

ИННОВАЦИИ И ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 338.49
JEL O33+O57

Межстрановая конвергенция широкополосного доступа в Интернет*

Ю. А. Варламова¹, О. А. Подкорытова²

¹ Казанский федеральный университет,
Российская Федерация, 420008, Казань, ул. Кремлёвская, 18

² Санкт-Петербургский государственный университет,
Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

Для цитирования: Варламова, Ю. А. и Подкорытова, О. А. (2023) 'Межстрановая конвергенция широкополосного доступа в Интернет', *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*, 39 (2), с. 159–178. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2023.201>

Диффузия технологий способствует технологическому и экономическому сближению стран. Стремительное распространение интернет-технологий дает основания выдвинуть гипотезу о конвергенции стран по уровню проникновения данных технологий. Целью исследования является выявление тенденции к конвергенции или дивергенции в фиксированном и в мобильном широкополосном доступе в Интернет для стран мира в целом и для групп стран, выделенных на основе следующих критериев: географического (по географическим макрорегионам), экономического (по уровню национального дохода на душу населения) и институционального (по членству в международной организации). Источниками данных послужили открытые данные Международного союза электросвязи. Методология исследования включает в себя построение динамических моделей на панельных данных для проверки гипотезы о наличии безусловной бета-конвергенции. Кроме того, был оценен абсолютный масштаб цифрового разрыва между группами стран по широкополосному доступу в Интернет с помощью модели сигма-конвергенции. Результаты исследования свидетельствуют о наличии бета-конвергенции как для фиксированной, так и для мобильной широкополосной связи. Данная закономерность наблюдается и по полной выборке стран, и по географическим регионам, за исключением Океании. Также бета-конвергенция характерна для групп стран, выделенных по уровню дохода на душу населения и по участию в Организации экономического сотрудничества и развития. В то же время результаты расчетов свиде-

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01290. URL: <https://rscf.ru/project/23-28-01290/>

тельствуют о сохраняющемся цифровом разрыве между странами по уровню проникновения широкополосного Интернета. Практическую значимость имеют разработанные на основе полученных результатов рекомендации, направленные на реализацию стратегии ускоренного технологического развития с целью стимулирования распространения мобильного широкополосного доступа, расширения телекоммуникационной инфраструктуры.

Ключевые слова: цифровая конвергенция, широкополосный доступ в Интернет, диффузия ИКТ, инфраструктура для данных, мобильный широкополосный доступ, фиксированный широкополосный доступ, бета-конвергенция, телекоммуникационная инфраструктура.

Введение

Стремительное развитие информационных и коммуникационных технологий (далее — ИКТ) вызывает многочисленные дискуссии о пользе данного явления для домохозяйств, бизнеса и государства, а также о социально-экономических последствиях его возникновения для общества в целом. Одним из направлений научной дискуссии в рамках исследований цифрового развития мирового сообщества является оценка разрыва между странами по уровню развития ИКТ. Термин «глобальный цифровой разрыв» используется для обозначения несоответствия, существующего между странами или географическими регионами в отношении доступа к ИКТ и их использования (Van Dijk, 2005). Несмотря на сложившийся стереотип о повсеместном распространении Интернета, в 2022 г. 2,7 млрд человек остаются за пределами глобальной сети, при этом в подавляющем большинстве это жители развивающихся стран (ITU, 2022). Цифровой разрыв между развитыми и развивающимися странами проявляется и в доле населения, использующего Интернет: в развитых странах — до 90 % населения, а в развивающихся — только 20 %. Скорость Интернета в развитых странах в восемь раз выше, чем в развивающихся. Эти различия создали новый тип цифрового разрыва — разрыв, связанный с использованием данных, отражающий существующие различия в генерации, хранении и передаче данных (UNCTAD, 2021, pp. V, 25). Следовательно, телекоммуникационная инфраструктура выступает условием для формирования экономики данных (*data-driven economy*).

Внедрение и использование ИКТ является одним из ключевых факторов экономического роста (Cardona, Kretschmer and Strobel, 2013; Bahrini and Qaffas, 2019; Cheng, Chien and Lee, 2021). Эмпирические исследования подтверждают, что распространение цифровых устройств способствует экономическому росту развивающихся стран: появление мобильных телефонов привело к росту ВВП на 1,2 % в странах Африки к югу от Сахары (Naftu, 2019), проникновение Интернета ускорило экономический рост в странах Next Eleven¹ (Pradhan et al., 2016), а высокая плотность покрытия Интернетом была фактором экономического роста в Индии и Китае (Sahoo, Nayak and Behera, 2022). Следовательно, цифровой разрыв способен увеличить неравенство между странами по экономическим показателям, что может сказаться на качестве жизни населения. В связи с этим возникает вопрос о динамике цифрового разрыва: сокращается он или увеличивается с течением

¹ Бангладеш, Египет, Индонезия, Иран, Мексика, Нигерия, Пакистан, Филиппины, Турция, Южная Корея и Вьетнам.

времени? В целом цифровая экономика более развита в странах глобального Севера, однако страны глобального Юга демонстрируют более быстрые темпы ее роста (Bukht and Heeks, 2017). По данным Международного союза электросвязи, страны с низким уровнем проникновения Интернета продемонстрировали самый быстрый рост за 2022 г., следуя типичной модели диффузии новых технологий. Так, Африка достигла 13%-ного роста проникновения Интернета в годовом исчислении, в итоге 40 % населения подключено к Интернету². В других странах процент распространения Интернета более высокий. Следовательно, можно ожидать более низкие темпы проникновения Интернета. Действительно, в Азиатско-Тихоокеанском регионе данный показатель вырос с 61 % в 2021 г. до 64 % в 2022 г.; в Северной и Южной Америке, Содружестве Независимых Государств и Европе рост составил 3 %, причем в каждом регионе более 80 % населения находится в Сети³. Более быстрые темпы проникновения Интернета в развивающихся странах по сравнению с развитыми при наличии цифрового разрыва между ними дают основания предполагать, что происходит процесс конвергенции стран по использованию Интернета, который обусловлен диффузией новых технологий. Проверке выдвинутой гипотезы и посвящено представленное исследование.

Концепция конвергенции традиционно анализируется с точки зрения моделей экономического роста, хотя применяется и в других областях исследований. В рамках данного исследования под конвергенцией понимается процесс сближения стран с точки зрения цифрового развития. Цифровая конвергенция включает конвергенцию сетей, рынков, продуктов, услуг, отраслей и технологий (Liu, 2013). Объектом исследования выступает проникновение широкополосной связи, обеспечивающей высокоскоростной доступ в Интернет. В настоящее время происходит смена технологий: сокращение фиксированной телефонной связи и распространение широкополосной связи как в развитых, так и в развивающихся странах. С точки зрения географических макрорегионов с 2010 г. во всех группах стран наблюдается значительный рост распространения мобильного широкополосного доступа в Интернет. Однако сохраняется значительный цифровой разрыв: уровень проникновения в развитых странах вдвое выше, чем в развивающихся (UNCTAD, 2021).

На рис. 1 проиллюстрирована ситуация с распространением в мире фиксированного широкополосного доступа к Интернету. Относительно более низкий уровень проникновения данной технологии виден в странах Южной Америки, Африки и Океании.

