

DOI 10.53364/24138614_2022_24_1_50
УДК 656.7.025

Өмірбек Д. Ә., магистрант
Научный руководитель: Карсыбаев Е.Е., д.т.н., профессор
Академия гражданской авиации, г.Алматы, РК.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ВОЗДУШНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ С УЧЕТОМ ПАНДЕМИИ COVID-19

COVID-19 ПАНДЕМИЯСЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ӘУЕ ТАСЫМАЛДАРЫНА СҰРАНЫСТЫ БОЛЖАУДЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАЙ-КҮЙІН ТАЛДАУ

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF FORECASTING DEMAND FOR AIR TRANSPORTATION, TAKING INTO ACCOUNT THE COVID-19 PANDEMIC

¹E-mail: 990325300894@mail.ru

²E-mail: erzhlogist@mail.ru

Аңдатпа. COVID-19 пандемиясы екі факторға байланысты жолаушылар әуе көлігіне сұраныстың күрт төмендеуіне әкелді: жеткізілімнің шектелуі және сұраныстың төмендеуі. Авиакомпанияларды қалпына келтірудің кілті-олардың қандай күштерге қарсы күресетінін анықтау. Мақалада COVID-19 Екі факторын бөлу әдісі және сұраныстың тиісті әсерін бағалау ұсынылған. Бұл әдіс жолаушылардың сипаттамаларына негізделген жолаушыларды әртүрлі сегменттерге бөлуді, әртүрлі сценарийлерді модельдеуді және әр сценарийде әр жолаушылар сегментіне сұранысты болжауды қамтиды. Болжамдарды бір-бірімен және нақты жағдаймен салыстыра отырып, біз екі күшке байланысты COVID-19 әсерін санаймыз. Бұл әдіс Air France – KLM компаниясына қолданылады. Нәтижесінде COVID-19 әсері анықталды.

Түйін сөздер: COVID-19 пандемиясы, жолаушылар әуе көлігіне сұранысты болжау, сұраныстың төмендеуі, бағалау әдісі.

Аннотация. Пандемия COVID-19 вызвала резкое падение спроса на пассажирский воздушный транспорт из-за двух факторов: ограничения предложения и снижения спроса. Ключ к выздоровлению авиакомпаний состоит в том, чтобы определить, против каких сил они борются. В статье предложен метод разделения двух факторов COVID-19 и оценка соответствующего воздействия на спрос. Метод включает разделение пассажиров на разные сегменты на основе характеристик пассажиров, моделирование различных сценариев и прогнозирования спроса на каждый пассажирский сегмент, в каждом сценарии. Сравнивая прогнозы друг с другом и с реальной ситуацией, количественно оцениваем влияние COVID-19, которое связано с двумя силами. Этот метод применен к компании Air France – KLM. В результате чего определено влияние COVID-19.

Ключевые слова: Пандемия COVID-19, прогнозирование спроса на пассажирский воздушный транспорт, снижения спроса, метод оценки.

Abstract: The COVID-19 pandemic caused a sharp drop in demand for passenger air transport due to two factors: limited supply and reduced demand. The key to airlines' recovery is to identify what forces they are fighting against. The article proposes a method for separating two COVID-19 factors and assessing the corresponding impact on demand. The method involves dividing passengers into different segments based on passenger characteristics, modeling different

scenarios and forecasting demand for each passenger segment, in each scenario. Comparing forecasts with each other and with the real situation, we quantify the impact of COVID-19, which is associated with two forces. This method is applied to Air France - KLM. As a result, the influence of COVID-19 was determined.

Keywords: COVID-19 pandemic, forecasting demand for passenger air transport, demand reduction, assessment method.

Введение. Пандемия коронавирусной инфекции (COVID-19) оказала сокрушительное воздействие на авиационную деятельность во всем мире, так как в конце марта и в апреле 2020 года были остановлены почти все авиаперевозки. Пандемия COVID-19 нанесла огромные убытки многим отраслям промышленности. Авиационная промышленность пострадала больше всего. По данным Международной ассоциации воздушного транспорта, пассажирский воздушный транспорт, измеряемый как коммерческий пассажиро - километр, снизился на 90% в годовом исчислении на апрель 2020 года и на 70% на август 2020 года. До ноября 2020 года большинство авиапарков все еще оставалось на земле. Однако отрасли необходимо срочно разработать план восстановления. Это исследование проводится в сотрудничестве с четвертой по величине авиакомпанией Европы Air France-KLM. Первоначальный вопрос от авиакомпании - как эффективно и действенно оправиться от пандемии COVID-19. Чтобы ответить на этот вопрос, авиакомпании необходимо определить силы COVID-19, против которых они борются, потому что эффект плана восстановления зависит от того, решает ли он проблему непосредственно у источника.

