линейной экстраполяции невозможно обнаружить альтернативные векторы развития географии связи. Поэтому были предприняты попытки выявления некоторых нерешенных метазадач, являющихся своего рода переходом от «эффекта колеи» к альтернативным путям, и выделения перспективных объектов исследования как альтернатив существующим сетям. Будет ли география связи развиваться за счет решения пяти метазадач и изучения трех новых сетей — покажет будущее. В связи с этим целесообразно примерно через десять лет провести следующее обобщение мирового опыта географического изучения систем связи.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (AAAA-A21-121012190018-2).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hoff T. Problemy geograficzne pracy poczty // Zeszyty Naukowe Szkoły Główniej Planowania i Statystyki. — 1962. — N 41. — S. 81–112.
2. Подгородецкий И.А., Слепян С.Г. География связи — составная часть экономической географии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1963. — № 4. — С. 119–127.
3. Vallega A. Appunti geografici sulle comunicazioni postali e telegrafiche // Rivista Geografica Italiana. — 1966. — Vol. 73, N 2. — P. 121–132.
4. Беляев М.И., Кузнецов И.Г. География почтовой связи: Учебник для школ ФЗУ связи. — М.: Гос. изд-во по технике связи, 1936. — 216 с.
5. Добров А.С. Основы географии почтовой связи: Заочные курсы колхозных писемноносцев и агентов связи. — М.: Крестьянская газета, 1936. — Вып. 1. — 51 с.; 1937. — Вып. 2. — 40 с.
6. Алисов Н.В. География мировой телекоммуникационной связи // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. — 1996. — № 3. — С. 9–15.
7. Алисов Н.В., Валькова Т.М. География мировой телефонной связи // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. — 1996. — № 5. — С. 3–12.
8. Kellerman A. Telecommunications and the geography of metropolitan areas // Progress in Human Geography. — 1984. — Vol. 8, N 2. — P. 222–246.
9. Bakis H. Telecommunications geography today // Bulletin d'Association de Geographes Francais. — 1998. — N 2. — P. 235–237.
10. Berlage M. Geography of telecommunication — A practical point of view // NETCOM. — 1999. — Vol. 13, N 3–4. — P. 199–210.
11. Sun Z., Wang Y. Information and communication geography: Discipline nature, development process, and research topics // Progress in Geography. — 2013. — Vol. 32, N 8. — P. 1266–1275.
12. Hillis K. On the margins: The invisibility of communications in geography // Progress in Human Geography. — 1998. — Vol. 22, N 4. — P. 543–566.
13. Zook M. The geography of the internet // Annual Review of Information Science and Technology. — 2007. — Vol. 40, N 1. — P. 53–78.
14. Torrens P.M. Wi-Fi geographies // Annals of the Association of American Geographers. — 2008. — Vol. 98, N 1. — P. 59–84.
15. Блануца В.И. Информационно-сетевая география. — М.: ИНФРА-М, 2019. — 243 с.
16. Varroso J.L.G., Martinez J.P. The geography of the digital divide: Broadband deployment in the Community of Madrid // Universal Access in the Information Society. — 2004. — Vol. 3. — P. 264–271.
17. Блануца В.И. Общественная география: цифровые приоритеты XXI века. — М.: ИНФРА-М, 2022. — 252 с.
18. Haggett P., Chorley R.J. Network Analysis in Geography. — London: Edward Arnold, 1969. — 348 p.
19. Блануца В.И. Развертывание информационно-коммуникационной сети как географический процесс (на примере становления сетевой структуры сибирской почты). — М.: ИНФРА-М, 2016. — 246 с.
20. Baraka H.A., Elwany M.H., EL-Gamily I.H., EL-Gamily H.I. A GIS-based approach to breakdown the TeleDensity indicator and estimate the occupied fixed lines at different administrative levels: A case study in Alexandria Governorate, Egypt // The Egyptian Journ. of Remote Sensing and Space Science. — 2013. — Vol. 16, N 1. — P. 23–33.
21. Kitchin R. Big data and human geography: Opportunities, challenges and risks // Dialogues in Human Geography. — 2013. — Vol. 3, N 3. — P. 262–267.

