

УДК 656.2.078.87

Результаты освоения пассажирских перевозок на направлении Москва — Санкт-Петербург в кризисные 2020–2021 годы

Н. С. Бушуев, Д. О. Шульман, Н. А. Рочев

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

Для цитирования: Бушуев Н. С., Шульман Д. О., Рочев Н. А. Результаты освоения пассажирских перевозок на направлении Москва — Санкт-Петербург в кризисные 2020–2021 годы // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2023. — Т. 20. — Вып. 1. — С. 17–27. DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-17-27

Аннотация

Цель: Показать результаты освоения пассажирских перевозок железнодорожным и авиационным видами транспорта на направлении Москва — Санкт-Петербург, в том числе в кризисные 2020–2021 годы, в частности: проанализировать динамику изменения пассажиропотока поездов «Сапсан» и авиапотока на маршруте Москва — Санкт-Петербург, а также авиационный пассажиропоток внутренних воздушных линий аэропорта Пулково в доковидный, ковидный и постковидный периоды; разработать математическую модель прогнозирования пассажиропотока. **Методы:** Регрессионный анализ. **Результаты:** Показана динамика изменения пассажиропотока железнодорожного и авиационного видов транспорта на направлении Москва — Санкт-Петербург за период с 2010 по 2019 г.; предложена математическая модель прогнозирования пассажиропотока рассматриваемых видов транспорта до 2022 года; изучены тенденции изменения статистических данных пассажиропотока в ковидный и постковидный периоды в сравнении с ожидаемыми (прогнозными) значениями. **Практическая значимость:** Сделан вывод о целесообразности продолжения исследований в области прогноза пассажирских перевозок в условиях нестабильной ситуации в стране и в мире, а также в условиях сильной конкуренции между рассматриваемыми видами транспорта на направлении Москва — Санкт-Петербург. Результаты анализа могут быть рекомендованы к практическому использованию.

Ключевые слова: Пассажиропоток, пандемия Covid-19, железнодорожный транспорт, авиационный транспорт, направление Москва — Санкт-Петербург.

Введение

На фоне пандемии Covid-19 [1] в российской и мировой экономике в 2020–2021 гг. наступил период рецессии, который затронул большую часть сфер деятельности, в том числе транспортную отрасль. Проанализируем основные результаты освоения пассажирских перевозок в кризисные 2020–2021 гг. на примере направления Москва — Санкт-Петербург.

Исследования показателей работы авиационного транспорта и поездов «Сапсан» на направле-

нии Москва — Санкт-Петербург [2–5] показали, что до пандемии, до официально объявленного локдауна в мире и России, наблюдался прирост пассажиропотока на данном направлении. В дальнейшем ситуация изменилась. Из-за пандемии Covid-19 весной 2020 г. был усилен санитарный контроль и постепенно введены ограничения на пассажирские перевозки. В ряде российских регионов был введен режим самоизоляции, большая часть предприятий переведена на удаленный режим работы. На рис. 1 представлена динамика

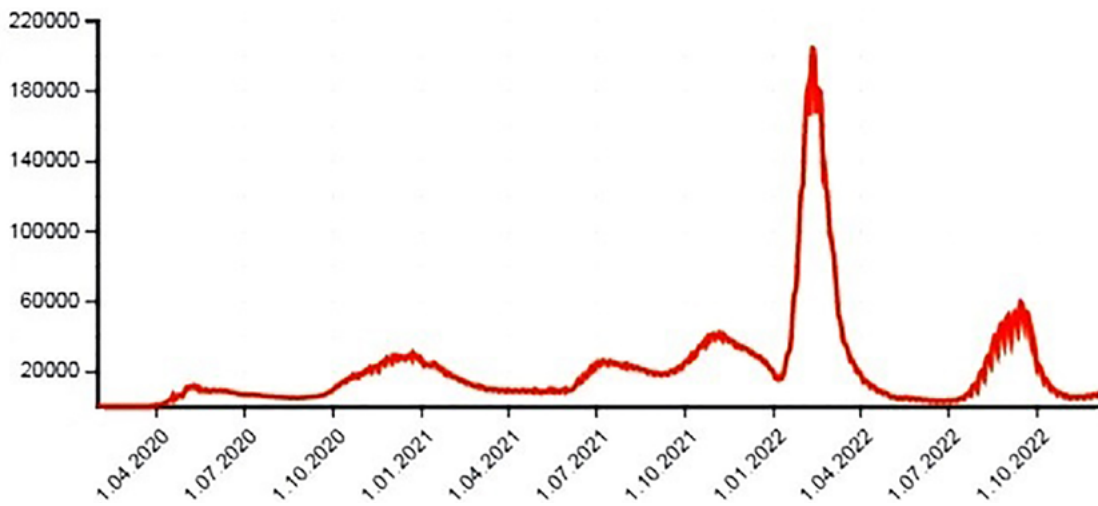


Рис. 1. Оперативные данные заболеваемости Covid-19 в России согласно порталу <https://стопкоронавирус.рф>

заболеваемости Covid-19 в сутки в России за период с 2020 по 2022 г.