Основная часть. Авиакомпании считают, что предложение стимулов к бронированию имеет ценность только в том случае, если основная причина, по которой пассажиры предпочитают не летать, заключается в том, что они не готовы летать. Не только для авиакомпаний, но и для других отраслей пандемии влияют на деловой спрос по-разному, и они качественно отличаются от типичных сбоев. Однако во время пандемии COVID-19 разрушительная сила достаточно сильна, чтобы вызвать резкие сдвиги как в спросе, так и в предложении. Таким образом, пандемии требуют от ученых по-новому взглянуть на явления в цепочке поставок, чтобы помочь компаниям лучше подготовиться к следующей пандемии и повысить устойчивость.

При пассажирских авиаперевозках ущерб от пандемии очевиден, то есть произошло резкое падение спроса, и выяснилось, что на спрос влияют две силы. Во-первых, COVID-19 ограничивает поставки. Пассажиры не могут путешествовать из-за ограничений, установленных правительствами. Во-вторых, COVID-19 снижает спрос. Желание или потребность пассажиров путешествовать естественным образом снижается во время пандемии. Воздействие этих двух сил на спрос может быть различным. Кроме того, при одинаковой силе воздействие имеются различия для разных пассажиров и маршрутов полета. Например, учитывая ограничение поставок, COVID-19 повлиял на пассажиров в Европе больше, чем на пассажиров в Соединенных Штатах, потому что пассажирские рейсы в Европе в основном являются международными и большинство ограничений на поездки также являются международными. Если COVID-19 мало влияет на готовность пассажиров летать по определенным маршрутам, авиакомпании могут ожидать V-образного восстановления после возобновления полетов на этих маршрутах. В этой ситуации, вместо того, чтобы запускать маркетинговую кампанию для этих маршрутов, авиакомпаниям следует переместить свои ресурсы в другие критически важные области деятельности.

В этой статье предлагаем метод разделения сил влияния пандемии COVID-19 на основе целевой области воздействия и оценки соответствующего воздействия на спрос пассажирского воздушного транспорта. Этот метод состоит из четырех шагов. Во-первых, делим пассажиров на разные сегменты в зависимости от характеристик пассажиров (возраста и цели поездки или уровня в программе лояльности авиакомпаний и продолжительности

полета). Во-вторых, исходя из доступности данных и масштабов проблемы, выбираем модели-кандидаты для прогнозирования спроса для каждого пассажирского сегмента. В-третьих, моделируем два сценария на период пандемии (с 1 марта по 31 мая 2020 г.). Первый сценарий – обычный сценарий, что пандемии нет, а прогноз здесь представляет спрос в нормальной ситуации с учетом модели поведения пассажиров. Второй сценарий – это сценарий пандемии, в котором рассматриваем ограничения на поездки в реальности, делая недоступными определенные маршруты полетов. Прогноз здесь представляет спрос в ситуации, когда пассажиры следуют своему образцу поведения под воздействием определенных ограничений на поездки. В-четвертых, тестируем возможные модели прогнозирования и применяем наиболее эффективную модель для прогнозирования спроса на каждый пассажирский сегмент в каждом сценарии. Сравнивая прогноз в обычном сценарии ведения бизнеса с реальной ситуацией, получаем двойное влияние COVID-19 на спрос в каждом сегменте. Сравнивая прогноз при обычном сценарии ведения бизнеса с прогнозом влияния пандемии, также выводим влияние COVID-19, связанное с ограничением поставок. Сравнивая прогноз сценария пандемии с реальной ситуацией, выводим влияние COVID-19, связанное с падением спроса.