Можно отметить высокую распространенность мобильной широкополосной связи: количество подключений по странам значительно выше, чем для фиксированной связи (рис. 2). Самые высокие показатели распространения мобильного широкополосного доступа наблюдаются в Объединенных Арабских Эмиратах, Японии и Вануату — свыше 200 подписчиков на 100 жителей страны.

² International Telecommunication Union. (2022) *Internet surge slows, leaving 2.7 billion people offline in 2022: Press Release*. Geneva, September 16. URL: <https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2022-09-16-Internet-surge-slows.aspx> (дата обращения: 20.10.2022).

³ International Telecommunication Union. (2022) *Internet surge slows, leaving 2.7 billion people offline in 2022: Press Release*. Geneva, September 16. URL: <https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2022-09-16-Internet-surge-slows.aspx> (дата обращения: 20.10.2022).

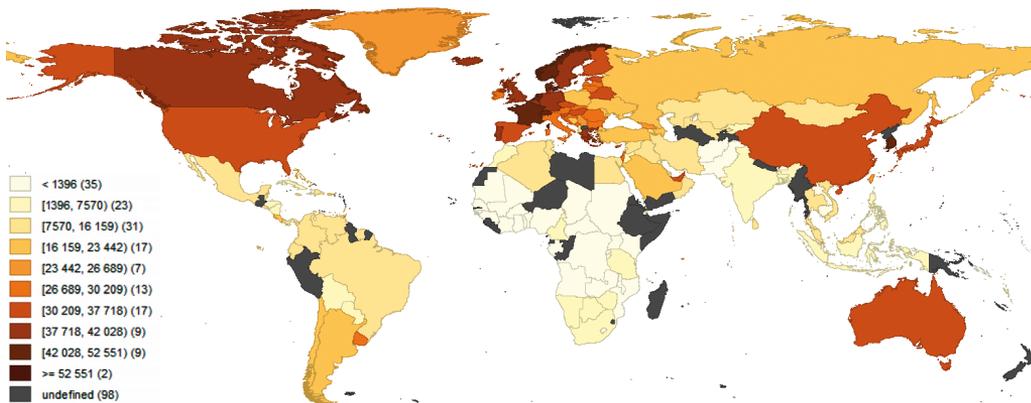


Рис. 1. Количество абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет в расчете на 100 жителей в 2019 г.

Источники: построено авторами по данным Международного союза электросвязи⁴.

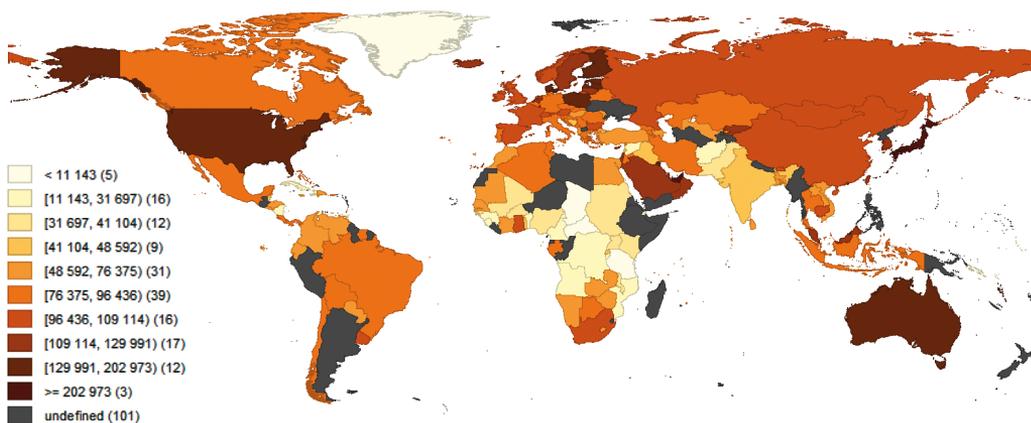


Рис. 2. Количество абонентов мобильного широкополосного доступа в Интернет в расчете на 100 жителей в 2019 г.

Источники: построено авторами по данным Международного союза электросвязи⁵.

Целью исследования является поиск ответа на вопрос: происходит конвергенция или дивергенция стран по уровню распространения широкополосного доступа в Интернет? При постановке цели авторы исследования исходили из теории диффузии технологий, которая предполагает наличие механизма проникновения и распространения новых технологий за счет кооперации стран в различных областях, в том числе за счет технологического, экономического, образовательного сотрудничества. Кроме того, внимание сосредоточено на распространении интернет-тех-

⁴ International Telecommunication Union. (2022) *Fixed- and mobile-broadband subscriptions*. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx> (дата обращения: 10.06.2022).

⁵ International Telecommunication Union. (2022) *Fixed- and mobile-broadband subscriptions*. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx> (дата обращения: 10.06.2022).

нологий при понимании, что глобальное интернет-пространство не предполагает административных границ, но в то же время барьером для повсеместного распространения может служить телекоммуникационная инфраструктура, инвестиции в создание которой определяются уровнем экономического развития страны.

1. Обзор литературы

Обзор научных публикаций по цифровой конвергенции позволил сделать ряд принципиальных выводов, обуславливающих дальнейшие шаги в проводимом исследовании:

- межстрановая конвергенция в теоретических исследованиях в сфере ИКТ представлена слабо;
- в эмпирических исследованиях по цифровой конвергенции присутствуют противоположные выводы: часть работ обосновывают наличие глобальной конвергенции по уровню развития ИКТ, другие исследования — ее отсутствии;
- распространение широкополосного доступа в Интернет как объект исследования представлено мало; если и имеется, то в составе индекса развития ИКТ, что сопряжено с определенным смещением результатов;
- конвергенция оценивается по группам стран по географическому принципу и по экономическому признаку (развитые и развивающиеся);
- институциональный аспект цифровой конвергенции отсутствует.

Несмотря на то что концепция конвергенции первоначально получила широкое распространение в работах по экономическому росту, сегодня она стала использоваться при анализе различных аспектов социально-экономического развития стран. Обзор литературы показал, что цифровая конвергенция является относительно новой областью научных исследований.

Концепция конвергенции впервые появилась в рамках моделей экономического роста и поиска странами устойчивого состояния (Solow, 1956, 1957; Swan, 1956). Но даже в моделях экономического роста конвергенция связана с технологическим развитием стран. Неоклассическая модель роста Солоу — Свана рассматривает убывающую отдачу от накопления капитала как основу для конвергенции выпуска на душу населения. Первоначальные различия в объеме производства на душу населения и в основных фондах исчезают в долгосрочной перспективе. Из-за убывающей отдачи от масштаба технический прогресс является источником долгосрочного экономического роста. Согласно новой, или эндогенной, теории роста (Lucas, 1988; Romer, 1990), экономический рост в долгосрочной перспективе обусловлен накоплением знаний или человеческого капитала. Следовательно, основной причиной межстрановой конвергенции является степень распространения знаний, что позволяет менее продуктивным странам догнать более развитые экономики. Концепция диффузии технологий получила дальнейшее развитие в работах Р. Барро и К. Сала-и-Мартин (Barro et al., 1991; Barro and Sala-i-Martin, 1992). Гипотеза конвергенции традиционно проверялась с точки зрения экономического роста и производительности труда (David, 2019; Vu, Hanafizadeh and Bohlin, 2020). Также следует отметить работы, в которых анализируется роль ИКТ в обеспечении конвергенции стран

с точки зрения экономического роста, в которых ИКТ выступает как фактор сближения (Liu, 2013; Cheng, Chien and Lee, 2021; Soomro, Kumar and Kumari, 2022).