Летом 2020 г. началось поэтапное снятие ограничений на железнодорожном транспорте. ОАО «РЖД» с целью соблюдения социальной дистанции запустило дополнительные поезда «Сапсан» на линии Москва — Санкт-Петербург [6]. Авиакомпании адаптировались к новым условиям в период пандемии (использование QR-кодов для бесконтактного взаимодействия, организация сервисов быстрой посадки *Fast Track* в предполетной зоне и другие меры предосторожности) [7].

Министерством здравоохранения РФ была выработана стратегия по выявлению инфицированных новой коронавирусной инфекцией, оказанию первой помощи, лечению и вакцинации. Несмотря на резкие скачки заболеваемости за период 2021–2022 гг. (рис. 1), более серьезные меры ограничений в российских городах и регионах не вводились.

Анализ пассажиропотока железнодорожного транспорта

На рис. 2 представлены данные пассажиропотока на направлении Москва — Санкт-Петербург за весь период эксплуатации поездов «Сапсан»

[2–5, 8–13]. Из диаграммы видно, какое влияние на динамику пассажиропотока оказали введенные ограничения и опасения пассажиров, связанные с пандемией Covid-19.

Итак, за период с 2010 по 2017 г. пассажиропоток поездов «Сапсан» увеличился почти в 3 раза и достиг уровня 5,10 млн человек в год. Далее за период с 2017 по 2019 г. в условиях эксплуатации модернизированной существующей железнодорожной линии уровень пассажиропотока остается стабильно высоким (на уровне 5,1–5,2 млн человек в год). Спустя год, в период объявленного весной 2020 г. локдауна и неблагоприятной эпидемиологической ситуации в стране, величина пассажиропотока поездов «Сапсан» снижается до отметки 3,3 млн человек в год.

Позже, в 2021 г., мы наблюдаем рост пассажиропотока поездов «Сапсан» на 45 % относительно уровня 2020 г. (рис. 2). За 11 месяцев 2022 г. скоростные поезда перевезли 4,6 млн человек, что на 6,4 % больше, чем за аналогичный период 2021 г. [10]. При этом нужно отметить, что основные пики заболеваемости вирусом SARS-CoV-2 в России затронули и 2022 г. (рис. 1). Можно предположить, что показатели пассажирской работы поездов «Сапсан» на маршруте Москва — Санкт-

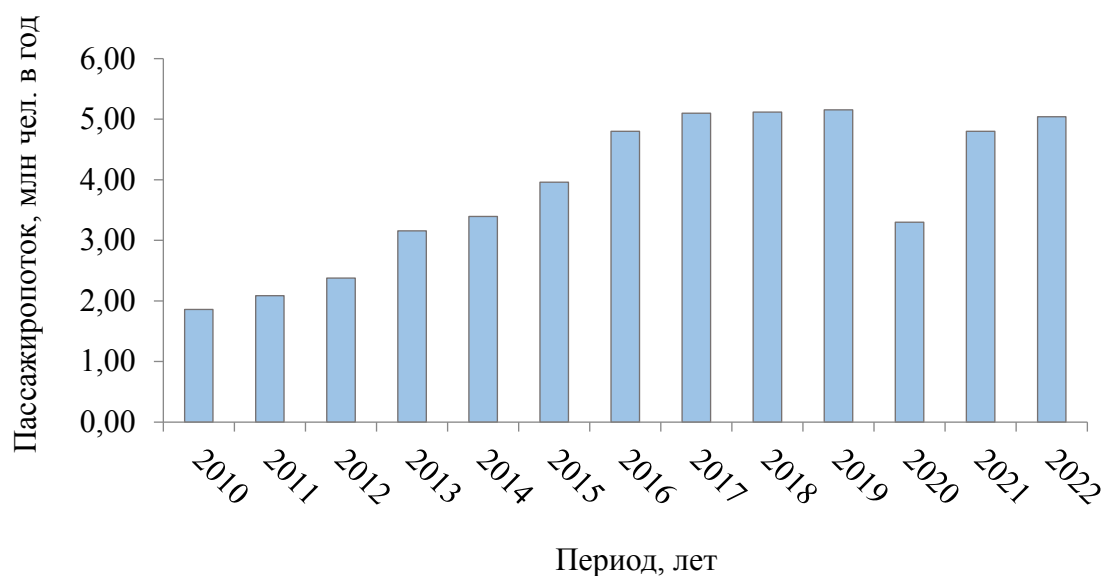


Рис. 2. Динамика пассажиропотока поездов «Сапсан» на направлении Москва — Санкт-Петербург. Примечание: объем перевозок за 2022 год будет откорректирован после уточнения предварительных данных

Санкт-Петербург постепенно восстанавливаются, возвращаясь на прежний доковидный уровень. В связи с этим интересным представляется дальнейший анализ пассажирской работы на данном направлении.

На рис. 3 представлены результаты прогноза пассажиропотока поездов «Сапсан» до 2022 г. (с обработкой статистических данных допандемийного периода) в сравнении с показателями пассажирской работы на данном направлении в пандемийный и постпандемийный периоды.

