

И.В. Платонова

Кластерная модель аэропортов гражданской авиации РФ

В данном исследовании проведен статистический анализ объемов перевозок пассажиров и грузов через аэропорты РФ. Получена классификация аэропортов гражданской авиации с помощью методов кластерного анализа.

Ключевые слова: авиаперевозки; аэропорт; многомерные статистические методы; кластерный анализ.

За последние несколько десятилетий существенно возросла роль авиаперевозок пассажиров предприятиями и компаниями гражданской авиации не только в Российской Федерации, но и во всем мире. Значимый вклад вносит воздушный транспорт в логистику и доставку грузов. В последние годы все больше и больше грузов перевозится именно авиатранспортом. Значительная часть высокотехнологичных приборов, ценных грузов, медицинских, стоматологических препаратов и оборудования доставляется к месту назначения на воздушном транспорте. К преимуществам авиатранспорта следует отнести: скорость перевозок, обширную географию доставок, высокую надежность доставки грузов, мониторинг передвижения грузов.

Авиаперевозки являются самым дорогим, но при этом самым оперативным и быстрым способом доставки пассажиров, грузов и почты в пункт назначения. Также востребованность авиаперевозок объясняется увеличением численности деловых поездок представителями крупного и среднего бизнеса, масштабным развитием внутреннего и внешнего туризма. Так, пассажирооборот в России в 2015 г. по сравнению с 2000 г. увеличился на 325 %, а за последние 10 лет — вырос почти в 2,5 раза [3]. По данным официального сайта Федерального агентства воздушного транспорта Росавиации, в 2016 г. услугами гражданской авиации воспользовались почти 160 млн человек¹. Существенный вклад вносят предприятия гражданской авиации РФ по доставке почты и грузов населению, государственным организациям и бизнес-структурам. Всего на территории РФ располагаются более 260 аэропортов и аэродромов гражданской авиации, но действующими в течение последних нескольких лет являются только 256². Данные об объемах перевозок пассажиров (количестве человек) через аэропорты РФ в 2016 г. представлены в таблице 1.

Таким образом, можно отметить, что 78 аэропортов РФ обслуживают 98 % общего количества пассажиров, а остальные 178 — только около 2 %. Это объясняется

¹ Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация). URL: [http:// www.favt.ru](http://www.favt.ru)

² Там же.

Таблица 1

Объемы и доли перевозок пассажиров через аэропорты РФ в 2016 г.

Количество пассажиров	Число аэропортов	Доля перевозок, %
До 50 000 чел.	160	1,1
От 50 000 до 100 000 чел.	18	0,8
От 100 000 до 1 000 000 чел.	54	12,8
Более 1 000 000 чел.	24	85,3

Источник: составлено автором по данным официального сайта Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация). URL: <http://www.favt.ru>

тем, что территория РФ — достаточно обширная, с различными природными, экологическими и климатическими условиями. Поэтому наличие существенной дифференциации в уровне развития промышленной, образовательной, культурной инфраструктур характерно для регионов России. Для жителей многих небольших населенных пунктов Республики Саха, Чукотского автономного округа, Ямало-Ненецкого автономного округа, районов Крайнего Севера и Дальнего Востока перевозка пассажиров, доставка грузов, продуктов питания осуществляется исключительно самолетами и вертолетами гражданской авиации. Также в группе с низкими значениями объемов перевозок пассажиров оказались субъекты ЦФО: г. Брянск, г. Калуга, г. Липецк. Это объясняется близким расположением к столице — г. Москве и наличием железных дорог.

В связи с вышеизложенным для продолжения исследования объемов перевозок пассажиров, грузов и почты через аэропорты гражданской авиации и построения кластерной модели аэропортов целесообразно применить комплексный подход, опирающийся на использование многомерных статистических методов [1].

Первичной статистической информацией послужили данные, находящиеся в открытом доступе на сайте Росавиации (вкладка «Статистические данные» — «Объемы перевозок через аэропорты России»)³. В результате тщательного анализа были выбраны четыре показателя, характеризующие объемы перевозок пассажиров и грузов через аэропорты России в 2016 г.:

- x_1 — количество пассажиров (чел.);
- x_2 — темп роста числа пассажиров с 2015 по 2016 г. (%);
- x_3 — количество транзитных пассажиров;
- x_4 — темп роста объема грузовых перевозок с 2015 по 2016 г. (%).