Исследований, в которых в центре внимания находится конвергенция по уровню цифрового развития, не так много. Одной из ключевых является работа (Park, Choi and Hong, 2015), где авторы построили индекс развития ИКТ для 108 стран с помощью метода главных компонент. Они использовали клубную конвергенцию на основе проведения *log test* (Phillips and Sul, 2007). Вывод состоит в том, что в целом между странами существует цифровая дивергенция, в то время как цифровая конвергенция наблюдается на уровне выделенных подгрупп.

Следуя за идеями данной ключевой работы (Park, Choi and Hong, 2015) и используя схожую методологию, К. С. Саба и О. О. Давид (Saba and David, 2020) проверили наличие конвергенции в развитии ИКТ для 205 стран за 2000–2018 гг. Для описания распространения ИКТ они применили следующие показатели: «мобильные телефоны», «стационарные телефоны» и «подписки на доступ в Интернет». Основные результаты их исследования показали наличие конвергенции на глобальном и региональном уровнях (за исключением стран Африки, расположенных южнее Сахары, и Южной Азии). Вывод, к которому пришли ученые, состоит в том, что регионы и страны характеризуются индивидуальными факторами, которые «в свою очередь определяют идиосинкразический курс их собственного пути развития ИКТ» (Saba and David, 2020, p. 26).

Проникновение широкополосной связи присутствует в исследованиях как одна из составляющих индексов цифрового развития. Возможно, это связано с тем, что широкополосный доступ все еще является относительно новой технологией интернет-соединения. Примером работы, в которой уровень проникновения широкополосной связи включается в индекс цифрового развития, является исследование, где конвергенция ИКТ оценена по 47 странам, включая развитые и развивающиеся, за период с 2000 по 2012 г. (Raph, 2016). Методология исследования включала построение индекса развития ИКТ с использованием метода главных компонент, который включал два субиндекса: доступ к ИКТ и использование ИКТ. Доступ к ИКТ определялся как среднее количество стационарных телефонов на 100 человек и абонентов мобильной связи на 100 человек. Использование ИКТ измерялось как среднее число пользователей Интернета и абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет для всех стран, участвовавших в исследовании. Результаты исследования с использованием модели динамических панельных данных показали межстрановую дивергенцию в развитии ИКТ. При этом дивергенция ИКТ оказалась в развивающихся странах выше, чем в развитых странах. Недостатком индексного подхода к оценке уровня развития ИКТ является объединение в одном индексе технологий, которые находятся на различных стадиях технологической зрелости. Так, использование телефонной и мобильной связи в развитых странах находится на этапе отмирания, в то время как широкополосный доступ — на стадии роста, а в отдельных странах — на стадии рождения технологии. Объединение технологий с убывающими темпами прироста и с возрастающими в одном индексе приводит к смещению результатов и некорректным выводам. Следовательно, межстрановую конвергенцию необходимо оценивать по каждой технологии в отдельности.

В другом исследовании авторы проверяют гипотезу о конвергенции 27 стран с формирующимся рынком (включая Российскую Федерацию) по уровню развития

ИКТ. Ученые не только приходят к выводу, что происходит конвергенция по уровню ИКТ-развития (который измеряется с помощью индекса), но и подчеркивают тот факт, что страны с формирующимся рынком «догоняют» страны ОЭСР, что свидетельствует в пользу конвергенции стран на глобальном уровне (Rath, Panda and Akram, 2022).

Эндогенность между уровнями экономического и технологического развития неоднократно подчеркивалась в научных исследованиях. Большой пул работ, начиная с моделей экономического роста, подчеркивает важную роль технологического фактора в экономическом развитии стран. Ряд исследований показывает, что уровень экономического развития страны играет принципиальную роль для создания условий развития ИКТ (Chinn and Fairlie, 2010; Cho et al., 2023). При этом используется бинарная шкала для разделения стран на развитые и развивающиеся. Статистическое разделение на большее количество групп по критерию дохода позволит представить более точную картину развития и выделить специфические черты в группах.

Институциональный аспект исследования цифровой конвергенции представлен в научной литературе с точки зрения анализа диффузии технологий и ее роли в экономическом развитии стран, объединенных в рамках международных организаций и союзов. С этой точки зрения ОЭСР представляет собой объединение стран с высоким уровнем экономического развития и одновременно позиционирует себя как институт, оказывающий взаимную поддержку в том числе в области реализации технологических инициатив⁶. Диффузия ИКТ для стран ОЭСР анализируется в контексте ее влияния на экономическое развитие. Эмпирическое обоснование влияния инвестиций в НИОКР и инфраструктуры ИКТ на экономическое развитие стран ОЭСР приводит исследователей к выводу о необходимости создания интегрированной структуры для выработки совместной политики в области технологического развития (Nair, Pradhan and Arvin, 2020). Импорт технологий через каналы международной торговли был важным фактором, способствующим конвергенции стран ОЭСР по общей факторной производительности в 1870–2004 гг. При этом вклад данного фактора оценивается на уровне свыше 90 % (Madsen, 2007). Высокий уровень экономического и технологического развития стран ОЭСР открывает доступ к их сближению в области создания и развития телекоммуникационной инфраструктуры.

Проведенный обзор литературы позволил выдвинуть следующие гипотезы: во-первых, наличие межстрановой конвергенции по распространению широкополосного доступа в Интернет в глобальном масштабе; во-вторых, географическая близость стран может способствовать конвергенции, следовательно, географически близкие страны сближаются по уровню распространения широкополосного доступа в Интернет; в-третьих, страны различаются по уровню экономического развития, и в предыдущих исследованиях показаны специфические особенности развития ИКТ в разрезе развитых и развивающихся стран (необходимо внести более детальную градацию стран по уровню дохода, что приведет к выявлению тенденции к конвергенции в рамках выделенных, однородных с точки зрения уровня экономического развития групп стран); в-четвертых, предполагается, что

⁶ *Going Digital Project* — OECD. URL: <https://www.oecd.org/digital/going-digital-project/> (дата обращения: 24.01.2023).

членство в международных организациях может способствовать распространению технологий и более быстрой конвергенции стран. Группировка на основе выделения стран — участниц Организации экономического сотрудничества и развития и стран, не входящих в данную международную организацию, позволит подтвердить наличие цифровой конвергенции внутри выделенных по институциональному признаку групп.