Применение этого метода рассмотрим на примере программы лояльности Air France – KLM, который содержит данные о поездках 5,8 млн пассажиров и 51 млн рейсов с 1 июня 2018 г. по 31 мая 2020 г. Результаты показывают, что в условиях пандемии COVID-19 у авиакомпании снизился спрос в среднем на 40,3 % для пассажиров, сегментированных по возрасту и цели поездки. 57,4% этого снижения вызвано падением спроса, тогда как остальные 42,6% – ограничением предложения. Результат, заключающийся в том, что большая часть снижения спроса вызвана ограничением предложения, предполагает многообещающее восстановление после того, как Air France – KLM полностью возобновит свою деятельность. Кроме того, что влияние COVID-19, связанное с каждой силой, варьируется в зависимости от сегмента пассажиров. Сила, связанная с депрессией спроса, повлияла на пассажиров в возрасте от 41 до 60 лет, которые путешествовали в основном по делам (средний возраст и бизнес) больше всего, и меньше всего это коснулось пассажиров в возрасте от 20 до 40 лет и путешествующих в основном ради отдыха. Противоположный результат справедлив для силы, связанной с ограничением подачи. В частности, для среднего возраста и бизнес-сегмента влияние COVID-19 на снижение спроса составляет 97,8% от общего сокращения, тогда как влияние COVID-19 на ограничение предложения составляет только 2,2%. Основываясь на этих результатах, можно предложить авиакомпаниям сосредоточиться на возобновлении полетов для пассажирских сегментов, в которых снижение спроса в основном связано с ограничением предложения, и сосредоточить внимание на восстановлении доверия пассажиров для пассажирских сегментов, в которых снижение спроса в основном связано с влиянием снижения спроса. Также можно рекомендовать и для других отраслей по использованию этого метода.

Методология. В данной статье оцениваем влияние COVID-19 на спрос пассажирского воздушного транспорта. Спрос на пассажирский воздушный транспорт можно измерить во многих формах, таких как количество запланированных пассажиров, количество запланированных рейсов, пассажиро-километры и коммерческие пассажиро-километры. В этом исследовании моделируем разные пассажирские сегменты отдельно и измеряем спрос на сегмент по количеству уникальных рейсов, выполненных каждым пассажиром в этом сегменте. Оно отличается от количества рейсов, запланированных или выполненных авиакомпанией, потому что первое предназначено для каждого отдельного пассажира, что отражает его желание летать, тогда как второе рассматривает всех пассажиров в целом.

Метод оценки состоит из четырех шагов. Во-первых, делим пассажиров на разные сегменты в зависимости от характеристик пассажиров. Во-вторых, выбираем модели-кандидаты для прогнозирования спроса для каждого пассажирского сегмента. В-третьих,

моделируем два сценария для периода пандемии . В-четвертых, тестируем возможные модели прогнозирования и применяем наиболее эффективную модель для прогнозирования спроса на каждый пассажирский сегмент в каждом сценарии. Ниже рассмотрим каждый шаг.

Шаг 1. Сегментация пассажиров.

Первый шаг - сегментировать пассажиров с использованием данных до периода пандемии . В авиационной отрасли сегментация пассажиров обычно осуществляется путем разделения пассажиров на заранее определенные группы на основе характеристик пассажиров, которые доказали свою эффективность в объяснении неоднородности поведения пассажиров. Чтобы расширить применимость метода к различным авиакомпаниям или другим отраслям, в этом исследовании также выбрали этот подход. Характеристики пассажиров, которые влияют на поведение пассажиров во время путешествия, включают демографические данные пассажиров, такие как возраст и уровень дохода. Кроме того, членство в многоуровневой программе лояльности, статус занятости и принадлежность пассажиров к эмигрантам становятся важными детерминантами спроса на поездки (Warburg et al., 2006; Adikariwattage et al., 2012; Kuljanin & Kalić, 2015; Cook et al., 2017 г.). Помимо демографических характеристик, географические характеристики, такие как данные о местонахождении пассажиров (домашние почтовые индексы), могут быть чрезвычайно полезны для эффективной сегментации пассажиров и таргетинга (Leung et al., 2017). Однако у каждой авиакомпании обычно есть один целевой пассажирский регион, из которого происходит более половины ее рейсов и пассажиров. Например, более 80% рейсов Air France-KLM отправляются из ЕС, из них более 50% - из Франции и предназначены для французских пассажиров. Таким образом, если есть данные только об одной авиакомпании, географическая информация может оказаться неэффективной для сегментации пассажиров.

