

УДК 911.3.01:656.7

ВЛИЯНИЕ COVID-19 НА АВИАПОДВИЖНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В СТРАНАХ ЕВРОПЫ В 2020 ГОДУ

© 2021 г. С. А. Тархов*

Институт географии РАН, Москва, Россия

**e-mail: tram.tarkhov@gmail.com*

Поступила в редакцию 15.08.2021 г.

После доработки 24.08.2021 г.

Принята к публикации 07.09.2021 г.

Из-за ограничений в передвижениях людей, вызванных пандемией COVID-19, в 2020 г. уменьшился объем пассажирских перевозок на авиатранспорте. Географическое изучение этого явления весьма актуально. С транспортно-географической точки зрения описаны особенности распространения пандемии по территории Европы; выявлены различия в динамике авиационной подвижности населения 49 европейских стран (включая Россию) под ее воздействием в течение первого ковидного года. Использована статистическая информация о пассажирообороте больших и средних аэропортов стран Европы и России за 2019 и 2020 гг. Сравниваются значения суммарного пассажирооборота всех аэропортов каждой страны за эти два года. Изменения измерены абсолютно и относительно, что позволило выявить типы их динамики: катастрофический, сильный, средний, умеренный, слабый и незначительный спад. Географически распространение COVID-19 шло крайне неравномерно: сначала эпидемией были охвачены большие страны Европы (главным очагом после Уханя стала Северная Италия); затем вовлечены тесно с ними связанные соседние и более удаленные; в последнюю очередь — страны Балканского полуострова и постсоветского пространства Восточной Европы. Распространение заболевания шло иерархически. Первые заболевшие прибывали авиатранспортом сначала из главных очагов, откуда потом коронавирусная инфекция передавалась в другие страны новыми группами авиапассажиров. Пандемия привела к снижению уровня авиаподвижности населения Европы с прежних 4.3 до 1.2 поездок в год, наиболее сильному — в 20 странах, умеренному — в 14. Возник феномен имобильности людей, т.е. есть резкое снижение уровня транспортной подвижности людей, их большая вынужденная привязанность к месту проживания, невозможность передвигаться на дальние, средние, а в некоторых случаях даже на короткие расстояния.

Ключевые слова: COVID-19, авиатранспорт, аэропорты, пассажирские перевозки, пассажирооборот, иерархическая диффузия, авиаподвижность населения, имобильность населения

DOI: 10.31857/S2587556621060145

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Пандемия COVID-19 привела к ограничениям в передвижениях людей как внутри стран, так и между ними, вследствие чего резко сократился объем пассажирских перевозок на авиатранспорте, понизился уровень авиационной подвижности людей¹ и степени авиасвязности городов и стран друг с другом. Все эти изменения имели четко выраженные пространственные различия.

Выявление географических особенностей влияния пандемии с момента ее начала стало важной темой отечественных экономико-географических исследований. К лету 2020 г. появилась серия статей общего характера, посвященных изучению воздействия COVID-19 на структуру экономики и общества в целом. В специальном разделе журнала “Социально-экономическая география:

Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов” № 1 (9) за 2020 г. собраны очень краткие статьи-эссе по этой теме Герасименко, Герасименко; Дружинина; Зырянова; Каганского; Колосова; Кузнецовой; Родомана; Шупера и др., носящие предварительно оценочный характер этого нового явления. Наиболее интересна среди них

¹ Авиационная подвижность населения — условный статистический показатель, представляющий собой частное от деления числа перевезенных авиатранспортом пассажиров (измеряется пассажирооборотом аэропортов) в определенном ареале (районе, стране, городе) на численность его населения. Если значение показателя большое, это свидетельствует о том, что через аэропорты проходит очень много пассажиров, в том числе иностранные туристы и транзитные пассажиры. И чем их больше, тем выше уровень подвижности в среднем на одного жителя. Если же значение небольшое, то приезжих значительно меньше, или их нет вообще.

публикация В.Л. Каганского, в которой автор анализирует возможные пространственные и функциональные последствия воздействия. В ряде публикаций, появившихся спустя несколько месяцев, анализировались диффузия пандемии, факторы ее распространения и влияние на экономику России в региональном разрезе (Земцов, Бабурин, 2020а, б; Зубаревич, Сафронов, 2020).

В 2021 г. в отечественных географических журналах опубликованы новые статьи на эту тему. Так, в (Панин и др., 2021) проводится картографический анализ пространственных закономерностей распространения пандемии COVID-19 в России; констатируется, что тремя первоначальными центрами ее распространения были Московский регион, нефтегазодобывающий север Западной Сибири и Северный Кавказ. Главными факторами быстрого распространения COVID-19, с точки зрения авторов, являлись не только транспортно-логистические параметры, но и высокая доля креативного класса в Московском регионе, вахтовые потоки и скученность вахтовых поселков в Ямало-Ненецком автономном округе, повышенная контактность и слабая система здравоохранения в регионах Северного Кавказа. В (Махрова, Нефедова, 2021) рассматриваются возможности перехода от дачной сезонной мобильности к реальной субурбанизации и дезурбанизации в районах разной степени удаленности от Москвы в новых условиях карантинных ограничений.

За рубежом также появились работы, посвященные анализу географических факторов распространения COVID-19. В специальном выпуске нидерландского журнала *Tijdschrift voor economische en sociale geografie* (Журнал экономической и социальной географии) № 3 за 2020 г. опубликована серия статей по теме “география пандемии COVID-19” (Geography ..., 2020). В (Kuebart, Stabler, 2020) используется модель пространственной диффузии для изучения распространения COVID-19 в Германии.

Статья (Chen et al., 2021) посвящена изучению пространственной диффузии COVID-19, распространявшейся из Уханя в города провинции Хубэй, с использованием гравитационной модели. Результаты моделирования показали, что размер провинциальных городов и расстояние от них до Уханя влияли на общее количество подтвержденных случаев болезни и что главным центром-источником ее являлся Ухань. Таким образом, распространение эпидемии носило иерархический характер, тогда как непосредственное соседство городов друг с другом не имело большого значения.

В (Sigler et al., 2021) с помощью регрессионного анализа получены следующие выводы: значения показателей человеческого развития (HDI) и общей численности населения хорошо предска-

зывают распространение COVID-19 в странах с большим числом зарегистрированных случаев (на 1 млн жителей); более крупный размер домохозяйств, более старое население и более интенсивное взаимодействие людей предсказывают распространение COVID-19 в странах с низким количеством зарегистрированных случаев (на 1 млн жителей). Плотность населения и другие характеристики населения, такие как общая численность населения, доля пожилых людей и размер домохозяйства, являются релевантными объясняющими показателями в первые недели эпидемии, но со временем оказывают не столь сильное воздействие на скорость распространения COVID-19. Напротив, влияние межличностного общения и внемагазинной торговли со временем усиливается, что указывает на то, что более высокая мобильность людей может лучше всего объяснить устойчивое распространение болезни.

В самом начале 2021 г. в специальной прессе, посвященной проблемам авиатранспорта, появились первые, самые общие статьи о воздействии пандемии на авиатранспорт в течение 2020 г. в целом по миру (Air Passenger ..., 2021; Dunn, 2021; 2020 Worst Year ..., 2021), но в них отсутствует анализ пространственной дифференциации этого процесса. Публикаций по географическому анализу динамики авиапассажирских перевозок в условиях пандемии COVID-19 пока еще крайне мало, поскольку до сих пор отсутствует соответствующая территориально-дробная статистическая информация за 2020 г. в разрезе стран и их отдельных частей. По этой причине этот вопрос практически не изучен. В (Suau-Sanchez et al., 2020) дается оценка средне- и долгосрочного воздействия пандемии на развитие авиатранспорта с использованием опросов руководителей авиакомпаний. Но эта статья носит не столько географический, сколько социологический характер. Поэтому наша статья частично заполняет существующий пробел в географическом анализе этого явления. Задачи статьи — выявить процесс распространения пандемии COVID-19 по территории Европы с транспортно-географической точки зрения, а также территориальные различия в динамике авиаподвижности людей в странах Европы, включая Россию, под воздействием пандемии в 2020 г. Очень важно изучить и понять, каковы эти различия от места к месту, где этот спад был сильнее и слабее, почему в одних местах и пунктах спад был очень большим, а в других — средним и небольшим. Географические концепции (в том числе теория пространственной диффузии инноваций) позволяют выявить такие различия.

ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа динамики авиасообщений использованы статистические данные о пассажиро-

Таблица 1. Типы динамики пассажирооборота аэропортов в условиях радикальных социально-экономических кризисов

Тип динамики	Относительный прирост/спад, %	Сокращение/рост в 2019/2020 гг., раз
Слабый рост	+15.0...+29.9	0.81–0.70
Незначительный рост	+3.0...+14.9	0.95–0.82
Стагнация (нулевой рост)	–2.9...+ 2.9	0.96–1.02
Незначительный спад	–3.0...–14.9	1.03–1.16
Слабый спад	–15.0...–29.9	1.17–1.42
Умеренный спад	–30....–44.9	1.43–1.80
Средний спад	–45.0...–64.9	1.81–2.85
Сильный спад	–65.0...–84.9	2.86–6.6
Катастрофический спад	–85.0...–99.9	6.7–29.0
Исчезновение явления (закрытие)	–100	...

Источник: (Тархов, 2015, с. 124).

обороте почти 300 больших и средних аэропортов² стран Европы и России за 2019 и 2020 гг., которые собраны из большого числа источников — годовых отчетов отдельных аэропортов, групп аэропортов, национальных авиационных агентств и управлений отдельных стран. Первые отчеты (в том числе помесечные) за 2020 г. были опубликованы в январе 2021 г., но большинство появилось в Интернете лишь в мае–июле 2021 г.³ Таким образом была объединена и систематизирована информация из разных источников.

Показатель “пассажирооборот аэропорта” оказался наилучшим индикатором пространственной активности и пассивности людей во время COVID-19: если аэропорт закрывался, то это означало полный локдаун в этом городе и окружающей его местности; если количество пассажиров было незначительным по сравнению с доковидным годом, то это свидетельствовало о частичном локдауне; чем меньше было сокращение пассажиропотока через аэропорт в течение года, тем слабее были ограничения в передвижениях. На основе динамики пассажирооборота по большинству аэропортов можно судить не только о ее характере, но и о географических различиях.

Сравниваются значения суммарного пассажирооборота всех аэропортов каждой европейской страны за 2019 г. (последний доковидный) и 2020 г. Изменения измерены абсолютно (прирост) и относительно, как: 1) отношение прироста к значению в 2019 г., %; 2) отношение значений в 2019 г. к 2020 г., раз. Последний показатель рельефнее

отражает динамику, в частности степень спада. Нами рассчитаны значения всех трех показателей динамики общего пассажирооборота аэропортов почти всех стран Европы, включая Россию, по которым были найдены полные статистические данные.

Для разбиения изменений суммарного пассажирооборота аэропортов отдельных стран на типы использована разработанная автором ранее методика количественной оценки деградации пассажирской авиасвязности аэропортов России в 1990–2006 гг. (Тархов, 2015, с. 124), где эмпирически были выявлены типы динамики роста и спада авиапассажирских перевозок. Количественные параметры типов представлены в табл. 1 (добавлены градации по третьему показателю динамики).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пространственное распространение COVID-19 в Европе: транспортно-географический анализ

Анализ электронных источников информации (в том числе публикаций СМИ) позволил выявить очаги появления первых случаев заболевания COVID-19, проследить, как коронавирусная инфекция распространялась по территории Европы. Коронавирус SARS-CoV-2 был завезен в Европу в последней декаде января 2020 г. вследствие наличия прямого авиасообщения города Ухань (КНР) с несколькими крупнейшими европейскими аэропортами (табл. 2). Регулярные пассажирские авиарейсы из аэропорта Ухань в конце 2019 г. выполнялись в Париж (аэропорт Шарль де Голль), Лондон (Хитроу), Рим (Фьюмичино), Стамбул, Москву (Шереметьево) и Санкт-Петербург; осуществлялись также отдельные чартерные

² Пассажирооборот аэропорта — общая сумма числа отправленных из и прибывших в него пассажиров в течение года, т.е. количество пассажиров, прошедших через аэропорт.

³ До сих пор не опубликованы сведения по большинству аэропортов Франции, Португалии, Румынии, Молдовы.

Таблица 2. Распространение COVID-19 в странах Европы (упорядочены в хронологическом порядке фиксации первых случаев заболевания)

Страна	Дата первого случая	Откуда завезен	Первые местности, охваченные эпидемией	Наиболее пострадавшие районы	Число случаев заражения (кумулята) на 01.08.2020	Число случаев заражения (кумулята) на 31.12.2020	Число случаев заражения (кумулята) на 01.08.2021
Франция	24.01.2020	Ухань (КНР)	Бордо	Иль-де-Франс, Овернь-Рона-Альпы, О-де-Франс, Прованс-Альпы-Лазурный Берег	189547	2620425	6146619
Германия	27.01.2020	Ухань (КНР)	Штарнберг (близ Мюнхена)	Северный Рейн-Вестфалия, Бавария, Баден-Вюртемберг, Нижняя Саксония	209653	1719737	3771262
Финляндия	28.01.2020	Ухань (КНР)	Ивало (Лапландия)	Хельсинки, Уусимаа	7491	36646	109230*
Италия	30.01.2020	Ухань (КНР)	Рим	Ломбардия, Пьемонт, Эмилия-Романья, Венето	247832	2107166	4355348
Великобритания	31.01.2020	Ухань (КНР)	Йорк (31.01.2020), Брайтон (06.02.2020)	Лондон, Кент, Бостон, юг Уэльса, Шеффилд, Лидс	303952	2488780	5880667
Испания	31.01.2020	Ломбардия (Италия)	Гомера, Тенерифе (Канарские о-ва)	Мадрид, Каталония, Андалусия, Валенсийское сообщество	288522	1928265	4545184
Швеция	31.01.2020	Ухань (КНР)	Йёнчёпинг	Сёдерманланд, Эребру, Емтланд, Стокгольм	77247	454758	1100140
Россия	31.01.2020, 02.03.2020	Ухань (КНР; 31.01); Италия (02.03)	Тюмень, Чита (31.01); Москва (02.03)	Москва, С.-Петербург, Московская, Нижегородская, Свердловская, Воронежская области	845443	3159297	6265873
Бельгия	04.02.2020	Ухань (КНР)	Брюссель	Эно, Антверпен, Брюссель, Льеж, Восточная и Западная Фландрия	68751	644242	1127715
Австрия	25.02.2020	Ломбардия (Италия)	Тироль (Инсбрук)	Вена, Верхняя и Нижняя Австрия, Штирия, Тироль	21212	360815	659508
Швейцария	25.02.2020	Милан (Италия)	Лугано	Цюрих, Во, Берн, Женева, Аарау	35412	452296	721776*
Хорватия	25.02.2020	Италия	Загреб	Загреб, Сплит-Далмация, Приморье-Горский Котар	5224	210837	363758
Норвегия	26.02.2020	Австрия, Ухань (КНР)	Тромсё	Викен, Осло, Вестланд	9071	...	138265
Румыния	26.02.2020	Италия	Пригория (Горж)	Бухарест, Клуж, Тимиш, Илфов, Брашов, Яссы, Констанца	52111	632263	1083341
Греция	26.02.2020	Северная Италия	Салоники	Аттика, Центральная Македония	4587	138850	422456**
Северная Македония	26.02.2020	Италия	Скопье	Скопье, Куманово	10891	83329	156452