2. Методология

Концепция цифровой бета-конвергенции основана на том факте, что рост ИКТ в менее развитых странах выше, чем в более развитых странах. Таким образом, страны с низким уровнем развития ИКТ будут сближаться со странами с более высоким уровнем развития. Исходя из предположения, что развитие ИКТ приближается к уникальному устойчивому состоянию для всех стран, бета-конвергенцию можно измерить следующим образом (Sala-i-Martin, 1996, p. 12):

$$\frac{1}{T} \ln \frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-T}} = \delta + b \cdot \ln Y_{i,t-T} + u_{i,t}; \quad b = \frac{1}{T} (1 - e^{-\beta T}), \quad (1)$$

где i — номер страны; t — момент времени; $Y_{i,t}$ — текущий уровень проникновения широкополосной связи; $Y_{i,t-T}$ — уровень проникновения широкополосной связи в начальный период (T периодов назад); $u_{i,t}$ — ошибка. Отрицательный значимый коэффициент $b < 0$ свидетельствует о наличии конвергенции.

Уравнение (1) описывает модель безусловной, или абсолютной, конвергенции. Альтернативной концепцией является модель условной конвергенции, предполагающая, что страны движутся по своим собственным траекториям развития. В модели условной сходимости добавляются различные факторы-регрессоры. Практическая ценность определения условной бета-конвергенции несколько сомнительна для анализа цифрового неравенства, поскольку она не указывает ни на сокращение абсолютного значения цифрового неравенства, ни на скорость сближения разных стран с точки зрения исследуемого показателя (Glushhenko, 2012).

При использовании панельных данных уравнение (1) можно представить в виде, позволяющем избежать проблемы эндогенности:

$$\ln Y_{it} = \alpha_{it} + (b+1) \ln Y_{i,t-1} + \varepsilon_{it}; \quad b = 1 - e^{-\beta}. \quad (2)$$

Для оценки уравнения (2) используем скорректированный метод наименьших квадратов с фиктивными переменными (Least Square Dummy Variable Corrective model, далее — LSDVC) (Kiviet, 2003; Bruno, 2005) с процедурой Ареллано — Бонда, которая включает оценку уравнения в разностях, а затем инструментализует все эндогенные переменные с помощью их лагов. Помимо коэффициента бета-конвергенции можно рассчитать скорость, с которой страны приближаются к устойчивому состоянию:

$$\beta = -\ln(1+b), \quad (3)$$

где b — расчетное значение параметра.

Концепция сигма-конвергенции основана на том факте, что группа стран сходится по уровню проникновения широкополосной связи, если дисперсия проникновения широкополосной связи уменьшается с течением времени. Измеряем сигма-конвергенцию, используя стандартное отклонение логарифма широкополосного проникновения (Sala-i-Martin, 1996; Rath, 2016):

$$S.D. = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\ln Y_{i,t} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln Y_{i,t} \right]^2}. \quad (4)$$

Наличие бета-конвергенции не означает сокращения цифрового разрыва в терминах абсолютных показателей. При расчете бета-конвергенции переходим к темпам прироста, которые привязаны к изначальному значению показателя. Следовательно, с помощью бета-конвергенции в большей степени рассматриваем усредненную тенденцию к сокращению темпов прироста показателя относительно предыдущих периодов, то есть с точки зрения скорости развития инфраструктурной обеспеченности стран по широкополосному доступу в Интернет. Если имеет место сигма-конвергенция, то фактически имеет место уменьшение дисперсии значений цифрового разрыва, следовательно, из бета-сходимости не следует сигма-сходимость (Quah, 1993).

3. Данные

Распространение широкополосного доступа в Интернет осуществляется посредством двух технологий — фиксированного и мобильного доступа. Фиксированная широкополосная интернет-связь включает в себя кабельный модем, DSL, оптоволокно до дома/здания, другие подписки на фиксированную (проводную) широкополосную связь, спутниковую широкополосную связь, наземную фиксированную беспроводную широкополосную связь, фиксированный WiMAX и любые другие фиксированные беспроводные технологии (OECD, 2014). Мобильный широкополосный доступ относится к подпискам, которые имеют доступ к передаче данных (включая Интернет) через сети мобильной и сотовой связи. Мобильный широкополосный доступ — это более новая технология, появившаяся в 1991 г. как часть стандарта 2G для мобильных телефонов. Еще более быстрое распространение эта технология получила с появлением стандарта 3G в 2001 г.

Представление обеих технологий обусловлено различной доступностью широкополосных технологий в развитых и менее развитых странах. Пик распространения фиксированного широкополосного доступа в развитых странах приходится на 2000–2020 гг. Однако в развивающихся странах среднее количество абонентов фиксированной широкополосной связи на 100 человек в 2005–2020 гг. было практически нулевым. Основная причина подобного явления связана с тем, что развивающиеся страны перешли на более эффективную и доступную мобильную связь (UNCTAD, 2021). Соответственно, в исследовании необходимо учесть привязку фиксированной и мобильной связи к уровню развития страны. Это обстоятельство определило следующий факт: в качестве основных переменных были использованы два показателя — число абонентов фиксированного широкополосного доступа

на 100 жителей (*FBS*) и число абонентов мобильного широкополосного доступа на 100 жителей (*MBS*).

Основным источником построения моделей послужили открытые данные Международного союза электросвязи (International Telecommunication Union, ITU)⁷. Временные периоды: 2008–2019 гг. — для фиксированной широкополосной связи и 2012–2019 гг. — для мобильной широкополосной связи. По фиксированному широкополосному доступу в Интернет представлены данные по 156 странам, а для мобильной широкополосной связи — по 147 странам. При группировке стран по географическому региону использованы Стандартные коды стран или регионов для статистического использования (Standard Country or Area Codes for Statistical Use, UNM49)⁸. Группировка стран по доходам проводилась по Страновым и кредитным группам Всемирного банка (World Bank Country and Lending Groups, 2019)⁹.

4. Результаты

4.1. Конвергенция по распространению фиксированного широкополосного доступа

Параметры бета-конвергенции показывают, сближаются ли страны с точки зрения проникновения широкополосной связи и какова скорость сближения. Результаты модели LSDVC с использованием коэффициентов бета-конвергенции свидетельствуют, что существует конвергенция стран по фиксированной широкополосной связи: коэффициенты отрицательны и значимы на уровне 1% (см. табл. 1).

Таблица 1. Значение параметров бета-конвергенции для фиксированного широкополосного доступа по географическим регионам

Группа стран	Коэффициент b	Скорость β
Вся выборка	-0,144***	0,155
Америка	-0,090***	0,094
Европа	-0,194***	0,215
Азия	-0,157***	0,171
Африка	-0,149***	0,162
Океания	-0,015	0,015

* p -value < 0,1; ** p -value < 0,05; *** p -value < 0,01.

В разрезе географических регионов эмпирически подтверждено наличие конвергенции по фиксированной широкополосной связи в Америке, Европе, Азии и Африке, тогда как в Океании уровень конвергенции оказался статистически не-

⁷ ITU: сайт. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx> (дата обращения: 24.01.2023).

⁸ UNSD-Methodology. URL: <https://unstats.un.org/unsd/methodology/m49/> (дата обращения: 24.01.2023).

⁹ World Bank Country and Lending Groups. URL: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups> (дата обращения: 24.01.2023).

значим. Для европейских стран характерна более высокая скорость конвергенции по сравнению со скоростью по всей выборке: 0,215 и 0,155 соответственно. Следует также отметить, что скорость конвергенции фиксированного широкополосного доступа в Интернет в странах Америки была ниже, чем в других географических регионах.