Полученное уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$y = 0,4241 \cdot x + 1,3674, R^2 = 0,96, \quad (1)$$

где x — номер наблюдения, соответствующий году;

R^2 — коэффициент детерминации.

Для оценки параметров регрессионной модели использован классический метод наименьших квадратов. Расчет коэффициента детерминации R^2 позволяет дать качественную оценку

уравнению, чем ближе значение коэффициента к единице, тем выше степень зависимости между переменными.

На графике рис. 3 наблюдается сильное отклонение величины пассажиропотока в 2020 г. (соответствует наблюдению № 11) относительно прогнозируемой величины (на 45 %). В последующие два года (наблюдения № 12, 13) показатели пассажиропотока поездов «Сапсан» также расходятся со значениями прогнозируемых величин, на 26 % в 2021 г. и 27 % в 2022 г. соответственно, несмотря на то, что статистические данные за эти годы достигли доковидного уровня. В связи с этим целесообразно дальнейшее наблюдение за итогами восстановления пассажиропотока и анализ новых статистических данных с целью корректировки полученных данных.

Очевидно, необходимым является расчет перспективного пассажиропотока поездов «Сапсан» на маршруте Москва — Санкт-Петербург и с учетом прогноза исчерпания пропускной способности существующей железнодорожной инфраструктуры главного Октябрьского хода, особенно

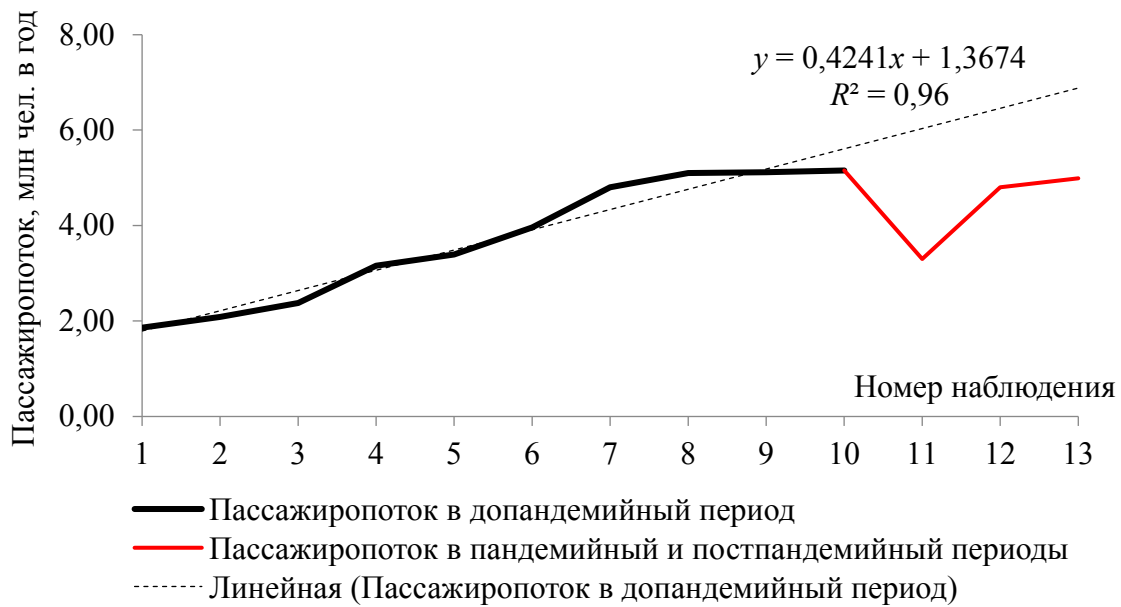


Рис. 3. Анализ пассажиропотока поездов «Сапсан» за период с 2010 по 2022 г.

в условиях конкуренции железнодорожного и авиатранспорта на данном направлении.

Кроме того, сегодня мы задаемся еще одним важным вопросом: какова судьба скоростных электропоездов «Сапсан» производства немецкой компании Siemens в нынешних политических условиях? Более чем десятилетний опыт эксплуатации скоростных поездов доказал неплохую адаптацию этих составов к инфраструктуре и закрепил стабильно высокие результаты показателей пассажиропотока на маршруте Москва — Санкт-Петербург, составив серьезную конкуренцию авиатранспорту. Сегодня скоростным «Сапсанам» по критерию «Время в пути от двери до двери» альтернативы на данном направлении нет. Ожидает ли нас увеличение стоимости проездного билета в ближайшее время? Будут ли завтра поездки на поездах «Сапсан» столь же безопасными? Не прекратят ли «Сапсаны» свою работу в России в условиях санкций? Вернется ли наша страна к отечественным научным школам и существующим разработкам по созданию высокоскоростного поезда, возродив эту научную нишу транспортной отрасли? Будет ли построен новый

выделенный высокоскоростной железнодорожный путь между двумя деловыми столицами?