Таблица 2. Продолжение

Страна	Дата первого случая	Откуда завезен	Первые местности, охваченные эпидемией	Наиболее пострадавшие районы	Число случаев заражения (кумулята) на 01.08.2020	Число случаев заражения (кумулята) на 31.12.2020	Число случаев заражения (кумулята) на 01.08.2021
Нидерланды	27.02.2020	Италия	Тилбург (Лоон-оп-Занд)	Южная Голландия, Северный Брабант, Северная Голландия, Гелдерланд	55955	...	1872093
Дания	27.02.2020	Ломбардия (Италия), Тироль (Австрия)	Роскилле, Копенгаген	Копенгаген, Восточная и Южная Ютландия	14028	164116	318807
Исландия	27.02.2020	Италия (Андало)	Рейкьявик	Рейкьявик	1907	5754	8122
Эстония	27.02.2020	Иран (через Ригу)	Таллинн	Таллинн, Харьюмаа, Сааремаа, Ида-Виру	2072	27990	133685
Белоруссия	28.02.2020	Иран (через аэропорт Баку)	Минск	Минск, Витебская обл.	67946	194284	446998
Литва	28.02.2020	Верона (Италия)	Каунас, Шяуляй	...	2083	140579	283016
Монако	28.02.2020	Ломбардия (Италия)	Монако	Монако	86	...	2926
Сан-Марино	28.02.2020	Италия	Сан-Марино	Сан-Марино	698	5090	5147
Люксембург	29.02.2020	Италия (через аэропорт Шарлеруа)	Люксембург	Люксембург	(26.06.2020) 5610	46415	74144
Ирландия	29.02.2020	Северная Италия	Дублин	Донегол, Лоут	26109	91779	302074
Чехия	01.03.2020	Италия (Милан, Удине, Ауронцо-ди-Кадоре)	Прага, Дечин	Прага, Фридек-Мистек, Брно, Карвина	16706	732174	1673795
Португалия	02.03.2020	Ломбардия (Италия)	Порту	Лиссабон, Порту	51310	413678	970937
Андорра	02.03.2020	Милан (Италия)	Андорра-ла-Велья	Андорра	937	8049	14797
Латвия	02.03.2020	Милан (Италия)	Рига	Рига, Кулдига, Даугавпилс	1238	40904	138899
Лихтенштейн	03.03.2020	Швейцария	Вадуц	Лихтенштейн	...	...	3091*
Украина	03.03.2020	Италия	Черновцы	Киев, Одесская, Харьковская, Львовская, Киевская, Днепропетровская области	72168	1055047	2253534
Гибралтар	04.03.2020	Северная Италия (через аэропорт Малага)	Гибралтар	Гибралтар	187	2040	4965

Таблица 2. Окончание

Страна	Дата первого случая	Откуда завезен	Первые местности, охваченные эпидемией	Наиболее пострадавшие районы	Число случаев заражения (кумулята) на 01.08.2020	Число случаев заражения (кумулята) на 31.12.2020	Число случаев заражения (кумулята) на 01.08.2021
Фарерские острова	04.03.2020	Париж, Северная Италия	Торсхавн	о. Стреймой	225	610	965
Польша	04.03.2020	Германия (автобусом)	Зелена-Гура	Варшава, Краков, Познань	46346	1294878	2883029
Венгрия	04.03.2020	Иран	Будапешт	Будапешт, Боршод, Дьёр-Шопрон, Хайду-Бихар, Бач-Кишкун	4526	322514	809646
Словения	04.03.2020	Италия	Любляна	Любляна	2171	122025	259625*
Босния и Герцеговина	05.03.2020	Италия	Баня-Лука (05.03.2020), Зеница (09.03.2020)	Республика Сербская, Сараево, Тузла	12109	111639	205285
Сербия	06.03.2020	Будапешт (Венгрия)	Суботица	Белградская агломерация, Нишава, Ябланица	25882	337923	722221
Словакия	06.03.2020	Венеция (Италия)	Костолиште	Прешов, Жилина, Тренчин, Кошице, Трнава	2344	184508	392710
Мальта	07.03.2020	Италия	Валетта	Мальта	845	12774	34375
Молдавия	07.03.2020	Милан (Италия)	Кишинёв	Кишинёв, Гагаузия	25113	144818	259549
Болгария	08.03.2020	...	Плевен, Габрово	София, Бургас, Варна	11420	201220	424872
Албания	08.03.2020	Флоренция (Италия)	Тирана	Тирана, Фиери, Дуррес, Влёра	5396	58316	133121
Турция	11.03.2020	Европа	...	Трабзон, Ризе, Орду, Гиресун, Самсун	231869	2208652	5747935
Косово	13.03.2020	Италия	Витина	Приштина	8554	50405	107382 (29.05.2021)
Черногория	17.03.2020	Барселона (Испания), Нью-Йорк (США)	Подгорица, Улцинь	Подгорица, Никшич	3198	48247	102092
Приднестровская Молдавская Республика	21.03.2020	...	Бендеры, Рыбница	Тирасполь, Бендеры	...	...	51193
Луганская Народная Республика	29.03.2020	...	Славяно-сербский район	...	...	...	...

Составлено автором по разным источникам на иностранных языках, в том числе по материалам СМИ. Использованы информационные ресурсы: <https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19> (статистика COVID-19 по странам мира университета Дж. Хопкинса), <https://стопкоронавирус.рф> (Коронавирус COVID-19: официальная информация), https://en.wikipedia.org/wiki/Category:COVID-19_pandemic_by_country. Информация о числе заболевших к 1 августа 2021 г. из: <https://index.minfin.com.ua/reference/coronavirus/geography/europe/>. В список включен ряд непризнанных и полупризнанных государств. Всего охвачено 49 стран.

* Данные на 4 августа 2021 г.; ** данные на 29 мая 2021 г.

рейсы в другие европейские аэропорты; грузовые — в Люксембург.

Первый случай заболевания COVID-19 в Европе был зарегистрирован 24 января 2020 г. в Бордо (Франция)⁴. Затем заболевания были зафиксированы 27 января — в Германии, 28 января — в Финляндии, 30 января — в Италии, 31 января — в Великобритании, Испании и Швеции, когда китайские туристы устремились на китайские новогодние каникулы в европейские турцентры, на горнолыжные курорты и постновогодние распродажи в торговых центрах Франции и Италии. 31 января первые случаи заболевания были зарегистрированы в Тюмени и Чите, куда из Уханя прибыли жители КНР. 2 февраля рейсом из Уханя первый заболевший прибыл в Бельгию. Таким образом, с 24 января по 2 февраля коронавирусная инфекция попадала в страны Европы с авиапассажирами из Уханя (либо китайскими туристами, либо европейцами, возвращавшимися из Китая).

Основной пик заражений пришелся сначала на Италию, поскольку это наиболее посещаемая китайскими туристами страна Европы (табл. 3). Первые два случая в Италии были зафиксированы у двух китайских туристов в Риме 30 января, прибывших 23 января из Уханя в аэропорт Милана (Мальпенса), а затем перелетевших оттуда в аэропорт Верона, и далее наземным транспортом через Парму попавших в Рим. Однако массовая вспышка COVID-19 произошла спустя почти три недели — 21–22 февраля, когда число заражений резко возросло. Главными центрами эпидемии стали регионы Ломбардия и Венето. Аэропорты севера Италии стали главными очагами передачи и перекрестного распространения инфекции, поскольку имели прямое авиасообщение со многими другими авиаузлами не только Европы, но и России, Африки, Америки. В крупнейших аэропортах Ломбардии инфекцию подхватывали туристы, возвращавшиеся в конце февраля с альпийских горнолыжных курортов севера Италии к себе на родину, становясь переносчиками и распространителями коронавируса в другие страны (см. табл. 2). Таким образом, с конца февраля главным источником диффузии инфекции стала Северная Италия. Именно из миланских аэропортов (Мальпенса, Линате) и из Бергамо с 25 февраля по 13 марта она распространилась в 28 стран Европы, т.е. в их подавляющее большинство.