В табл. 2 представлены результаты проверки наличия бета-конвергенции по фиксированному широкополосному доступу в Интернет в соответствии с уровнем экономического развития стран — доходом. По всей выборке подтверждается гипотеза о том, что происходит постепенное сближение стран по уровню широкополосного доступа. Следует отметить, что конвергенция характерна для всех четырех групп стран. Страны с доходом выше среднего демонстрируют самую высокую скорость конвергенции. Сдерживающим фактором для быстрого распространения фиксированной широкополосной связи в странах с более низким уровнем дохода, возможно, является относительно высокая стоимость установки и подключения. Страны с более низким уровнем дохода не достигли того критического уровня распространения данной технологии, чтобы выйти на участок развития, характеризующийся замедлением темпов прироста.

Таблица 2. Значение параметров бета-конвергенции для фиксированного широкополосного доступа по доходным группам стран

Группа стран	Коэффициент b	Скорость β
Вся выборка	-0,144***	0,155
С высоким уровнем дохода	-0,118***	0,126
С уровнем дохода выше среднего	-0,198***	0,221
С уровнем дохода ниже среднего	-0,125***	0,134
С низким уровнем дохода	-0,119***	0,127

* p -value < 0,1; ** p -value < 0,05; *** p -value < 0,01.

Членство в международной организации может иметь благоприятные последствия для страны, например, за счет реализации совместных проектов и обмена опытом посредством встреч и дискуссий. Такое участие — часть социального капитала страны, который, будучи нематериальным активом, может приносить дополнительную пользу. В рамках проводимого исследования проверяется гипотеза о том, что среди стран — участниц ОЭСР наблюдается конвергенция по распространению широкополосного доступа в Интернет. Что касается фиксированной связи, то отмечается, что принадлежность к ОЭСР способствует конвергенции: скорость составила 0,189 по сравнению с 0,155 для всей выборки; страны, не входящие в ОЭСР, продемонстрировали скорость сходимости на уровне полной выборки (см. табл. 3).

Перейдем к рассмотрению сигма-конвергенции, в дисперсионном разрезе определяющей цифровое неравенство в использовании широкополосной связи. Динамика цифрового разрыва по использованию фиксированного широкополосного доступа в Интернет в 2008–2019 гг. показывает общую тенденцию к его сокращению. При этом в 2011–2012 гг. произошел скачок показателя, следовательно,

Таблица 3. Значение параметров бета-конвергенции для фиксированного широкополосного доступа по странам ОЭСР и странам, не входящим в ОЭСР

Группа стран	Коэффициент b	Скорость β
Вся выборка	-0,144***	0,155
ОЭСР	-0,173***	0,189
Страны, не входящие в ОЭСР	-0,143***	0,155

* p -value < 0,1; ** p -value < 0,05; *** p -value < 0,01.

дисперсия между странами по данному показателю увеличилась. Основной причиной роста цифрового разрыва может быть общая макроэкономическая ситуация в мире: в 2011 г. началась вторая фаза затяжной рецессии в еврозоне. Однако данная гипотеза требует дополнительных исследований. Начиная с 2017 г. наблюдается рост цифрового разрыва для фиксированной широкополосной связи: стандартное отклонение увеличилось с 1,983 до 2,111. Является ли этот рост изменением тенденции, можно определить, только проследив его в течение более длительного периода. С точки зрения развития мировой экономики рассматриваемый период характеризовался высокими темпами роста основных макропоказателей (World Bank, 2020).

Анализируя дисперсию по темпам прироста абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет в разрезе географических регионов, получаем сигма-конвергенцию для стран Америки и Европы и сигма-дивергенцию для стран Азии, Африки и Океании. Следовательно, в географических регионах наблюдаются разнонаправленные тенденции цифрового разрыва в фиксированной широкополосной связи: в одних регионах разрыв сокращается, а в других наблюдается противоположная тенденция.

Подробный анализ сигма-конвергенции в разрезе групп стран по уровню дохода показал наличие сигма-конвергенции во всех выделенных группах. Сигма-конвергенция присутствует для группы стран ОЭСР, указывая при этом на меньший цифровой разрыв между странами: коэффициент составил 0,321 по сравнению с 2,193 для стран, не входящих в ОЭСР (подробнее: табл. 4).

Следовательно, можно сделать вывод о том, что в анализируемый период (2008–2019) сигма-конвергенция по фиксированной широкополосной связи наблюдается в странах Америки и Европы, странах ОЭСР и в группах стран, выделенных по уровню дохода. При этом в целом по выборке, для стран Азии, Африки и Океании и стран, не входящих в ОЭСР, наблюдается сигма-дивергенция, то есть увеличение дисперсии показателей.

4.2. Конвергенция по распространению мобильного широкополосного доступа в Интернет

Мобильные технологии представляют собой более дешевый способ передачи данных, хотя в некоторых случаях они уступают фиксированному широкополосному Интернету по скорости. Исходя из более высокой степени доступности мобильного Интернета, предполагают, что скорость распространения и, следова-

Таблица 4. Значения параметра сигма-конвергенции для фиксированного широкополосного доступа в Интернет

Группа	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вся выборка	2,601	2,466	2,351	2,199	2,213	2,192	2,149	2,070	1,983	2,026	2,070	2,111
<i>Географические регионы</i>												
Америка	1,553	1,407	1,375	1,337	1,310	1,275	1,234	1,217	1,098	0,961	0,816	0,724
Европа	0,742	0,616	0,535	0,494	0,448	0,423	0,409	0,382	0,373	0,356	0,338	0,311
Азия	2,311	2,021	1,914	1,923	1,898	1,864	1,770	1,633	1,609	1,620	1,827	1,739
Африка	2,109	2,143	2,080	1,837	1,932	1,912	1,950	1,887	1,734	1,912	1,970	2,188
Океания	2,101	1,829	1,817	1,927	1,991	2,043	1,838	2,190	2,229	2,328	2,371	2,445
<i>По уровню дохода</i>												
С высоким уровнем дохода	0,767	0,706	0,677	0,667	0,622	0,594	0,593	0,575	0,522	0,504	0,515	0,525
С уровнем дохода выше среднего	1,564	1,486	1,287	1,235	1,243	1,216	1,162	1,153	1,077	1,042	0,947	0,892
С уровнем дохода ниже среднего	1,834	1,732	1,691	1,571	1,628	1,649	1,610	1,665	1,556	1,572	1,799	1,804
С низким уровнем дохода	1,444	1,525	1,650	1,536	1,691	1,461	1,594	1,598	1,532	1,963	1,948	2,310
<i>Членство в ОЭСР</i>												
Страны — члены ОЭСР	0,612	0,532	0,456	0,426	0,406	0,395	0,389	0,375	0,359	0,343	0,326	0,321
Страны, не являющиеся членами ОЭСР	2,536	2,431	2,330	2,180	2,223	2,212	2,179	2,102	2,014	2,074	2,135	2,193

тельно, скорость конвергенции стран по мобильному широкополосному доступу будет выше, чем по фиксированному. Временные интервалы в исследовании для фиксированного и мобильного доступа в Интернет различаются, поскольку мобильный широкополосный доступ появился позже, поэтому сравнивать скорости их распространения не представляется корректным.