Анализ пассажиропотока авиационного транспорта

Обратимся к еще одному ключевому сектору транспортной отрасли — гражданской авиации. Сегодня результаты финансовых убытков в российской авиации не опубликованы. Эксперты считают, что восстановление пассажиропотока, а соответственно, и финансовых показателей напрямую зависит от того, будет ли открыто международное авиасообщение, которое является основным источником доходов аэропорта [14, 15]. Согласно исследованиям зарубежного источника Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA) [15, 16], спад пассажиропотока в авиации с учетом прогнозирования экономического развития в пандемийный период будет полностью компенсирован ускоренным восстановительным ростом в течение следующих нескольких лет — десятилетия. Анализ мировой авиастатистики и результаты прогноза пассажирооборота представлены на рис. 4 [15–17].



Рис. 4. Результаты прогноза пассажирооборота мировой авиации, источник IATA [15–17]

Известно, что в предыдущие два десятилетия мировая гражданская авиация неоднократно сталкивалась с глобальными экономическими кризисами, восстанавливая впоследствии предыдущие показатели работы [16, 17]: трагедия 11 сентября 2001 г. и кризис в гражданской авиации; эпидемия птичьего гриппа в 2003 г.; мировой финансовый кризис 2008 года (рис. 4). Рассматриваемый период — это новый вызов — пандемия Covid-19, которая стала одной из самых смертоносных в истории (по состоянию на 12 декабря 2022 г. зарегистрировано свыше 649 млн случаев заболевания в мире) [17, 18].

Сегодня внутренний пассажиропоток российской авиации восстанавливается быстрее, чем в таких крупных странах, как США и Китай [16, 17]. Этого нельзя сказать о международных перевозках — восстановление ожидается более длительным, в том числе ввиду современной нестабильной политической ситуации.

Мировая потребность к 2025 г. достигнет 10 млрд пассажиров в год согласно опубликованным результатам исследований [15, 16], а популярный в пандемию лоукост-сегмент (лоуко-

стеры — авиакомпании с дешевыми билетами при сравнительно небольшом расстоянии дальности полета) станет самым быстрорастущим сегментом авиационного рынка, в том числе и в России.

Проанализируем, каким образом ковидные ограничения отразились на работе аэропорта Пулково. Также ли существенны потери пассажиропотока на авиатранспорте в кризисные годы, как это произошло на железнодорожном транспорте?

На рис. 5 представлены показатели пассажирской работы аэропорта Пулково за период с 2014 по 2022 г., в частности общий пассажиропоток, пассажиропоток на внутренних воздушных линиях (ВВЛ) аэропорта Пулково, пассажиропоток на маршруте Москва — Санкт-Петербург (за исключением отсутствующих данных за 2018 и 2021 гг.) [2–5, 14, 18].

Согласно данным ООО «Воздушные ворота Северной столицы», за период с 2014 по 2016 г. наблюдался спад общего пассажиропотока аэропорта, несмотря на положительную динамику на внутренних воздушных линиях (ВВЛ). В последующие три года отмечается резкий рост величины пассажиропотоков, общего и ВВЛ. Рекорд-



Рис. 5. Динамика пассажиропотока аэропорта Пулково за период с 2014 по 2022 г.



Рис. 6. Динамика изменения доли перевозок на международных и внутренних направлениях в общем пассажиропотоке аэропорта Пулково за период с 2014 по 2022 г.

ное значение общего пассажирского трафика пришлось на 2019 г. (19,6 млн человек), несмотря на то, что предшествующий 2018 год — год проведения в России чемпионата мира по футболу. Тогда, с 13 июня по 15 июля 2018 г., аэропорт Пулково обслужил рекордные 2,2 млн, а объем пассажирских перевозок на внутренних воздушных линиях составил 55 % [14, 18]. Пик нагрузки на инфраструктуру воздушной гавани пришелся на 11 июля, аэропорт Санкт-Петербурга обслужил 75 тысяч пассажиров, суммарно 884 рейса на прилет и вылет.

По оценке экспертов [14, 15], по итогам 2020 г., в авиации наибольшее снижение пришлось на международные перевозки (рис. 6). Из российских направлений больше всего «пострадала» Москва, аэропорт потерял многих транзитных пассажиров.

В 2021 г. установлен абсолютный исторический рекорд на внутрироссийских авиалиниях аэропорта Пулково — перевезено 15,5 млн человек. По итогам 2022 г. воздушная гавань заняла третье место по объему пассажиропотока среди российских аэропортов, аэропорт обслужил 18,2 млн пассажиров, из них 16 млн — на ВВЛ.