На первоначальном этапе из общего числа действующих аэропортов были отобраны те, доля пассажирских перевозок которых в суммарном объеме составила почти 98,5 %. Таким образом, выборку составили только 82 аэропорта. Наибольшее количество пассажиров, свыше 33,5 млн чел. было перевезено через аэропорт Шереметьево (г. Москва), а наименьшее из данной совокупности — через аэропорт Чульман (г. Нерюнгри) и составило около 84 тыс. чел.⁴

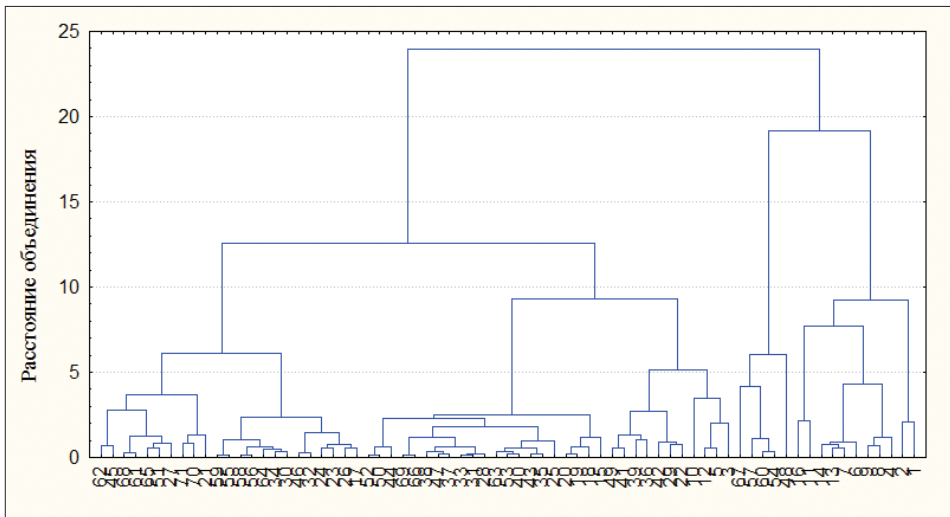
Далее был проведен корреляционный анализ. Наличие тесной взаимосвязи между исследуемыми показателями не было выявлено, это сделало обоснованным последующее применение методов кластерного анализа с евклидовой метрикой.

³ Там же.

⁴ Там же.

На следующем этапе проводился визуальный анализ распределения 82-х объектов исходной совокупности в осях всех признаков попарно. На каждой из шести графических иллюстраций четко выделилось ядро эллипсовидной формы. Это свидетельствовало о том, что рассматриваемая выборка подчиняется закону нормального распределения. Однако следует отметить, что несколько объектов выделилось из общей массы. Это аэропорты: Шереметьево (г. Москва), Домодедово (г. Москва), Внуково (г. Москва), Пулково (г. Санкт-Петербург), Кольцово (г. Екатеринбург), Толмачево (г. Новосибирск), Новый (г. Хабаровск), Чертовицкое (г. Воронеж), Нальчик, Восточный (г. Ульяновск), Череповец. Данные аэропорты, имеющие отличительные черты, были исключены из исходной совокупности перед проведением многомерной классификации. В связи с существенными отличиями в вариации признаков и разными единицами измерения исходных показателей оставшаяся выборка, состоящая из 71 объекта, была подвергнута процедуре стандартизации.

Далее применялись иерархические агломеративные процедуры кластерного анализа и метод «К-средних». Выбор лучшей классификации осуществлялся в пространстве четырех стандартизованных признаков на основании значений функционалов качества полученных разбиений, сравнительного анализа построенных кластерных моделей с учетом содержательности интерпретации. На рисунке 1 представлена дендрограмма разбиения, полученная по методу Уорда с использованием евклидовой метрики.



Источник: составлено автором

Рис. 1. Дендрограмма классификации аэропортов гражданской авиации РФ, полученная методом Уорда

В результате на расстоянии объединения, равном 9,3 единиц, была определена пятикластерная модель. Кластеры № 1 и № 2 явились самыми крупными по размерам, каждый из них составляет почти третью часть от исследуемых объектов выборки. Кластеры № 3 и № 5 — средние, каждый из них состоит из 11 объектов, что составляет суммарно 30 % от выборки. Самым малочисленным оказался кластер № 4. В его составе только 5 аэропортов (табл. 2).