Результаты демонстрируют, что существует конвергенция стран по мобильному широкополосному доступу как по полной выборке стран, так и для географических регионов, кроме Океании (см. табл. 5).

Если страны Европы были лидерами по скорости конвергенции фиксированного широкополосного доступа, то относительно мобильной широкополосной связи они отстают от Америки, Азии и Африки. Причинами такой тенденции может быть «молодость» технологии и ее более низкая стоимость, что позволяет странам с низким уровнем цифрового развития быстрее осваивать мобильные технологии.

В табл. 6 представлены результаты проверки наличия бета-конвергенции в отношении мобильного широкополосного доступа для групп стран, выделенных на основе их дифференциации по уровню дохода. Следует отметить, что конвергенция в области мобильного доступа характерна для всех четырех групп стран,

Таблица 5. Значение параметров бета-конвергенции для мобильного широкополосного доступа по географическим регионам

Группа стран	Коэффициент b	Скорость β
Вся выборка	-0,295***	0,350
Америка	-0,346***	0,424
Европа	-0,225***	0,255
Азия	-0,304***	0,362
Африка	-0,292***	0,345
Океания	-0,065	0,067

* p -value < 0,1; ** p -value < 0,05; *** p -value < 0,01.

включая страны с низким уровнем дохода. Страны с доходом выше среднего, как и в случае с фиксированным широкополосным доступом, демонстрируют самую высокую скорость конвергенции. Чуть меньший показатель имеют страны с низким уровнем дохода. Примечательно, что скорость бета-конвергенции для стран с низким уровнем дохода выше аналогичного показателя по полной выборке стран.

Таблица 6. Значение параметров бета-конвергенции для мобильного широкополосного доступа по доходным группам стран

Группа стран	Коэффициент b	Скорость β
Вся выборка	-0,295***	0,350
С высоким уровнем дохода	-0,249***	0,286
С уровнем дохода выше среднего	-0,405***	0,519
С уровнем дохода ниже среднего	-0,229***	0,260
С низким уровнем дохода	-0,336***	0,410

* p -value < 0,1; ** p -value < 0,05; *** p -value < 0,01.

С точки зрения институционального аспекта бета-конвергенция в отношении мобильного широкополосного доступа наблюдается как для стран — участниц ОЭСР, так и для остальных стран (см. табл. 7). Однако принадлежность к ОЭСР не является ключевым фактором конвергенции: страны, не входящие в ОЭСР, демонстрируют более высокую скорость конвергенции по сравнению со странами ОЭСР: 0,356 и 0,198 соответственно.

Таблица 7. Значение параметров бета-конвергенции для мобильного широкополосного доступа по странам ОЭСР и странам, не входящим в ОЭСР

Группа стран	Коэффициент b	Скорость β
Вся выборка	-0,295***	0,350
Страны ОЭСР	-0,180***	0,198
Страны, не входящие в ОЭСР	-0,300***	0,356

* p -value < 0,1; ** p -value < 0,05; *** p -value < 0,01.

Что касается дисперсии цифрового разрыва в мобильном широкополосном доступе в Интернет между странами, получены следующие результаты. Во-первых, для полной выборки стран нельзя сделать однозначного вывода о наличии сигма-конвергенции на протяжении всего исследуемого временного промежутка. В течение 2012–2018 гг. разрыв сокращался, о чем свидетельствует уменьшение параметра сигма-конвергенции. Однако в 2019 г. показатель начал расти (см. табл. 8). Во-вторых, сигма-дивергенция характерна для всех географических регионов. В то же время динамика сигма-дивергенции обнаруживает особенности для групп стран, выделенных по географическому признаку. Если для полной выборки и для стран Европы, Азии и Африки сокращение цифрового разрыва в мобильном широкополосном доступе происходило в 2012–2018 гг. и только в 2019 г. наблюдается небольшое увеличение, то в Америке такой скачок был в 2018 г., а в Океании — в 2015, 2018 и 2019 гг. Следовательно, можно говорить об отдельных специфических тенденциях развития мобильного Интернета. В-третьих, ситуация выглядит иной при разделении стран по доходным группам. Для всех групп стран, выделенных на основе критерия дохода на душу населения, в 2012–2018 гг. наблюдалось сокращение цифрового разрыва и рост в 2019 г. Одна из возможных причин может крыться в статистических данных за 2019 г., уточнение и корректировка которых может привести к более точным расчетам. В-четвертых, сигма-дивергенция распространена как в странах ОЭСР, так и в странах, не входящих в ОЭСР.

Таблица 8. Значения параметра сигма-конвергенции для мобильного широкополосного доступа по группам стран

Группа	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вся выборка	1,632	1,330	1,041	0,839	0,725	0,646	0,622	0,624
<i>Географические регионы</i>								
Америка	1,408	1,017	0,881	0,646	0,396	0,386	0,424	0,420
Европа	0,573	0,483	0,376	0,337	0,322	0,275	0,267	0,271
Азия	1,674	1,435	0,970	0,816	0,646	0,621	0,575	0,593
Африка	1,784	1,360	1,113	0,888	0,803	0,675	0,670	0,677
Океания	1,390	1,264	0,951	1,089	1,045	0,835	0,837	1,084
<i>По доходам</i>								
С высоким уровнем дохода	0,790	0,681	0,466	0,414	0,390	0,316	0,312	0,313
С уровнем дохода выше среднего	1,240	0,856	0,478	0,407	0,251	0,251	0,248	0,266
С уровнем дохода ниже среднего	1,302	1,196	0,917	0,726	0,600	0,566	0,559	0,613
С низким уровнем дохода	2,131	1,186	1,081	0,908	0,830	0,570	0,552	0,636
<i>Членство в ОЭСР</i>								
Страны — члены ОЭСР	0,486	0,427	0,361	0,331	0,283	0,289	0,282	0,270
Страны, не являющиеся членами ОЭСР	1,667	1,359	1,069	0,865	0,747	0,662	0,637	0,648

Общий вывод по сигма-конвергенции состоит в том, что по данным за 2012–2019 гг. наблюдается смена тенденции сближения на тенденцию расхождения между странами. Однозначной тенденции к сигма-конвергенции не прослеживается.

Закключение и выводы

Результаты исследования подтверждают наличие бета-конвергенции для фиксированного широкополосного доступа в Интернет в 2008–2019 гг. и для мобильного доступа на протяжении 2012–2019 гг. Несмотря на особенности технологического и экономического развития стран, наблюдается тенденция к сближению стран по уровню распространения доступа к Интернету. Страны в глобальной перспективе стремятся к уникальному устойчивому состоянию. Бета-конвергенция наблюдалась для всех географических регионов, кроме Океании, что дает основания для обмена знаниями со странами, географически удаленными от центров создания ИКТ-технологий: США и Китаем (UNCTAD, 2021). Китай с самым большим покрытием 5G может стать «белым ангелом» для стран Океании в области высокоскоростной передачи данных, что особенно важно в эпоху общественного развития, ориентированного на генерацию, хранение и использование данных. Инициативы США по преодолению цифрового разрыва в отношении Юго-Восточной Азии, Африки, Латинской Америки и Ближнего Востока реализуются по принципу предоставления доступа к цифровым платформам и инфраструктуре: «Этот вызов — уникальная возможность для доноров присоединиться к совместной инициативе, направленной на то, чтобы помочь странам совершить скачок в цифровом мире XXI в., в то же время продвигая свои собственные экономические и стратегические интересы» (Ingram, 2021, p. 7).