Вторым очагом распространения с конца февраля стал аэропорт Инсбрук, куда COVID-19

очень быстро проник из соседней Ломбардии. Туристы, отдохнувшие на горнолыжных курортах Тироля, улетали во все концы Европы. Через аэропорты Австрии инфекция таким образом впервые попала в Норвегию и Данию.

Еще одним источником заражений стал Иран (коронавирусная инфекция в эту страну была впервые завезена бизнесменом из Кума, побывавшем в Ухане: первый летальный случай был зарегистрирован 19 февраля 2020 г.), откуда COVID-19 вместе с авиапассажирами (чаще всего это были иранские студенты, возвращавшиеся на учебу в европейские вузы) проник в четыре страны Восточной Европы (Белоруссию, Латвию, Эстонию, Венгрию).

В Черногорию зараженные прибыли авиатранспортом из Нью-Йорка и Барселоны.

Наземным транспортом коронавирус проник из Швейцарии в Лихтенштейн, из Германии — в Польшу, из Венгрии — в Сербию, из Италии через румынский аэропорт и далее автотранспортом — в Молдавию (см. табл. 2).

Эпидемия COVID-19 быстро превратилась в пандемию, охватив все страны без исключения. В конце января это были большие страны (Франция, Германия, Великобритания, Италия, Испания). В феврале—начале марта из-за быстрого распространения к ним добавились средние, а потом и малые страны. Последними, куда пришел коронавирус, стали государства Восточной и Юго-Восточной Европы (Молдова, Болгария, Албания, Косово, Черногория — 17 марта), а также непризнанные постсоветские республики (Приднестровская Молдавская — 21 марта, Луганская народная — 29 марта)⁵.

Последствия COVID-19 для гражданской авиации

С самого начала эпидемии было очевидно, что главным средством распространения коронавируса стал авиатранспорт, развитие которого к началу 2020 г. достигло своего пика за всю его историю: в 2019 г. в мире было перевезено 4.5 млрд авиапассажиров, а уровень авиаподвижности населения составил 0.59 поездок в год на 1 жителя. В первом ковидном 2020 г. авиатранспортом в мире было перевезено всего 1.8 млрд человек, что почти равнялось мировому минимуму 2004 г. (1.9 млрд чел.) из-за событий 11 сентября 2001 г., которые также привели к резкому сокращению пассажирских авиаперевозок. Уровень авиаподвижности населения мира уменьшился в 2020 г. до 0.24 поездок на 1 жителя, т.е. в 2.46 раза.

⁴ Основные источники информации о первых случаях заболевания и числе заболевших COVID-19 по отдельным странам: <https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19> (статистика COVID-19 по странам мира университета Дж. Хокпинса); <https://стопкоронавирус.рф> (Коронавирус COVID-19: официальная информация); https://en.wikipedia.org/wiki/Category:COVID-19_pandemic_by_country.

⁵ Вполне возможно, что в ряде стран Восточной и Юго-Восточной Европы информация о регистрации первых заболевших попадала в СМИ не сразу, но проверить ее достоверность не представляется возможным.

Таблица 3. Число прибытий китайских туристов в страны Европы и в Россию в 2014–2019 гг. (тыс. чел.)

Страна	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Италия	2298	3338	2679	3077	3201	...
Франция	1389	2023	1639	2041	2109	...
Германия	1257	1384	1364	1551	1583	...
Швейцария	890	1210	...	...	...	...
Австрия	...	715	...	899	973	...
Великобритания	357	526	645	819	860	883
Испания	288	...	375	515	649	770
Чехия	...	285	355	492	619	612
Норвегия	177	287	393	477	451	472
Португалия	113	155	180	257	324	385
Финляндия	...	...	265	390	454	384
Нидерланды	...	...	297	364	...	368
Швеция	203	258	...	365	...	...
Хорватия	...	...	...	159	234	279
Венгрия	...	...	...	227	256	277
Бельгия	169	209	148	...	...	...
Словения	55	...	...	...	...	...
Люксембург	...	...	36	34	33	30
Европейский Союз	7870	11 180	10 480	13 600	14 480	...
Россия	874	1122	1289	1478	1690	1883

Источники: на английском языке через поисковую систему Google вводился запрос о числе китайских туристов в каждой стране; использовался также информационный ресурс [statista.com/statistics](https://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/torg/tur/tab-tur1-1.htm). Число китайских туристов, посетивших Россию, взято из: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/torg/tur/tab-tur1-1.htm — Росстат; <https://tourism.gov.ru/contents/analitics/statistics/> — статистика Федерального агентства по туризму.

В марте–июне 2020 г. были закрыты границы многих стран, введен строгий контроль передвижения людей, из-за чего резко снизились потребности в авиапередвижениях, сократилась авиаподвижность людей. Восемь европейских авиакомпаний прекратили полеты своих самолетов и перестали существовать: Flybe (Великобритания), Ernest Airlines (Италия), Germanwings (Германия), CityJet (Британия), SunExpress Deutschland (Германия), Jet Time (Дания), Go2Sky (Словакия), Montenegro Airlines (Черногория). Некоторые аэропорты были закрыты (например, парижский Орли не работал с начала апреля до конца июня), а в крупнейших аэропортах прекращена работа отдель-

ных терминалов, и оставшиеся рейсы сосредоточены в одном–двух терминалах.

К началу пандемии авиатранспорт связывал все большие, средние и многие небольшие города друг с другом. Пик пандемии в апреле–мае 2020 г. привел почти к полному прекращению полетов, когда пассажирские перевозки сократились до минимума (рис. 1). Было прекращено подавляющее большинство регулярных международных рейсов, а несколько стран ввели запрет и на внутренние авиаперевозки. Таким образом, особенно сильно этот кризис ударил по международным авиаперевозкам.