22. **Calabrese F., Colonna M., Lovisolo P., Parata D., Ratti C.** Real-time urban monitoring using cell phones: A case study in Rome // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. — 2011. — Vol. 12, N 1. — P. 141–151.
23. **Riddlesden D., Singleton A.D.** Broadband speed equity: A new digital divide? // Applied Geography. — 2014. — Vol. 52. — P. 25–33.
24. **Rutherford J., Gillespie A., Richardson R.** The territoriality of Pan-European telecommunications backbone networks // Journ. of Urban Technology. — 2004. — Vol. 11, N 3. — P. 1–34.
25. **Warf B.** Segueways into cyberspace: Multiple geographies of the digital divide // Environment and Planning B: Planning and Design. — 2001. — Vol. 28, N 1. — P. 3–19.
26. **Герасимов И.П.** Советская конструктивная география: задачи, подходы, результаты. — М.: Наука, 1976. — 208 с.
27. **Mack E.A., Maciejewski R.** A profile of visual analytical toolkits for understanding the spatio-temporal evolution of broadband provision // Telecommunications Policy. — 2015. — Vol. 39, N 3–4. — P. 320–332.
28. **David O.O.** Nexus between telecommunication infrastructures, economic growth and development in Africa: Panel vector autoregression (PVAR) analysis // Telecommunications Policy. — 2019. — Vol. 43, N 8. — P. 101816.
29. **Internet 2030: Towards a New Internet for the Year 2030 and Beyond.** ITU-T, FG-NET-2030 [Электронный ресурс]. — [https://itu.int/en/ITU-T/studygroups/-2017-2020/13/Documents/Internet\\_2030%20.pdf](https://itu.int/en/ITU-T/studygroups/-2017-2020/13/Documents/Internet_2030%20.pdf) (дата обращения 20.11.2022).
30. **Кучерявый А.Е., Киричек Р.В., Маколкина М.А., Парамонов А.И., Дунайцев Р.А., Пирмагомедов Р.Я., Бородин А.С., Владыко А.Г., Мутханна А.С.А., Выборнова А.И. Владимиров С.С., Гришин И.В.** Новые перспективы научных исследований в области сетей связи на 2021–2024 годы // Информационные технологии и телекоммуникации. — 2020. — Т. 8, № 3. — С. 1–19.
31. **Zee E. van der, Scholten H.** Spatial dimensions of big data: Application of geographical concepts and spatial technology to the internet of things // Studies in Computational Intelligence. — 2014. — Vol. 546. — P. 137–168.
32. **Popov S., Popovic L., Cosic D., Novakovic T., Curcic K.** Geography of things based flood risk insurance modelling // International Journ. of Simulation Modelling. — 2020. — Vol. 19, N 2. — P. 267–278.
33. **Kim M.-S.** Research issues and challenges related to Geo-IoT platform // Spatial Information Research. — 2018. — Vol. 26, N 1. — P. 113–126.
34. **Oughton E.J., Frias Z.** The cost, coverage and rollout implications of 5G infrastructure in Britain // Telecommunications Policy. — 2018. — Vol. 42, N 8. — P. 636–652.
35. **Letaief K.B., Chen W., Shi Y., Zhang J., Zhang Y.-J.A.** The roadmap to 6G: AI empowered wireless networks // IEEE Communication Magazine. — 2019. — Vol. 57, N 8. — P. 84–90.
36. **Akimoto H.** Next-generation IT strategy based on ALL-IP strategy // Fujitsu Scientific and Technical Journ. — 2003. — Vol. 39, N 2. — P. 255–260.
37. **Kim J., Moon H., Jung H.** Drone-based parcel delivery using the rooftops of city buildings: Model and solution // Applied Sciences. — 2020. — Vol. 10, N 12. — P. 4362.

*Поступила в редакцию 01.12.2022*

*После доработки 14.01.2023*

*Принята к публикации 29.06.2023*