Относительно группировки по доходам получена статистически значимая бета-конвергенция для всех групп стран. Данный результат противоречит выводам, в соответствии с которыми клубная конвергенция по ИКТ-развитию присутствует для стран с уровнем дохода выше среднего и с высоким, в то время как страны с уровнем дохода ниже среднего и с низким расходятся (Saba and David, 2022). Несоответствие результатов может быть связано с различиями в методологии исследования, когда конвергенция измеряется с помощью интегрального показателя и в разрезе отдельных цифровых технологий. В соответствии с полученными результатами страны с доходом выше среднего являются драйверами, демонстрирующими самую высокую скорость бета-конвергенции как в фиксированном, так и в мобильном широкополосном доступе.

Исследование сигма-конвергенции показало, что по мобильному широкополосному доступу разрыв между странами меньше, чем по фиксированному: 0,624 против 2,111 соответственно. При этом сигма-конвергенция по фиксированному широкополосному доступу в Интернет наблюдается только в странах Америки и Европы, странах ОЭСР и в группах стран, выделенных по уровню дохода. В целом для выборки стран по фиксированному и мобильному доступу в Интернет сигма-конвергенция характерна для отдельных временных промежутков. В динамике цифрового разрыва по использованию широкополосного доступа в Интернет наблюдаются унифицированные тенденции по группам, выделенным в разрезе дохода на душу населения. По выборке стран динамика характеризуется сменой тенденций сокращения или увеличения цифрового разрыва.

Стоит обратить внимание на то, что технологий 3G и 4G в ближайшее время будет недостаточно для эффективной работы в цифровой среде. Странам с формирующейся инфраструктурой мобильного широкополосного доступа в Интернет

можно рекомендовать сосредоточиться на развертывании более продвинутых технологий. Одним из достижений в технологии широкополосного доступа является оптоволокно. Оптоволоконные сети предлагают скорости в 10–100 раз выше, чем большинство альтернативных предложений. Основным препятствием для быстрого проникновения оптоволоконных сетей является их стоимость. Руководства стран встречаются с дилеммой: государственное финансирование широкополосной связи или создание конкурентной среды, которая может создавать рыночные условия для технологического развития.

Выдвинута гипотеза о том, что членство страны в ОЭСР делает более продуктивным ее сотрудничество с другими странами-участниками, что создает институциональные условия для диффузии технологий. Результаты, полученные в рамках проведенных расчетов, показали, что, действительно, страны — участницы ОЭСР сближаются по уровню распространения Интернета как через фиксированный, так и через мобильный доступ. В качестве практической рекомендации можно предложить разработку мер по распространению технологий мобильного широкополосного доступа в конкретных странах ОЭСР, таких как Колумбия, Канада, Венгрия, находящихся на уровне ниже среднего по проникновению данной технологии.

Общий вывод исследования: развитие стран по фиксированному и мобильному широкополосному доступу в Интернет сопровождается сближением стран как в целом, так и по отдельным группам. Следовательно, поддерживается гипотеза о диффузии технологий между странами, которую можно наблюдать на примере распространения Интернета через широкополосный доступ.

Ограничения проведенного исследования связаны с акцентом на фиксированный и мобильный широкополосный доступ в Интернет, который может быть дополнен показателями по оптоволоконной широкополосной связи, когда такие данные станут доступны. Более длительный временной период для мобильного и оптоволоконного доступа позволит составить индекс инфраструктурной обеспеченности для широкополосного Интернета и оценить сближение стран по интегральному показателю.

Литература/References

- Arellano, M. and Bond, S. (1991) 'Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations', *The Review of Economic Studies*, 58 (2), pp. 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- Bahrini, R. and Qaffas, A.A. (2019) 'Impact of information and communication technology on economic growth: evidence from developing countries', *Economies*, 7 (21). <https://doi.org/10.3390/economies7010021>
- Barro, R.J. and Sala-i-Martin, X. (1992) 'Convergence', *Journal of Political Economy*, 110 (2), pp. 223–252. <https://doi.org/10.1086/261816>
- Barro, R. J., Sala-i-Martin, X., Blanchard, O. J. and Hall, R. E. (1991) 'Convergence across states and regions', *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 107–182. <https://doi.org/10.2307/2534639>
- Bruno, G. S. F. (2005) 'Approximating the bias of the LSDV estimator for dynamic unbalanced panel data models', *Economics Letters*, 87, pp. 361–366. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2005.01.005>
- Bukht, R. and Heeks, R. (2017) 'Defining, conceptualising and measuring the digital economy', *Development Informatics Working Paper*, 68. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3431732>
- Cardona, M., Kretschmer, T. and Strobel, T. (2013) 'ICT and productivity: conclusions from the empirical literature', *Information Economics and Policy*, 25 (3), pp. 109–125. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2012.12.002>