Таблица 2

Состав кластеров, отличающихся объемом перевозок пассажиров и грузов через аэропорты РФ

Номер кластера	Число аэропортов в кластере	Состав кластеров
Кластер № 1	23	Усинск, Геленджик, Ухта, Надым, Братск, Ханты-Мансийск, Нижневартовск, Чульман (г. Нерюнгри), Ленск, Махачкала, Абакан, Нарьян-Мар, Новокузнецк, Ноябрьск, Когалым, Саратов, Нариманово (г. Астрахань), Кемерово, Центральный им. Ю.А. Гагарина (г. Оренбург), Стригино (г. Нижний Новгород), Гумрак (г. Волгоград), Талаги (г. Архангельск), Большое Савино (г. Пермь)
Кластер № 2	21	Игарка, Талакан, Мирный, Анадырь, Пенза, Сокол (г. Магадан), Ижевск, Беслан (г. Владикавказ), Сыктывкар, Норильск, Елизово (г. Пегопавловск-Камчатский), Магнитогорск, Северный (г. Грозный), Шпаковское (г. Ставрополь), Салехард, Барнаул, Мурманск, Якутск, Новый Уренгой, Хомутово (г. Южно-Сахалинск), Витязево (г. Анапа)
Кластер № 3	11	Мухино (г. Улан-Удэ), Благовещенск, Белгород, Бегишево (г. Нижнекамск), Чита, Богашево (г. Томск), Центральный (г. Омск), Минеральные Воды, Храброво (г. Калининград), Ростов-на-Дону, Пашковский (г. Краснодар)
Кластер № 4	5	Бованенково, Киров, Чебоксары, Магас (г. Назрань), Сабетта (п-ов Ямал)
Кластер № 5	11	Баландино (г. Челябинск), Иркутск, Сургут, Рошино (г. Тюмень), Казань, Курумоч (г. Самара), Емельяново (г. Красноярск), Кневичи (г. Владивосток), Уфа, Симферополь, Сочи

Источник: составлено автором

В составе первого кластера оказались преимущественно аэропорты с невысокими значениями как абсолютных, так и относительных показателей, существенно ниже средних значений по выборке в целом (см. табл. 3). Внутри данной многочисленной группировки на расстоянии объединения пяти единиц четко прослеживается образование двух ядер. Первое ядро содержит 10 объектов, а второе — 13. Отличительной особенностью выделенных ядер являются различные средние значения показателя x_1 . Для аэропортов данного кластера характерно снижение темпов роста числа пассажиров и объемов доставляемых грузов в среднем на 5 % и 13 % соответственно.

Состав второго кластера определили аэропорты с абсолютными значениями показателей существенно ниже средних. Число транзитных пассажиров здесь является самым низким по сравнению с соответствующими значениями этого показателя в других кластерах и составляет около 15 % от среднего значения по выборке. Но, в то же время, стоит отметить, что для аэропортов данной группы, в отличие от аэропортов первого кластера, наблюдается положительный прирост значений показателей x_2 и x_4 .

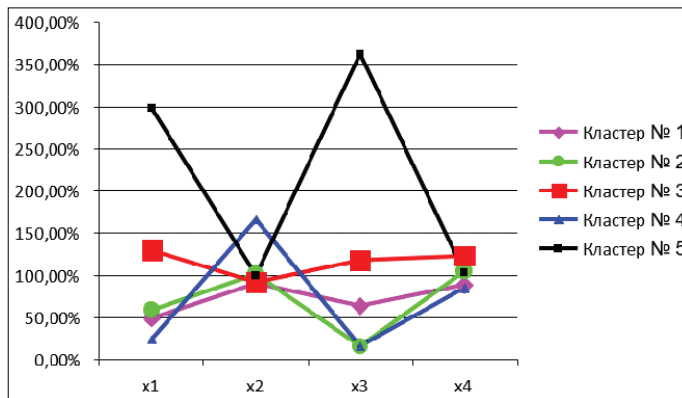
Таблица 3

Средние значения по кластерам и по выборке

№ кластера	x_1 , чел.	x_2 , %	x_3 , чел.	x_4 , %
Кластер 1	379 249,6	94,9	3419,3	86,8
Кластер 2	462 859,4	106,7	809,6	103,6
Кластер 3	1 030 505	95	6345	122
Кластер 4	181 817	173,7	835,8	83,7
Кластер 5	2 382 707	105	19 643	102
Вся выборка	801 369,0	105,6	5432,3	99,3