Шаг 2. Выбор модели прогнозирования.

Второй шаг - выбрать модели-кандидаты для прогнозирования спроса для каждого пассажирского сегмента. Выбор модели прогнозирования зависит от наличия данных и масштабов проблемы. Для краткосрочных прогнозов с данными временных рядов часто используются такие модели, как AR, MA и ARMA. Когда данные временных рядов показывают свидетельство нестационарности, модель ARIMA является хорошим кандидатом. Когда в данных временных рядов присутствует сезонность, можно использовать сезонную модель ARIMA (SARIMA).

Модель SARIMA учитывает сезонность данных путем включения дополнительных сезонных членов в модель ARIMA (Гамильтон, 1994). AR-часть ARIMA указывает, что развивающаяся интересующая переменная регрессирует на своих собственных запаздывающих значениях. Часть MA указывает, что ошибка регрессии представляет собой линейную комбинацию членов ошибки, значения которых имели место одновременно и в разное время в прошлом. Указывает, что значения данных были заменены разницей между их значениями и предыдущими значениями. Этот процесс сравнения можно выполнять несколько раз, чтобы модель как можно лучше соответствовала данным.

Сезонная часть модели состоит из членов, которые очень похожи на несезонные компоненты модели, но включают сдвиги сезонного периода назад. Перед применением модели-кандидата для прогнозирования будущего спроса важно протестировать производительность модели с использованием исторических данных. В случае, если измерения точности показывают плохую работу модели, следует выбрать альтернативные варианты.

Шаг 3. Моделирование сценария.

Третий шаг - смоделировать два сценария периода пандемии . Первый сценарий - это обычный сценарий, и прогноз в этом сценарии представляет количество рейсов, которые каждый пассажирский сегмент совершит в нормальной ситуации, предполагая, что

пассажиры следуют своему образцу поведения. Этот прогноз служит базовым и будет сравниваться с прогнозом в другом сценарии и с реальной ситуацией. Второй сценарий – пандемия сценарий. В этом сценарии даем определенные маршруты полета недоступными в соответствии с действующими ограничениями на поездки, и прогноз здесь представляет спрос в ситуации, когда пассажиры следуют своему образцу поведения под воздействием определенных ограничений на поездки и предполагаем, что выбор маршрута полета пассажира останется таким же, как и раньше, при оценке влияния ограничения маршрута полета на спрос; таким образом, это воздействие пропорционально предыдущей частоте, с которой пассажиры летели по маршруту. И понимаем, что это сильное предположение. Однако, поскольку пандемия период, который выбираем в этом исследовании, длится всего 3 месяца (с 1 марта по 31 мая 2020 г.), и именно в первые месяцы пандемии ожидаем, что выбор маршрута полета пассажиров, основанный на их собственном желании летать, не изменится. Это предположение помогает отделить влияние COVID-19, связанное с ограничением предложения, от воздействия COVID-19, связанного с падением спроса. Чтобы смоделировать ограничения на поездки, которые имели место в период пандемии необходимо собрать данные о доступности маршрутов полетов. Это можно сделать путем сбора общедоступной информации об ограничениях на поездки, например, объявлений авиакомпаний об отмене рейсов. Однако собрать эту информацию нетривиально.

Шаг 4. Сравнение прогнозов.

Последний шаг - применить наиболее эффективную модель прогнозирования для прогнозирования спроса на каждый пассажирский сегмент в каждом сценарии. Сначала получаем прогноз в сценарии обычного развития, используя исторический спрос для каждого сегмента. Сравнивая прогноз в обычном сценарии ведения бизнеса с реальной ситуацией, выводим двойное влияние COVID-19 на спрос на пассажирский воздушный транспорт, предполагая, что пассажиры будут следовать своему образцу поведения, если пандемии не было. В прогнозировании временных рядов используются одномерные полетные данные, и наличие маршрутов полета не рассматривается. Чтобы получить прогноз в сценарии пандемии, сначала определяем модель поведения пассажиров с точки зрения выбора маршрута полета, а затем корректируем прогноз в обычный сценарий с учетом влияния ограничения каждого маршрута полета на спрос. Не все ограничения по маршруту полета одинаково влияют на спрос. Ограничения на популярных маршрутах приводят к более серьезным последствиям, чем ограничения на менее популярных маршрутах. Кроме того, ограничение на конкретный маршрут полета может по-разному повлиять на спрос на разные пассажирские сегменты, потому что не все сегменты будут летать по маршруту с одинаковой частотой.