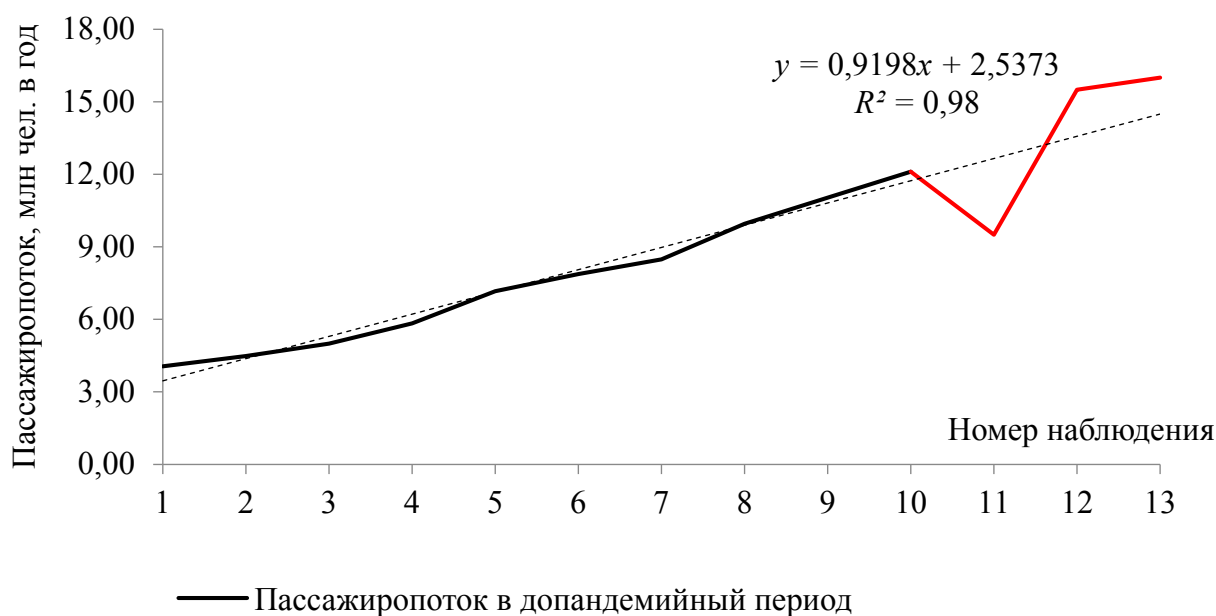


Рис. 7. Анализ пассажиропотока авиатранспорта на ВВЛ за период с 2010 по 2022 г.

Самым популярным направлением на внутренних воздушных линиях аэропорта Северной столицы является Москва. Интересным представляется следующая закономерность: за период с 2010 по 2016 г. доля перевозок на популярном маршруте между двумя деловыми столицами составляла 50 % (плюс-минус) от общего пассажиропотока на ВВЛ аэропорта Пулково. В 2017 и 2019 гг. процент снизился до 39 % и 42 % соответственно. В 2020 и 2022 гг. этот процент опустился до рекордных 29 % (рис. 5). Проанализируем пассажиропоток до 2022 г. на внутренних воздушных линиях аэропорта Пулково и сравним показатели с данными пассажирской работы в пандемийный и постпандемийный периоды (рис. 7).

Полученное уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$y = 0,9198 \cdot x + 2,5373, R^2 = 0,98, \quad (2)$$

где x — номер наблюдения, соответствующий году;
 R^2 — коэффициент детерминации.

На графике рис. 7, так же как и на рис. 3, наблюдается снижение величины пассажиропотока в 2020 г. (наблюдение № 11) относительно прогнозируемой величины (на 25 %). Однако в последующие два года (наблюдения № 12, 13) пассажиропоток авиатранспорта на ВВЛ не только восстановился до прежнего доковидного уровня, но и значительно превысил ожидаемые цифры (на 14 % в 2021 году и 10 % в 2022 году соответственно). При дополнении новых статистических данных целесообразно дальнейшее наблюдение и анализ за динамикой развития авиапотока пассажиров.

Проанализируем соотношение темпов потерь пассажиропотоков авиатранспортом аэропорта Пулково (ВВЛ и направление Москва — Санкт-Петербург) и поездами «Сапсан» (направление Москва — Санкт-Петербург) за период с 2019 по 2020 г. (относительно 2019 г.), а также скорость восстановления пассажиропотоков по тем же критериям за период с 2020 по 2022 г. (относительно 2020 и 2021 гг.). Результат в процентном соотношении представлен в таблице.

Анализ пассажирских перевозок за период с 2019 по 2022 г. на направлении Москва — Санкт-Петербург

№ п/п	Период	Вид транспорта		
		авиатранспорт на внутренних воздушных линиях аэропорта Пулково	авиатранспорт на направлении Москва — Санкт-Петербург	поезда «Сапсан» на направлении Москва — Санкт-Петербург
Пассажиропоток, млн чел.				
1	2019	12,11	5,06	5,15
2	2020	9,50	2,78	3,30
3	2021	15,50	—	4,80
4	2022	16,00	4,55	5,04
Показатель спада за период, %				
5	2019/2020	21,6	45,1	35,9
Показатель подъема за период, %				
6	2020/2021	63,2	—	45,5
7	2020/2022	68,4	63,7	52,7
Стабилизация динамики, %				
8	2021/2022	3,2	—	5,0

Примечание: статистические данные по авиаперевозкам пассажиров на направлении Москва — Санкт-Петербург за 2021 г. отсутствуют и будут проанализированы позже.