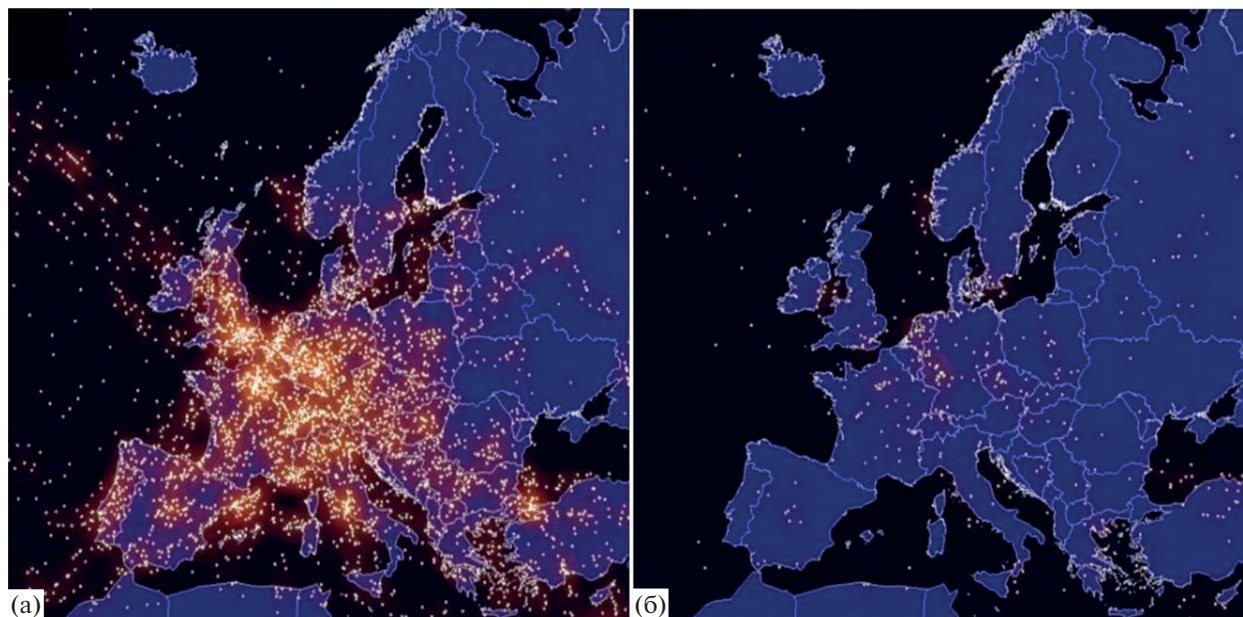


Рис. 1. Загруженность гражданскими самолетами воздушного пространства Европы: (а) 18 апреля 2019 г., 11:40 (в небе находилось 3100 воздушных судов), (б) 16 апреля 2020 г., 11:40 (в небе было 380 воздушных судов).

Автор-составитель А.Д. Сузанский, 25.05.2020 г.

Составлено по данным <https://www.flightradar24.com/>.

Спад пассажирооборота аэропортов отдельных стран

Выше отмечено, что полная статистика пассажирооборота аэропортов по всем европейским странам за 2020 г. к лету 2021 г. (когда писалась эта статья) еще не была опубликована. Данные о спаде пассажирооборота по тем странам, по которым она была найдена, представлены в табл. 4.

Самые большие абсолютные потери пассажирооборота из-за коронавирусного кризиса испытали системы аэропортов Испании (–199.2 млн чел.), Германии (–190.6 млн), Франции (–140.7 млн), Италии (–140.2 млн), России (–91.3 млн).

По относительным потерям пассажирооборота страны распределяются следующим образом (см. табл. 4). Умеренный уровень спада был характерен только для аэропортов России (–41%). Это связано с тем, что продолжительность локдауна здесь была не столь значительная, как в других европейских странах (в России, к тому же, быстро восстановились внутренние перевозки, в первую очередь летом на курорты; в 2020 г. доля международных пассажиров сократилась до 13.3% по сравнению с 33.7% в 2019 г.). Средний уровень спада (54–64%) был характерен для Косово, Фарерских островов, Албании, Литвы, Белоруссии, Норвегии и Украины.

Сильный уровень спада (68–71%) отмечен у аэропортов Люксембурга, Сербии, Польши, Северной Македонии и Нидерландов. Для этих стран всегда была значительна доля международ-

ных перевозок (так, доля международных пассажиров аэропорта Амстердам составляла 100%). Очень сильно (от –72 до –84%) пострадали аэропорты Испании, Италии, Франции, Боснии и Герцеговины, Эстонии, Бельгии, Латвии, Дании, Швеции, Великобритании, Финляндии, Швейцарии, Мальты, Австрии, Германии, Венгрии, Исландии, Черногории, Словении. Среди этих стран есть как небольшие (в них доминируют международные перевозки), так и большие, но с более затяжным локдауном, введенным из-за сильных всплесков эпидемии, и более строгими карантинными мерами, из-за которых аэропорты закрывались на более длительные сроки. (Например, в пассажирообороте аэропорта Мюнхен в 2019 г. международные пассажиры составляли 76.9%, в 2020 г. – 80.0%; аэропорта Афины – 69.7 и 62.7% соответственно).

Больше всего пострадали аэропорты Чехии (катастрофический спад; 85%), где локдаун был дольше и строже, чем у всех других стран, да и сами размеры страны незначительны, потому в пассажиропотоках традиционно преобладали международные пассажиры.

Таким образом, для аэропортов стран Европы был характерен сильный спад их пассажирооборота, в среднем он составил 71% (от 65 до 84%).

Таблица 4. Изменение суммарного пассажирооборота аэропортов и уровня авиаподвижности населения в странах Европы в 2019–2020 гг. (упорядочены по убыванию суммарного пассажирооборота в 2019 г.)

Страна	Суммарный пассажирооборот аэропортов страны, тыс. чел.		Относительный прирост пассажирооборота, %	Абсолютное сокращение пассажирооборота, 2019/2020, раз	Численность населения страны, тыс. чел., 2020 г.	Авиаподвижность всего населения (число авиапоездов на 1 жителя в год)		Уменьшение авиаподвижности в 2019/2020 гг., раз
	2019 г.	2020 г.				2019 г.	2020 г.	
Великобритания	300477	74609	–75.17	4.03	67 215	4.47	1.11	4.03
Испания	275247	76064	–72.37	3.62	47 352	5.81	1.61	3.61
Германия	250247	57800	–76.74	4.30	83 241	3.01	0.69	4.36
Россия	220891	129562	–41.34	1.70	144 104	1.53	0.90	1.70
Италия	193 103	52926	–72.59	3.65	59 554	3.24	0.89	3.64
Франция	191 766	51 027	–73.39	3.76	67 391	2.85	0.76	3.75
Нидерланды	81 234	23 588	–70.94	3.44	17 441	4.66	1.35	3.45
Греция	65 855	19 933	–69.73	3.30	10 716	6.15	1.86	3.31
Португалия	59 120	17 960	–69.62	3.29	10 306	5.74	1.74	3.30
Швейцария	58 560	13 942	–76.19	4.20	8 637	6.78	1.61	4.21
Норвегия	57 260	21 716	–62.07	2.64	5 379	10.65	4.04	2.64
Польша	49 083	14 487	–70.48	3.39	37 951	1.29	0.38	3.39
Швеция	43 720	11 010	–74.82	3.97	10 353	4.22	1.06	3.98
Ирландия	38 428	8 325	–78.16	4.58	4 995	7.63	1.67	4.57
Дания	36 446	9 305	–74.47	3.92	5 831	6.25	1.60	3.91
Австрия	36 206	8 682	–76.02	4.17	8 917	4.06	0.97	4.19
Бельгия	35 522	9 389	–73.57	3.78	11 556	3.07	0.81	3.79
Финляндия	26 024	6 401	–75.40	4.31	5 531	4.71	1.16	4.06
Украина	24 337	8 665	–64.40	2.81	44 135	0.55	0.20	2.75
Румыния	22 192	...	...	...	19 286	1.15	...	...
Чехия	18 836	3 841	–84.92	4.90	10 699	1.76	0.36	4.89
Венгрия	16 775	3 859	–77.00	4.35	9 750	1.72	0.40	4.30
Болгария	12 071	3 984	–67.00	3.03	6 927	1.74	0.58	3.00
Хорватия	11 492	2 175	–81.07	5.28	4 047	2.84	0.54	5.26
Исландия	7 925	1 668	–78.89	4.74	366	21.65	4.56	4.75
Латвия	7 811	2 011	–74.25	3.88	1 902	4.11	1.06	3.88
Мальта	7 310	1 748	–76.09	4.18	525	13.92	3.33	4.18
Сербия	6 582	2 058	–68.73	3.20	6 908	0.95	0.30	3.17
Литва	6 504	2 504	–61.50	2.60	2 795	2.33	0.90	2.59
Белоруссия	5 102	1 939	–62.00	2.63	9 399	0.54	0.21	2.57
Люксембург	4 416	1 446	–67.26	3.05	632	6.99	2.29	3.05
Эстония	3 334	864	–74.09	3.86	1 331	2.50	0.65	3.85
Албания	3 330	1 311	–60.63	2.54	2 838	1.17	0.46	2.54
Молдавия	2 996	...	...	...	2 618	1.14	...	...
Словакия	2 982	...	...	...	5 459	0.55	...	...
Северная Македония	2 676	786	–70.76	3.42	2 083	1.28	0.38	3.37
Черногория	2 665	533	–80.00	5.00	622	4.28	0.86	4.98
Косово	2 374	1 102	–53.57	2.15	1 775	1.34	0.62	2.16
Босния и Герцеговина	1 919	523	–72.74	3.67	3 281	0.58	0.16	3.63
Словения	1 750	288	–83.53	6.07	2 100	0.83	0.14	5.93
Гибралтар	491	...	...	...	34	14.44	...	...
Фарерские острова	425	180	–57.65	2.26	49	8.67	3.67	2.36
Всего/средняя (для подвижности)	2 195 484	639 886	–70.85	3.43	746 031	4.36	1.18	3.72

Источники: <http://www.airportsbase.com/index.php?Page=Statistics&Type=Busiest%20countries&p=0&w=Pax&y=2019>; статистические отчеты национальных управлений гражданской авиации. Численность населения стран: <https://data.world-bank.org/indicator/SP.POP.TOTL?view=chart>.