Источник: составлено автором

Почти все представители третьего кластера (кроме аэропортов Минеральные Воды и Бегишево) — это аэропорты административных центров субъектов РФ, международные. Показатели обслуживания пассажиров аэропортов данного кластера, кроме признака x_2 , превышают средние значения по выборке в целом на 28,6 % и 16,8 % соответственно и уступают только значениям лидирующего пятого кластера (см. рис. 2). Безусловно, негативным моментом является уменьшение темпов роста количества пассажиров за 2015–2016 гг. более чем на 10 % по сравнению со средним значением по выборке. Темпы роста обслуживания грузовой клиентуры представителями данного кластера являются самыми высокими по сравнению с аналогичными значениями в других кластерах и по выборке в целом.



Источник: получено автором

Рис. 2. Отношение средних значений показателей по кластерам к соответствующим средним значениям по выборке, %

В малочисленном кластере № 4 оказались аэропорты почти с самыми низкими средними значениями показателей, кроме признака x_2 . Действительно, для представителей этого кластера характерно увеличение темпов роста числа обслуженных пассажиров на 64,5 %. Значение этого показателя является самым высоким по отношению к соответствующим значениям в других кластерах.

Пятый кластер, по праву, можно назвать лидирующим. Средние значения показателей x_1 и x_3 являются самыми высокими по сравнению с другими кластерами, а значение показателя x_4 превышает среднее значение по выборке на 3 %. Количест-

во перевезенных пассажиров через аэропорты этого кластера превысило среднее значение по выборке в три раза, а число транзитных пассажиров — в 3,6 раза. Значение признака x_2 близко к среднему значению по выборке. Оно показывает, что прирост числа пассажиров в 2016 г. составил 5 %. По сравнению с 2015 г. объемы грузовых перевозок для аэропортов данной группы увеличились, в среднем, на 2 %.

Также к лидирующей группе следует отнести исключенные ранее из-за специфических особенностей крупнейшие аэропорты: Шереметьево (г. Москва), Домодедово (г. Москва), Внуково (г. Москва), Пулково (г. Санкт-Петербург), Толмачево (г. Новосибирск), Кольцово (г. Екатеринбург). Так, показатели обслуживания пассажиров и грузовой клиентуры аэропорта Шереметьево существенно превысили все средние значения показателей лидирующего пятого кластера. Аэропорт Пулково имеет значения показателей x_1 и x_4 достаточно высокие, а причиной удаления из исходной совокупности послужило отсутствие транзитных пассажиров. У аэропортов Домодедово и Внуково — внушительные значения показателей x_1 и x_3 , но при этом наблюдается снижение темпов роста числа пассажиров в 2016 г. по отношению к 2015 г. Показатели обслуживания пассажиров аэропорта Толмачево г. Новосибирска также превышают соответствующие средние значения лидирующего кластера. Так, количество транзитных пассажиров в 30 раз больше среднего значения этого признака для кластера № 5.

Таким образом, с помощью многомерных статистических методов кластерного анализа совокупность аэропортов гражданской авиации РФ была разбита на однородные группы с похожими свойствами. В дальнейшем целесообразно на регулярной основе проводить мониторинг значений показателей обслуживания пассажиров и грузовой клиентуры.

Литература

1. Дуброва Т.А., Платонова И.В. Сравнительный статистический анализ деятельности компаний на рынке услуг связи // Экономические науки. 2008. № 7 (44). С. 333–337.
2. Гражданская авиация в России. 2007: стат. сб. / Росстат. М., 2007. 88 с.

Literatura

1. Dubrova T.A., Platonova I.V. Sravnitelny'j statisticheskiy analiz deyatel'nosti kompanij na ry'nke uslug svyazi // Ekonomicheskie nauki. 2008. № 7 (44). S. 333–337.
2. Grazhdanskaya aviaciya v Rossii. 2007: stat. sb. / Rosstat. M., 2007. 88 s.

I.V. Platonova

Cluster Model of Airports of Russian Civil Aviation

In this study, the author has carried out a statistical analysis of volumes of passenger and cargo transportation by means of the airports of the Russian Federation. Classification of airports of civil aviation using methods of cluster analysis has been made.

Keywords: air transportation; airport; multidimensional statistical methods; cluster analysis.