Заключение

За период с 2019 по 2020 г. потеря объемов пассажирских перевозок на маршруте Москва — Санкт-Петербург в авиации составила 45,1 %, а на поездах «Сапсан» — 35,9 %. Период 2020/2021 отмечен высокими темпами восстановления пассажиропотока как на железнодорожном рассматриваемом направлении, так и на внутренних воздушных линиях аэропорта Пулково. При этом показатель пассажиропотока в авиации на ВВЛ бьет рекордные максимумы. Для периода 2021/2022 характерна стабилизация объемов пассажиропотоков, незначительное увеличение на уровне 3–5 %.

Итоги кризисного периода с 2019 по 2022 г. оказали сильное влияние на работу транспортного сектора, произошли масштабные социально-экономические, а также политические перемены в России. Сегодня мы наблюдаем «оживление» отрасли на рынке пассажирских перевозок, что особенно актуально в условиях продолжающейся нестабильной ситуации в стране и в мире. Это в

очередной раз подчеркивает важность исследований в области железнодорожных и авиационных пассажирских перевозок, не только на примере маршрута Москва — Санкт-Петербург в условиях сильнейшей конкуренции, но и на других российских направлениях.

Библиографический список

1. Novel coronavirus (2019-nCoV). WHO/Europe. — URL: <https://www.who.int/europe/> (дата обращения: 01.12.2022).
2. Шульман Д. О. Обоснование этапности формирования перспективной сети высокоскоростных железнодорожных магистралей: дисс. ... канд. техн. наук / Д. О. Шульман. — СПб., 2015. — 147 с.
3. Бушуев Н. С. Анализ динамики пассажиропотока поездов «Сапсан» и авиационного транспорта на линии «Москва — Санкт-Петербург» до 2025 г. / Н. С. Бушуев, Д. О. Шульман, К. М. Сагайдак // Бюллетень результатов научных исследований. — СПб.: ПГУПС, 2019. — Вып. 1. — С. 5–14. — URL: <http://brni.info/archive/2019/1.html>.

4. Bushuev N. Modeling of container freight and passenger traffic / N. Bushuev, D. Shulman, K. Sagajdak // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 403, 2019 XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry 10–13 September, 2019, Don State Technical University, Russian Federation. — № 012226. — DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012226>.
5. Бушуев Н. С. Оценка перспектив развития высокоскоростного железнодорожного и авиационного транспорта на направлении Москва — Санкт-Петербург / Н. С. Бушуев, Д. О. Шульман // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах (РИЛТТРАНС-2017): сборник трудов второй Международной научно-практической конференции. — СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2018. — С. 219–222.
6. РЖД запустят дополнительные «Сапсаны» для соблюдения социальной дистанции // Данные сайта «РБК». — URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5ebff7fe9a7947242edd12fa> (дата обращения: 04.12.2022).
7. Как пандемия изменила российские аэропорты // Данные сайта «Ведомости». — URL: <https://www.vedomosti.ru/salesdepartment/2021/03/15/kak-pandemiya-izmenila-rossiiskie-aerporti> (дата обращения: 05.12.2022).
8. Перевозки пассажиров поездами «Сапсан» в 2019 году выросли на 4 % // Гудок. — 10 января 2020 г. — URL: <https://gudok.ru/news/?ID=1489790>.
9. Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение «Агентство внешнего транспорта» // Данные транспортно-логистического комплекса Санкт-Петербурга. — URL: <http://avt.spb.ru/transportno-logisticheskij-kompleks-sankt-peterburga/otraslevaja-statistika>.
10. За 11 месяцев 2022 года между Петербургом и Москвой «Сапсан» перевез 4,6 миллиона пассажиров // Официальное сетевое издание правительства Санкт-Петербурга. — 17 декабря 2022. — URL: <https://spbdaynik.ru/news/2022-12-17/za-11-mesyatsev-2022-goda-mezhdu-peterburgom-i-moskvoy-sapsan-perevez-46-millionov-passazhirov>.
11. Киселев И. П. Высокоскоростной железнодорожный транспорт и перспективы его развития в мире / И. П. Киселев // Транспорт Российской Федерации. — 2012. — № 3, 4, 5(40, 41, 42). — С. 40–41, 61–65, 44–51.
12. Бушуев Н. С. Оценка востребованности высокоскоростной железнодорожной магистрали на полигоне Санкт-Петербург — Москва / Н. С. Бушуев, Д. О. Мищенко // Известия ПГУПС. — СПб.: ПГУПС, 2013. — Вып. 2(35). — С. 5–11.
13. Бушуев Н. С. О перспективах развития высокоскоростных железнодорожных магистралей в России / Н. С. Бушуев, Д. О. Шульман // Бюллетень результатов научных исследований. — СПб.: ПГУПС, 2017. — Вып. 3. — С. 7–14. — URL: [http://brni.info/archive/2017/3-\(24\).html](http://brni.info/archive/2017/3-(24).html).
14. В Пулково оценили масштабы потерь в 2020 году // Данные портала РБК. — 13 января 2021 г. — URL: https://www.rbc.ru/spb_sz/13/01/2021/5ffe975e9a7947b8bfe777a7.
15. Air Passenger Numbers to Recover in 2024. — URL: <https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-03-01-01/>.
16. Данные портала Aviastat.ru. — URL: <https://www.aviastat.ru/analytics/108-osobennosti-rynka-passazhirskih-i-gruzovyh-aviaperevozok-v-period-pandemii> (дата обращения: 12.12.2022).
17. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). Johns Hopkins University. — URL: <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/dashboards/bda7594740fd40299423467b48e9ecf> (дата обращения: 12.12.2022).
18. Данные аэропорта Пулково. — URL: https://pulkovoirport.ru/about/about_pulkovo/performance/ (дата обращения: 02.12.2022).
- Дата поступления: 01.02.2023
Решение о публикации: 20.02.2023
- Контактная информация:**
БУШУЕВ Николай Сергеевич — канд. техн. наук, проф.; 2009bushuev@rambler.ru
ШУЛЬМАН Дарина Олеговна — канд. техн. наук, доц.; shulman@pgups.ru
РОЧЕВ Николай Анатольевич — аспирант; rotchev_na@mail.ru