- Carlino, G.A. and Mills, L. (1996) 'Testing neoclassical convergence in regional incomes and earnings', *Regional Science and Urban Economics*, 26 (6), pp.565–590. [https://doi.org/10.1016/S0166-0462\(96\)02137-0](https://doi.org/10.1016/S0166-0462(96)02137-0)
- Cheng, C.Y., Chien, M.S. and Lee, C.C. (2021) 'ICT diffusion, financial development, and economic growth: An international cross-country analysis', *Economic Modelling*, 94, pp.662–671. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.02.008>
- Chinn, M.D. and Fairlie, R.W. (2010) 'ICT use in the developing world: an analysis of differences in computer and internet penetration', *Review of International Economics*, 18 (1), pp.153–167. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9396.2009.00861.x>
- Cho, J., DeStefano, T., Kim, H., Kim, I. and Paik, J.H. (2023) 'What's driving the diffusion of next-generation digital technologies?', *Technovation*, 119, 102477. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102477>
- David, O.O. (2019) 'Nexus between telecommunication infrastructures, economic growth and development in Africa: Panel vector autoregression (P-VAR) analysis', *Telecommunications Policy*, 43 (8), 101816. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2019.03.005>
- Glushhenko, K.P. (2012) 'Myths about beta convergence', *Zhurnal Novoi Ekonomicheskoi Assotsiatsii*, 4 (16), pp.27–44. (In Russian)
- Haftu, G.G. (2019) 'Information communications technology and economic growth in Sub-Saharan Africa: A panel data approach', *Telecommunications Policy*, 43 (1), pp.88–99. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2018.03.010>
- Ingram, G. (2021) 'Bridging the global digital divide: A platform to advance digital development in low- and middle-income countries', *Brookings Global Working Paper*, 157, Brookings Institution, Washington D.C.
- ITU. (2022) *Measuring digital development, Facts and Figures 2022*. Geneva: International Telecommunication Union.
- Kiviet, J.F. (1999) 'Expectation of expansions for estimators in a dynamic panel data model; some results for weakly exogenous regressors', in Hsiao, C., Lahiri, K., Lee, L.-F. and Pesaran, M.H. (eds) *Analysis of Panel Data and Limited Dependent Variables*, Cambridge: Cambridge University Press, pp.199–225.
- Liu, Y.L. (2013) 'Convergence in the digital age', *Telecommunications Policy*, 37 (8), pp.611–614. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2013.04.012>
- Lucas, Jr. R.E. (1988) 'On the mechanics of economic development', *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), pp.3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Madsen, J.B. (2007) 'Technology spillover through trade and TFP convergence: 135 years of evidence for the OECD countries', *Journal of International Economics*, 72, pp.464–480. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2006.12.001>
- Nair, M., Pradhan, R.P. and Arvin, M.B. (2020) 'Endogenous dynamics between R&D, ICT and economic growth: Empirical evidence from the OECD countries', *Technology in Society*, 62, 101315. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101315>
- OECD. (2014) 'The development of fixed broadband networks', *OECD Digital Economy Papers*, 239, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5jz2m5mlb1q2-en>
- Park, S.R., Choi, D.Y. and Hong, P. (2015) 'Club convergence and factors of digital divide across countries', *Technological Forecasting and Social Change*, 96, pp.92–100. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.02.011>
- Phillips, P.C. and Sul, D. (2007) 'Transition modeling and econometric convergence tests', *Econometrica*, 75 (6), pp.1771–1855. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2007.00811.x>
- Pradhan, R.P., Arvin, M.B., Norman, N.R. and Bennett, S.E. (2016) 'Financial depth, Internet penetration rates and economic growth: Country panel evidence', *Applied Economics*, 48 (4), pp.331–343. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1078450>
- Quah, D. (1993) 'Galton's fallacy and tests of the convergence hypothesis', *Scandinavian Journal of Economics*, 95 (4), pp.427–443. <https://doi.org/10.2307/3440905>
- Rath, B.N. (2016) 'Does the digital divide across countries lead to convergence? New international evidence', *Economic Modelling*, 58, pp.75–82. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.05.020>
- Rath, B.N., Panda, B. and Akram, V. (2022) 'Convergence and determinants of ICT development in case of emerging market economies', *Telecommunications Policy*, 102464. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102464>
- Romer, P.M. (1990) 'Endogenous technical change', *Journal of Political Economy*, 98 (5), Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems (Oct., 1990), S71–S102. <https://www.jstor.org/stable/2937632>

- Saba, C. S. and David, O. O. (2020) 'Convergence patterns in global ICT: Fresh insights from a club clustering algorithm', *Telecommunications Policy*, 44 (10), 102010. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.102010>
- Saba, C. S. and David, O. O. (2022) 'Identifying Convergence in Telecommunication Infrastructures and the Dynamics of Their Influencing Factors Across Countries', *Journal of the Knowledge Economy*, pp. 1–54. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-00967-2>
- Sahoo, D., Nayak, S. and Behera, J. (2022) 'Digitalization and the economic performance of two fast-growing Asian economies: India and the People's Republic of China', in Beirne, J. and Fernandez, D. G. (eds) *Harnessing Digitalization for Sustainable Economic Development: Insights for Asia*, Tokyo: Asian Development Bank Institute, pp. 9–51.
- Sala-i-Martin, X. X. (1996) 'Regional cohesion: evidence and theories of regional growth and convergence', *European Economic Review*, 40 (6), pp. 1325–1352. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(95\)00029-1](https://doi.org/10.1016/0014-2921(95)00029-1)
- Solow, R. M. (1956) 'A contribution to the theory of economic growth', *Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), pp. 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Solow, R. M. (1957) 'Technical change and the aggregate production function', *The Review of Economics and Statistics*, 39 (3), pp. 312–320. <https://doi.org/10.2307/1926047>
- Soomro, A. N., Kumar, J. and Kumari, J. (2022) 'The dynamic relationship between FDI, ICT, trade openness, and economic growth: Evidence from BRICS countries', *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 9 (2), pp. 295–303. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2022.vol9.no2.0295>
- Swan, T. W. (1956) 'Economic growth and capital accumulation', *Economic Record*, 32 (2), pp. 334–361. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x>
- UNCTAD. (2021) *Digital Economy Report 2021, Cross-border data flows and development: For whom the data flow*. Geneva: United Nations.
- Van Dijk, J. (2005) *The Deepening Divide: Inequality in the Information Society*. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications.
- Vu, K., Hanafizadeh, P. and Bohlin, E. (2020) 'ICT as a driver of economic growth: A survey of the literature and directions for future research', *Telecommunications Policy*, 44 (2), 101922. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101922>
- World Bank. (2020) *Global Economic Prospects*, Washington, DC: World Bank.

Статья поступила в редакцию: 24.01.2023
Статья рекомендована к печати: 16.02.2023

Контактная информация:

Варламова Юлия Андреевна — канд. экон. наук, доц.; Julia.Varlamova@kpfu.ru
Подкорытова Ольга Анатольевна — канд. физ.-мат. наук, доц.; o.podkorytova@spbu.ru

Cross-country convergence of broadband Internet access*

J. A. Varlamova¹, O. A. Podkorytova²

¹ Kazan Federal University,
18, ul. Kremlyovskaya, Kazan, 420008, Russian Federation

² St. Petersburg State University,
7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

For citation: Varlamova, J. A. and Podkorytova, O. A. (2023) 'Cross-country convergence of broadband Internet access', *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, 39 (2), pp. 159–178. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2023.201> (In Russian)

Technology diffusion contributes to the technological and economic convergence of countries. The rapid spread of Internet technologies creates bases to put forward a hypothesis about the convergence of countries in terms of their level of penetration. The purpose of the study

* The research was funded by the Russian Science Foundation, grant no. 23-28-01290. URL: <https://rscf.ru/project/23-28-01290/>

is to identify a trend towards convergence or divergence in both fixed and mobile broadband for the countries of the world as a whole and for groups of countries identified on the basis of the following criteria: geographical (by geographic macro-regions), economic (by national income per capita), and institutional (according to membership in an international organization). The data sources were the open data of the International Telecommunication Union. The research methodology includes the construction of dynamic models on panel data to test the hypothesis of the presence of unconditional beta convergence. In addition, the absolute scale of the digital divide between groups of countries in terms of broadband Internet access was estimated using a sigma convergence model. The results of the study indicate the presence of beta convergence for both fixed and mobile broadband. This pattern is observed both for the full sample of countries and for geographic regions, with the exception of Oceania. Also, beta convergence is typical for groups of countries identified by the level of income per capita and participation in the Organization for Economic Cooperation and Development. At the same time, the results of the study indicate a persistent digital divide between countries in terms of Internet broadband penetration. The practical significance includes recommendations developed on the basis of the research findings, aimed at implementing a strategy for accelerated technological development in order to stimulate the spread of mobile broadband access and expand the telecommunications infrastructure.

Keywords: digital convergence, broadband, ICT diffusion, data infrastructure, mobile broadband, fixed broadband, beta convergence, telecommunications infrastructure.

Received: 24.01.2023

Accepted: 16.02.2023

Authors' information:

Julia A. Varlamova — PhD in Economics, Associate Professor; Julia.Varlamova@kpfu.ru

Olga A. Podkorytova — PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor;
o.podkorytova@spbu.ru