Выбор маршрута полета для каждого пассажирского сегмента можно определить путем расчета частоты, с которой этот сегмент летает по каждому маршруту полета, с использованием исторических данных. В сценарии пандемии влияние ограничения маршрута на спрос на сегмент учитывает как доступность маршрута, так и предыдущую частоту, с которой сегмент летел по этому маршруту. Например, если сегмент выполнял рейс из AMS в BRU, 30% времени ранее и в период пандемии рейсы по этому маршруту были отменены на 90% по сравнению с предыдущим расписанием, то влияние этого ограничения на поездки на спрос на этот пассажирский сегмент, измеряемое количеством сокращенных рейсов, будет эквивалентно $30\% \times 90\%$ прогнозу спроса в обычном бизнесе сценарий. Прогноз для сценария пандемии дается уравнением (2):

$$F_s^p = F_s^b \sum_{r=1}^{R_s} \frac{A_{r|s} D_r}{A_s N_r}, \quad (2)$$

где F_s^p - прогноз количества рейсов для пассажирского сегмента s в сценарии пандемии, F_s^b - это прогноз количества рейсов для пассажирского сегмента s в обычном сценарии ведения

бизнеса, L_s - это количество маршрутов, по которым ранее выполнялся пассажирский сегмент, $A_{r|s}$ - количество рейсов по маршруту, выполненных r пассажирским сегментом s ранее, A_s является общим количеством рейсов, выполненных пассажирским сегментом s , и N_r рассчитывает доступность маршрута полета r в период пандемии (см. Шаг 3 метода).

Влияние ограничения маршрута полета на спрос для пассажирского сегмента также можно оценить, напрямую умножив доступность этого маршрута на прогноз спроса для этого маршрута. Однако тогда потребуется прогнозирование на уровне маршрута полета, то есть прогноз спроса для каждого маршрута полета и для каждого пассажирского сегмента. Потенциальный недостаток этого подхода заключается в том, что может отсутствовать данные временных рядов об уровне маршрута полета в пределах пассажирского сегмента, и, следовательно, прогноз может быть неточным. В сценарии пандемии учитывается влияние доступности рейсов на спрос. Сравнивая прогноз в сценарии обычного ведения бизнеса с прогнозом в сценарии пандемии, также выявили влияние COVID-19, связанное с ограничением предложения. Сравнивая прогноз в сценарии пандемии с реальной ситуацией, если в реальной ситуации существует меньшее количество рейсов, это может быть связано с низкой готовностью к полетам. Следовательно, разница между прогнозом сценария пандемии и фактическим количеством рейсов заключается в воздействии COVID-19, связанном с падением спроса.

Заключение. Эти исследование не освобождено от ограничений, многие из которых открывают возможности для будущих исследований. Во-первых, поскольку эти данные взяты из программы лояльности авиакомпании, учитываем только тех пассажиров, которые зарегистрированы в этой программе. Хотя пассажиры, не являющиеся членами, часто являются теми, кто редко летают с авиакомпанией, интересно изучить, изменится ли их поведение во время пандемии. Если авиакомпания сможет отслеживать историю полетов пассажиров, не являющихся членами, эта группа пассажиров может быть включена в будущие исследования. Во-вторых, эти данные получены от одной авиакомпании, большинство рейсов которой вылетает из ЕС (в частности, из Франции) и большинство пассажиров являются резидентами ЕС, и поэтому не учитывали происхождение географической информации о рейсах или пассажирах при сегментации пассажиров. Такая информация может быть эффективной для объяснения неоднородности поведения пассажиров. В будущих исследованиях можно будет использовать данные нескольких авиакомпаний и выяснить, оказывает ли COVID-19 двойное влияние на пассажиров в разных регионах.