Mastering Results for Passenger Transportation on Moscow — St. Petersburg Direction in Crisis 2020–2021

N. S. Bushuev, D. O. Shulman, N. A. Rochev

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

For citation: Bushuev N. S., Shulman D. O., Rochev N. A. Mastering Results for Passenger Transportation on Moscow — St. Petersburg Direction in Crisis 2020–2021 // *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2023, vol. 20, iss. 1, pp. 17–27. (In Russian). DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-17-27

Summary

Purpose: To show mastering results for passenger transportation by rail and air kinds of transport on Moscow — St. Petersburg direction including ones at crisis 2020–2021, in particular: to analyze the dynamics of changes in passenger traffic of Sapsan trains and air traffic on Moscow — St. Petersburg route as well as of air passenger traffic of domestic air lines of Pulkovo Airport in pre-Covid, Covid and post-Covid periods; to develop mathematical model for passenger traffic forecast. **Methods:** Regression analysis. **Results:** The dynamics of passenger traffic changes of railway and air kinds of transport on Moscow–St. Petersburg direction for 2010 to 2019 period has been shown; mathematical model to forecast passenger traffic of being considered kinds of transport till 2022 has been developed; the tendencies for passenger traffic statistical data changes at Covid and post-Covid periods in comparison with expected (forecasted) values have been studied. **Practical significance:** Conclusion about the expediency of research continuation on passenger traffic forecast in unstable situation conditions in the country and the world as well as in the conditions of strong concurrence between being considered kinds of transport on Moscow — St. Petersburg direction has been made. The analysis results can be recommended for practical use.

Keywords: Passenger traffic, Covid-19, rail transport, air transport, Moscow — St. Petersburg direction.

References

1. Novel coronavirus (2019-nCoV). WHO/Europe. Available at: <https://www.who.int/europe/> (accessed: December 01, 2022).
2. Shul'man D. O. *Obosnovanie etapnosti formirovaniya perspektivnoy seti vysokoskorostnykh zheleznodorozhnykh magistraly: disc. ... kand. tekhn. nauk* [Substantiation of the stages of formation of a promising network of high-speed railway lines: dIss. ... cand. tech. sciences]. St. Petersburg, 2015, 147 p. (In Russian)
3. Bushuev N. S., Shul'man D. O., Sagaydak K. M. Analiz dinamiki passazhiropotoka poezdov "Sapsan" i aviatsionnogo transporta na linii "Moskva — Sankt-Peterburg" do 2025 g. [Analysis of the dynamics of the passenger traffic of Sapsan trains and air transport on the Moscow — St. Petersburg line until 2025]. *Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy* [Bulletin of the results of scientific research]. St. Petersburg: PGUPS Publ., 2019, vol. 1, pp. 5–14. Available at: <http://brni.info/archive/2019/1.html>. (In Russian)
4. Bushuev N., Shulman D., Sagajdak K. Modeling of container freight and passenger traffic. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 403, 2019 XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry 10–13 September, 2019, Don State Technical University, Russian Federation. № 012226. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012226>.
5. Bushuev N. S., Shul'man D. O. *Otsenka perspektiv razvitiya vysokoskorostnogo zheleznodorozhnogo i aviatsionnogo transporta na napravlenii Moskva — Sankt-Peterburg. Razvitie infrastruktury i logisticheskikh tekhnologiy v transportnykh sistemakh (RILTTRANS-2017): sbornik trudov vtoroy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Evaluation of the prospects for the development of high-speed rail and air transport in the direction Moscow — St. Petersburg. Development of infrastructure and logistics technologies in transport systems (RILTTRANS-2017): collection of works of the second International scientific-practical conference].