Снижение уровня авиаподвижности населения

Общий пассажирооборот аэропортов Европы в 2019 г. составил 2 195.5 млн пассажиров, а уровень подвижности ее населения — 4.36 поездок на одного европейского жителя, что значительно выше среднего мирового (0.59 поездок). Однако внутри Европы существуют большие географические различия между странами как по размеру авиапассажирооборота, так и по уровню авиаподвижности населения (см. табл. 4).

В доковидный 2019 г. максимальные значения уровня авиаподвижности отмечались в Исландии (21.7 поездок на 1 жителя), Гибралтаре (14.4), на Мальте (13.9 поездок) и Фарерских островах (8.7), что объясняется не только очень большим притоком туристов (особенно на Гибралтаре и Мальте) и малой численностью населения, но и островным и удаленным географическим положением всех этих стран за исключением Гибралтара, для которых авиатранспорт — единственный вид внешнего транспортного сообщения с континентальной Европой и остальным миром.

Высокий уровень авиаподвижности (более 5.5 поездок на 1 жителя) был в Ирландии, Люксембурге, Швейцарии, Греции, Испании, Португалии, т.е. в странах с большим притоком туристов и иностранцев. Особо выделяется Норвегия (10.7 поездок), где воздушным транспортом пользуются для связи с отдаленными районами северной части страны, но также значителен приток иностранных туристов.

Средний уровень авиаподвижности (от 3.5 до 5.5 поездок на 1 жителя) был характерен для Финляндии, Нидерландов, Великобритании, Черногории, Швеции, Латвии и Австрии; низкий (от 1.5 до 3.5 поездок) — для 12 стран.

Очень низкий уровень авиаподвижности (менее 1.5 поездки) имели 12 стран (Россия — 1.53, Косово, Польша, Северная Македония, Албания, Румыния, Сербия, Словения, Босния и Герцеговина, Словакия, Украина, Белоруссия).

В 2020 г. общий пассажирооборот аэропортов Европы уменьшился с 2195 до 634 млн пассажиров (не учтены пять небольших стран, по которым информация отсутствует), т.е. в 3.5 раза, а уровень авиаподвижности населения сократился в целом по всей Европе в 3.72 раза (от 3.3 до 4.3 раза), снизившись в среднем с 4.36 в 2019 г. до 1.18 поездок на одного европейца. Сильнее всего его значения (более чем в 5 раз) уменьшились в Словении и Хорватии, в значительной степени — в 18 странах (3.5–5 раз), умеренно — в 14 странах (2.5–3.5 раза), незначительно (в 1.2–2.5 раза) — в России, Косово, Фарерских островах.

Несмотря на коронакризис, уровень авиаподвижности жителей относительно высоким остался в Исландии (4.6 поездок вместо 21.7 в 2019 г.), Норвегии (4.0 поездок вместо прежних 10.7), на Фарер-

ских островах (3.7 поездок против 8.7 в 2019 г.) и Мальте (3.3 поездки вместо 13.9 в 2019 г.).

Хотя значения уровня авиаподвижности жителей в 2020 г. сократились во всех странах, но в меньшей степени (до уровня 1.6–1.9 поездок в год) — в Греции, Португалии, Испании, исключительно благодаря открытию там летом 2020 г. многих морских курортов и туристических центров, куда устремились психологически угнетенные первыми месяцами локдаунов жители остальной Европы⁶.

Средние значения уровня авиаподвижности населения (0.6–1.6) для 2020 г. были характерны для 18 стран, и эта группа самая многочисленная. Самые низкие значения имели 9 стран: Албания, Польша, Северная Македония, Чехия, Сербия, Белоруссия, Украина, Босния и Герцеговина, Словения.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Торстен Хегерstrand (Hägerstrand, 1967) в рамках своей теории диффузии инноваций выделял три ее формы (Смирнягин, Тархов, 2013):

1) иерархическую — распространение осуществляется через сеть центров и узлов иерархическим способом: из главного центра нововведение попадает в центры второго порядка, из последних — в центры третьего порядка и т.д. по всем рангам иерархии центров и поселений;

2) волновую (контактную) — распространение идет фронтально в виде пространственной волны, континуально охватывающей всю территорию — от одной территории (района) к соседним территориям (районам);

3) смешанную — отдельные виды новшеств распространяются одновременно и иерархическим, и волновым способом.

С помощью этой теории географы в 2000-е годы изучали пространственное распространение эпидемий гриппа и эпизоотий (Cliff et al., 2004; Haggett, 2000; Lawson, 2006; Souris, 2019). Географические особенности распространения болезней этих форм таковы. Контактная (волновая) диффузия заражения характеризуется вспышкой в одном регионе (ареале) и распространением на соседние области и районы, так что болезнь имеет самую высокую интенсивность в месте происхождения. Напротив, иерархическое распространение характеризуется началом болезни в определенном месте и перескакиванием ее в более отдаленные ареалы и точки, связанные с первоначальным местом возникновения иерархическими связями. Процесс диффузии болезни также может быть смешанным, когда одновременно

⁶ В 2019 г. сюда прибывали туристы не только из европейских стран.

наблюдаются волновое и иерархическое распространение. Если в доавиационную эпоху эпидемии распространялись линейно-иерархически посредством наземного и водного транспорта, то в современную эпоху доминирования на дальних и средних расстояниях авиатранспорта они диффундируют точечно-иерархически.

С точки зрения теории диффузии нововведений, на первых стадиях COVID-19 распространялся исключительно иерархическим путем через обширную систему авиасообщения: первыми пострадали крупнейшие и большие города, крупные городские агломерации, куда совершались прямые авиарейсы из китайских, а затем и итальянских авиаузлов. Из них на более поздних стадиях инфекция стала проникать с пассажирами-носителями уже посредством наземного транспорта в средние и малые города, расположенные в зоне влияния крупнейших и больших городов; в последнюю очередь она попадала в сельские местности. На поздних стадиях распространения была характерна смешанная форма диффузии с доминированием иерархической формы.

В результате такого иерархического распространения пандемии в первую очередь пострадали большие европейские страны с крупнейшими аэропортами, во вторую — средние страны, находящиеся в тени зоны влияния последних, в меньшей степени — периферийные страны с более невыгодным транспортно-географическим положением.

ВЫВОДЫ

В 39 из 49 европейских стран первые заболевшие прибыли на авиатранспорте, который и стал главным средством распространения COVID-19. Коронавирусная инфекция передавалась затем в пределах зон влияния крупнейших аэропортов пассажирами наземного транспорта. Ее носители на поздних стадиях диффузии перемещались не столько самолетами, сколько наземным транспортом, а в отдаленные и малодоступные регионы — исключительно авиатранспортом.