Список использованной литературы

1. Brons M. Эластичность спроса на авиаперевозки пассажиров: мета-анализ. [Текст] / М. Brons, Е. Pels, Р. Nijkamp, Р. Ритвелд // Журнал управления воздушным транспортом, - 2002. - № 8 (3). – С.165 - 175 .
2. Аманква-Амоа, Дж. Примечание: Mayday, Mayday, Mayday! реагирование на экологические потрясения: анализ реакции мировых авиакомпаний на COVID-19 [Текст] // Транспортные исследования, Часть Е: Обзор логистики и транспорта. - 2020. - №143. – С. 02098.
3. Банерджи Н. Пассажирское прогнозирование спроса в плановой транспортировке. [Текст] / Н. Банерджи, А. Мортон, К. Akartunalı // Европейский журнал оперативных исследований, - 2020.- №286. – С. 797 - 810 .
4. Бриан А.С. Анализ ежегодных изменений в поведении пассажиров общественного транспорта с использованием данных смарт-карт. [Текст] / С. А. Бриан, Э. Ком, М. Трепанье, Л. Оукеллоу // Транспортные исследования, часть С: Новые технологии. - 2017. - №79. – С. 274 - 289.

5. De Vos, Дж. Влияние Covid-19 и последующего социального дистанцирования на поведение в поездках. [Текст] // Междисциплинарные перспективы транспортных исследований.- 2020. - № 5. – С. 100121.

6. Леунг А. Почему геодемографические характеристики пассажиров имеют значение для маркетинга аэропорта. [Текст] / А.Леунг, Т. Йен, Г. Ломанн // Журнал Travel & Tourism Marketing - 2017. - № 34 (6). – С. 833 - 850 .

7. Marazzo M. Спрос на воздушный транспорт и экономический рост в Бразилии: анализ временных рядов. [Текст] / М. Marazzo, R. Scherre, E. Fernandes // Транспортные исследования, Часть E: Обзор логистики и транспорта. - 2010.- №46 (2). – С. 261 - 269 .

References

1. Brons M. Elastichnost sprosa na aviaperevozki passajirov: meta-analiz. [Tekst] / M. Brons, E. Pels, R. Nijkamp, P. Ritveld // Jýrnal úpravleniia vozdyshnym transportom, - 2002. -№ 8 (3). – S.165 - 175 .

2. Amankva-Amoa, Dj. Primechaniie: Mayday, Mayday, Mayday! reagirovaniie na ekologicheskie potriaseniia: analiz reaktsii mirovykh aviakompanii na COVID-19 [Tekst] // Transportnye issledovaniia, Chast E: Obzor logistiki i transporta. - 2020. - №143. – S. 02098.

3. Banerdji N. Passajirskoe prognozirovaniie sprosa v planovoi transportirovke. [Tekst] / N. Banerdji, A. Morton, K. Akartunali // Evropeiskii jýrnal operativnykh issledovaniia, - 2020.- №286. – S. 797 - 810 .

4. Brian A.S. Analiz ejegodnykh izmeneniia v povedeniia passajirov obestvennogo transporta s ispolzovaniem dannykh smart-kart. [Tekst] / S. A. Brian, E. Kom, M. Trepane, L. Oýkelloý // Transportnye issledovaniia, chast C: Novye tehnologii. - 2017. - №79. – S. 274 - 289.

5. De Vos, Dj. Vliianiie Sovid-19 i posledýiyego sotsialnogo distantsirovaniia na povedenie v poezdках. [Tekst] // Mejdistsiplinarnye perspektivy transportnykh issledovaniia.- 2020. - № 5. – S. 100121.

6. Leýng A. Pochemý geodemograficheskie harakteristiki passajirov imeiýt znachenie dlia marketinga aeroporta. [Tekst] / A.Leýng, T. Ien, G. Lomann // Jýrnal Travel & Tourism Marketing - 2017. - № 34 (6). – S. 833 - 850 .

7. Marazzo M. Spros na vozdyshnyi transport i ekonomicheskii rost v Braziliu: analiz vremennykh riadov. [Tekst] / M. Marazzo, R. Scherre, E. Fernandes // Transportnye issledovaniia, Chast E: Obzor logistiki i transporta. - 2010.- №46 (2). – S. 261 - 269 .