St. Petersburg: FGBOU VO PGUPS Publ., 2018, pp. 219–222. (In Russian)

6. RZhD zapustyat dopolnitel'nye "Sapsany" dlya soblyudeniya sotsial'noy distantsii [Russian Railways will launch additional Sapsan to maintain social distance]. *Dannye sayta "RBK"* [RBC website data]. Available at: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5ebff7fe9a7947242edd12fa> (accessed: December 04, 2022). (In Russian)

7. Kak pandemiya izmenila rossiyskie aeroporty [How the pandemic has changed Russian airports]. *Dannye sayta "Vedomosti"* [Vedomosti website data]. Available at: <https://www.vedomosti.ru/salesdepartment/2021/03/15/kak-pandemiya-izmenila-rossiiskie-aeroporti> (accessed: December 05, 2022). (In Russian)

8. Perevozki passazhirov poezdami "Sapsan" v 2019 godu vyrosli na 4 % [Passenger transportation by Sapsan trains increased by 4 % in 2019]. *Gudok. 10 yanvarya 2020 g.* [Gudok. January 10, 2020]. Available at: <https://gudok.ru/news/?ID=1489790>. (In Russian)

9. Sankt-Peterburgskoe gosudarstvennoe kazennoe uchrezhdenie "Agentstvo vneshnego transporta" [St. Petersburg State Institution "External Transport Agency"]. *Dannye transportno-logisticheskogo kompleksa Sankt-Peterburga* [Data of the transport and logistics complex of St. Petersburg]. Available at: <http://avt.spb.ru/transportno-logisticheskij-kompleks-sankt-peterburga/otraslevaja-statistika>. (In Russian)

10. Za 11 mesyatsev 2022 goda mezhdu Peterburgom i Moskvoy "Sapsan" perevez 4,6 milliona passazhirov [For 11 months of 2022, Sapsan carried 4.6 million passengers between St. Petersburg and Moscow]. *Ofitsial'noe setevoe izdanie pravitel'stva Sankt-Peterburga. 17 dekabrya 2022* [Official online edition of the government of St. Petersburg. December 17, 2022]. Available at: <https://spbdnevnik.ru/news/2022-12-17/za-11-mesyatsev-2022-goda-mezhdu-peterburgom-i-moskvoy-sapsan-perevez-46-millionov-passazhirov>. (In Russian)

11. Kiselev I. P. Vysokoskorostnoy zheleznodorozhnyy transport i perspektivy ego razvitiya v mire [High-speed rail transport and prospects for its development in the world]. *Transport Rossiyskoy Federatsii* [Transport of the Russian Federation]. 2012, Iss. 3, 4, 5(40, 41, 42), pp. 40–41, 61–65, 44–51. (In Russian)

12. Bushuev N. S., Minenko D. O. Otsenka vostrebovanosti vysokoskorostnoy zheleznodorozhnoy magistrali na poligone Sankt-Peterburg — Moskva [Estimation of the

demand for a high-speed railway line at the St. Petersburg — Moscow test site]. *Izvestiya PGUPS* [Izvestiya PGUPS]. St. Petersburg: PGUPS Publ., 2013, vol. 2(35), pp. 5–11. (In Russian)

13. Bushuev N. S., Shul'man D. O. O perspektivakh razvitiya vysokoskorostnykh zheleznodorozhnykh magistralei v Rossii [On the prospects for the development of high-speed railway lines in Russia]. *Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy* [Bulletin of the results of scientific research]. St. Petersburg: PGUPS Publ., 2017, vol. 3, pp. 7–14. Available at: [http://brni.info/archive/2017/3-\(24\).html](http://brni.info/archive/2017/3-(24).html). (In Russian)

14. V Pulkovo otsenili masshtaby poter' v 2020 godu [Pulkovo assessed the scale of losses in 2020]. *Dannye portala RBK. 13 yanvarya 2021 g.* [RBC portal data]. Available at: https://www.rbc.ru/spb_sz/13/01/2021/5ffe975e9a7947b8bfe777a7. (In Russian)

15. Air Passenger Numbers to Recover in 2024. Available at: <https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-03-01-01/>.

16. *Dannye portala Aviastat.ru* [Data from the portal Aviastat.ru]. Available at: <https://www.aviastat.ru/analytics/108-osobennosti-rynka-passazhirskih-i-gruzovyh-aviaperevozok-v-period-pandemii> (accessed: December 12, 2022). (In Russian)

17. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). Johns Hopkins University. Available at: <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/dashboards/bda75947-40fd40299423467b48e9ecf> (accessed: December 12, 2022).

18. *Dannye aeroporta Pulkovo* [Pulkovo airport data]. Available at: https://pulkovairport.ru/about/about_pulkovo/performance/ (accessed: December 02, 2022). (In Russian)

Received: February 01, 2023

Accepted: February 20, 2023

Author's information:

Nikolay S. BUSHUEV — PhD in Engineering, Professor; 2009bushuev@rambler.ru

Darina O. SHULMAN — PhD in Engineering, Associate Professor; shulman@pgups.ru

Nikolay A. ROCHEV — Postgraduate Student; rotchev_na@mail.ru