В ходе быстрого распространения пандемии COVID-19 возник новый транспортный феномен — иммобильность населения, т.е. резкое снижение уровня подвижности людей, их большая вынужденная привязанность к месту проживания, невозможность передвигаться на дальние, средние, а в некоторых случаях даже на короткие расстояния, резкое ограничение свободы передвижений в географическом смысле. Произошел возврат к вынужденному закреплению людей к определенным местам и ареалам — к своеобразной средневековой пространственной иммобилизации. Чем сильнее была пандемия и чем обширнее были территории регионов и стран, мно-

гочисленнее местности, города и другие населенные пункты, которые она охватывала, тем больше увеличивалась иммобильность людей и ограничивалась свобода их передвижения, уменьшался радиус поездок от мест проживания. Эта растущая иммобильность людей компенсируется ростом вне-транспортного коммуникационного друг с другом посредством новых технологий через сеть Интернет, где трафик вырос в ковидный год, по некоторым ретировочным оценкам, на 35–50% по сравнению с доковидным периодом⁷.

В результате пандемии авиатранспорт стал наиболее уязвимым и наименее надежным видом транспорта для передвижения на дальние и средние расстояния, хотя и остался единственным средством сообщения на этих дистанциях. Как долго продлится этот пульсирующий время от времени, от одной вспышки до другой, ковидный кризис иммобильности населения, пока неизвестно, поскольку возникновение и быстрое распространение новых штаммов происходит неожиданно и пространственно иначе, чем у более старых. Красноречивым примером служит очень быстрое распространение индийского штамма дельта. Одна из задач географов состоит в изучении пространственной дифференциации последствий этого процесса с использованием статистики пассажирских перевозок на авиатранспорте, в частности, благодаря доступной количественной оценке уровня спада авиаподвижности населения, который оказался очень хорошим индикатором его локальных, региональных и межстрановых различий и особенностей.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено по госзаданию Института географии РАН в рамках темы 0148-2019-0008 “Проблемы и перспективы территориального развития России в условиях его неравномерности и глобальной нестабильности”.

FUNDING

The study was carried out within the framework of the state-ordered research theme of the Institute of Geography RAS, project no. 0148–2019–0008 “Problems and Prospects of Russia’s Territorial Development in Terms of Its Unevenness and Global Instability.”

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Герасименко Т.И., Герасименко А.С. Некоторые географические аспекты пандемии коронавируса //

⁷ <https://www.stackscale.com/blog/internet-traffic-globally-2020-2021/>; <https://www.capacitymedia.com/articles/3827731/global-internet-capacity-up-35-in-2020#:~:text=In%20fact%2C%20the%20internet%20saw,same%20period%20actually%20reached%2047%25.>

- Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2020. № 1 (9). С. 124–126.
- Дружинин А.Г. Общественно-географические метаморфозы в зеркале пандемии COVID-19 // Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2020. № 1 (9). С. 129–131.
- Земцов С.П., Бабурин В.Л. COVID-19: пространственная динамика и факторы распространения по регионам России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020а. Т. 84. № 4. С. 485–505.
- Земцов С.П., Бабурин В.Л. Коронавирус в России: масштаб и последствия // Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2020б. № 1 (9). С. 133–135.
- Зубаревич Н.В., Сафронов С.Г. Регионы России в острой фазе коронавирусного кризиса: отличия от предыдущих экономических кризисов 2000-х // Региональные исследования. 2020. № 2. С. 4–17.
- Зырянов А.И. Географические особенности распространения коронавируса // Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2020. № 1 (9). С. 135–137.
- Каганский В.Л. Пандемия коронавируса. Тестирование антропосферы // Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2020. № 1 (9). С. 138–140.
- Колосов В.А. Новое поле исследований общественной географии: торопиться без спешки // Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2020. № 1 (9). С. 140–142.
- Кузнецова О.В. Экономические отношения центра и регионов в условиях коронавируса // Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2020. № 1 (9). С. 144–147.
- Махрова А.Г., Нефедова Т.Г. Сможет ли пандемия Covid-19 стимулировать субурбанизацию в Центральной России? // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2021. № 4. С. 104–115.
- Панин А.Н., Рыльский И.А., Тикунов В.С. Пространственные закономерности распространения пандемии COVID-19 в России и мире: картографический анализ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2021. № 1. С. 62–77.
- Родоман Б.Б. Территориальные сословия и коронавирус // Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2020. № 1 (9). С. 150–152.
- Смирнягин Л.В., Тархов С.А. Диффузия нововведений // Социально-экономическая география: Термины и понятия. Словарь-справочник / отв. ред. А.П. Горкин. Смоленск: Ойкумена, 2013. С. 94–95.
- Тархов С.А. Изменение связности пространства России (на примере авиапассажирского сообщения). М.—Смоленск, 2015. 154 с.
- Шупер В.А. Идея прогресса после пандемии коронавируса // Вестн. Ассоциации российских географов-обществоведов. 2020. № 1 (9). С. 155–157.
- Air Passenger Market Analysis December 2020: Passenger volumes did not improve in December (отчет IATA) // <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-passenger-monthly-analysis—december-2020/> (дата обращения 02.02.2021).
- Chen Y., Yajing Li Y., Feng S. et al. Gravitational scaling analysis on spatial diffusion of COVID-19 in Hubei Province, China // PLoS ONE. 2021. V. 16. № 6. e0252889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252889>
- Cliff A., Haggett P., Smallman-Raynor M. World Atlas of Epidemic Diseases. Hodder Education Publ., 2004. 224 p.
- Dunn G. Traffic data shows how pandemic upset traditional hub dominance in 2020. https://www.flightglobal.com/networks/traffic-data-shows-how-pandemic-upset-traditional-hub-dominance-in-2020/142153.article?fbclid=IwAR3WVmHGsoIXMkCBHqg8Kxy-wj7P1VZeILne_fpiKzBLUrANDbbuQneTvL50 (дата обращения 02.02.2021).
- Geography of the COVID-19 Pandemic // Tijdschrift voor economische en sociale geografie. 2020. V. 111. Is. 3; spec. issue. P. 201–583.
- Haggett P. The Geographical Structure of Epidemics (Clarendon Lectures in Geography and Environmental Studies). Oxford: Oxford Univ. Press, 2000. 168 p.
- Hägerstrand T. Innovation Diffusion as a Spatial Process / postscript and translation by A. Pred. Chicago and London: Univ. of Chicago Press, 1967. 334 p.
- Kuebart A., Stabler M. Infectious Diseases as Socio-Spatial Processes: The COVID-19 Outbreak in Germany // Tijdschrift voor economische en sociale geografie. 2020. V. 111. Is. 3. P. 482–496. <https://doi.org/10.1111/tesg.12429>
- Lawson A.B. Statistical Methods in Spatial Epidemiology. NY: Wiley, 2006. 424 p.
- Sigler T., Mahmuda S., Kimpton A. et al. The socio-spatial determinants of COVID-19 diffusion: the impact of globalisation, settlement characteristics and population // Globalization and Health. 2021. V. 17. Article number 56. <https://globalizationandhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12992-021-00707-2> (дата обращения 08.08.2021).
- Souris M. Epidemiology and Geography: Principles, Methods and Tools of Spatial Analysis. NY: Wiley, 2019. 288 p. <https://doi.org/10.1002/9781119528203>
- Suau-Sanchez P., Voltes-Dortac A., Cugueró-Escofet N. An early assessment of the impact of COVID-19 on air transport: Just another crisis or the end of aviation as we know it? // J. Transport Geography. 2020. V. 86. Article 102749. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102749>
- 2020 Worst Year in History for Air Travel Demand // <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2021-02-03-02/> (дата обращения 02.02.2021).

Impact of the COVID-19 Pandemic on the Aviation Mobility of the Population in European Countries in 2020

S. A. Tarkhov*

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**e-mail: tram.tarkhov@gmail.com*

Due to restrictions on the movement of people caused by the COVID-19 pandemic, the volume of passenger air traffic has decreased in 2020. The geographic study of this phenomenon is highly relevant. The features of the spread of the pandemic over the territory of Europe from a transport-geographical point of view are described; differences are revealed in the dynamics of the population's aviation mobility (the average number of trips by one resident during the year) of 49 European countries (including Russia) under its influence during the first COVID year. We used statistical information on passenger turnover at large and medium-sized airports in Europe and Russia for 2019 and 2020. The values of the total passenger turnover of all airports in each country for these two years are compared. These changes were measured absolutely and relatively, which made it possible to identify the types of their dynamics: catastrophic, strong, medium, moderate, weak, and insignificant decline. Geographically, the spread of COVID-19 was extremely uneven: at first, the epidemic covered large countries of Europe (Northern Italy became the main focus after Wuhan), then neighboring or more distant ones, closely connected with them; the last but not the least, the countries of the Balkan Peninsula and the post-Soviet space of Eastern Europe. The spread of the disease proceeded hierarchically. The first cases arrived by air, first from the main foci, from where the coronavirus infection was then transmitted to other countries by new groups of air passengers. The pandemic led to a decrease in the level of aviation mobility of the European population from the previous 4.3 to 1.2 trips per year, the strongest in 20 countries, and moderate in 14. The phenomenon of human immobility has arisen, that is, a sharp decrease in transport mobility of people, their greater forced attachment to their place of residence, the inability to move long, medium, and in some cases even short distances.

Keywords: COVID-19, air transport, airports, passenger traffic, passenger turnover, hierarchical diffusion, population aviation mobility, population immobility

REFERENCES

- 2020 Worst Year in History for Air Travel Demand. IATA, 2021. Available at: <https://www.iata.org/en/press-room/pr/2021-02-03-02/> (accessed: 13.09.2021).
- Air Passenger Market Analysis December 2020: Passenger volumes did not improve in December. IATA, 2020. Available at: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-passenger-monthly-analysis-december-2020/> (accessed: 13.09.2021).
- Chen Y., Yajing Li Y., Feng S., Man X., Long Y. Gravitational scaling analysis on spatial diffusion of COVID-19 in Hubei Province, China. *PLoS ONE*, 2021, vol. 16, no. 6, e0252889. doi 10.1371/journal.pone.0252889
- Cliff A., Haggett P., Smallman-Raynor M. *World Atlas of Epidemic Diseases*. Hodder Education Publ., 2004. 224 p.
- Druzhinin A.G. Social-geographical metamorphosis in the mirror of a pandemic COVID-19. *Vestn. ARGO*, 2020, no. 9, pp. 129–131. (In Russ.).
- Geography of the COVID-19 Pandemic. *Tijdschr. Econ. Soc. Geogr.*, 2020, vol. 111, no. 3, pp. 201–583.
- Gerasimenko T.I., Gerasimenko A.S. Some geographical aspects of the coronavirus pandemic. *Vestn. ARGO*, 2020, no. 9, pp. 124–126. (In Russ.).
- Graham D. Traffic data shows how pandemic upset traditional hub dominance in 2020. FlightGlobal, 2021. Available at: https://www.flightglobal.com/networks/traffic-data-shows-how-pandemic-upset-traditional-hub-dominance-in-2020/142153.article?fbclid=IwAR3WVmHGSOIXMkCBHqg8Kxy-wj7P1VZeILne_fpiKzBLUrANDbbuQneTvL50 (accessed: 13.09.2021).
- Hägerstrand T. *Innovation Diffusion as a Spatial Process*. Chicago: Univ. of Chicago Press, 1967. 334 p.
- Haggett P. *The Geographical Structure of Epidemics (Clarendon Lectures in Geography and Environmental Studies)*. Oxford: Oxford Univ. Press, 2000. 168 p.
- Kaganskii V.L. Coronavirus pandemic. Anthroposphere testing. *Vestn. ARGO*, 2020, no. 9, pp. 138–140. (In Russ.).
- KolosoV V.A. A new field of research in social geography: taking time without haste. *Vestn. ARGO*, 2020, no. 9, pp. 140–142. (In Russ.).
- Kuebart A., Stabler M. Infectious diseases as socio-spatial processes: The COVID-19 outbreak in Germany. *Tijdschr. Econ. Soc. Geogr.*, 2020, vol. 111, no. 3, pp. 482–496.
- Kuznetsova O.V. Economic relations between the center and regions in the context of the coronavirus. *Vestn. ARGO*, 2020, no. 9, pp. 144–147. (In Russ.).
- Lawson A.B. *Statistical Methods in Spatial Epidemiology*. N.Y.: Wiley, 2006. 424 p.
- Makhrova A.G., Nefedova T.G. Can the Covid-19 pandemic stimulate suburbanization in Central Russia? *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2021, no. 4, pp. 104–115. (In Russ.).
- Panin A.N., Ryl'skii I.A., Tikunov V.S. Spatial patterns of the spread of the COVID-19 pandemic in Russia and the world: cartographic analysis. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2021, no. 1, pp. 62–77. (In Russ.).

- Rodoman B.B. Territorial estates and coronavirus. *Vestn. ARGO*, 2020, no. 9, pp. 150–152. (In Russ.).
- Shuper V.A. The idea of progress after the coronavirus pandemic. *Vestn. ARGO*, 2020, no. 9, pp. 155–157. (In Russ.).
- Sigler T., Mahmuda S., Kimpton A., Loginova J., Wohland P., Charles-Edwards E., Corcoran J. The socio-spatial determinants of COVID-19 diffusion: the impact of globalization, settlement characteristics and population. *Glob. Health*, 2021, vol. 17, no. 1, 56. doi 10.1186/s12992-021-00707-2
- Smirnyagin L.V., Tarkhov S.A. Innovation Diffusion. In *Sotsial'no-ekonomicheskaya geografiya: Terminy i ponyatiya. Slovar'-spravochnik* [Socioeconomic Geography: Terms and Concepts. Reference-Dictionary]. Smolensk: Oikumena Publ., 2013, pp. 94–95. (In Russ.).
- Souris M. *Epidemiology and Geography: Principles, Methods and Tools of Spatial Analysis*. N.Y.: Wiley, 2019. 288 p. doi 10.1002/9781119528203
- Suau-Sanchez P., Voltes-Dortac A., Cugueró-Escofet N. An early assessment of the impact of COVID-19 on air transport: Just another crisis or the end of aviation as we know it? *J. Transp. Geogr.*, 2020, vol. 86, 102749. doi 10.1016/j.jtrangeo.2020.102749
- Tarkhov S.A. *Izmenenie svyaznosti prostranstva Rossii (na primere aviapassazhirskogo soobshcheniya* [Changes in the Connectivity of the Space of Russia (on the Example of Air Passenger Traffic)]. Moscow, Smolensk, 2015. 154 p.
- Zemtsov S.P., Baburin V.L. Coronavirus in Russia: scale and consequences. *Vestn. ARGO*, 2020b, no. 9, pp. 133–135. (In Russ.).
- Zemtsov S.P., Baburin V.L. COVID-19: spatial dynamics and factors of distribution in the regions of Russia. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2020a, vol. 84, no. 4, pp. 485–505. (In Russ.). doi 10.31857/S2587556620040159
- Zubarevich N.V., Safronov S.G. Russian regions in the acute phase of the coronavirus crisis: differences from the previous economic crises of the 2000s. *Reg. Issled*, 2020, no. 2, pp. 4–17. (In Russ.).
- Zyryanov A.I. Geographical features of the spread of coronavirus. *Vestn. ARGO*, 2020, no. 9, pp. 135–137. (In Russ.).