

УДК 629.7.08
ББК У9(2)40

МОДЕЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АВИАПЕРЕВОЗЧИКА И АЭРОПОРТОВЫХ СТРУКТУР

© 2013 Б. А. Титов, С. А. Кропивенцева

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Рассмотрены факторы, влияющие на экономические показатели авиаперевозчика, аэропорта и аэропортовых структур. Определены целевые функции авиаперевозчика и обслуживающей компании. Предложена модель экономического взаимодействия авиаперевозчика и аэропортовых структур.

Авиаперевозчик, аэропорт, обслуживающая компания, модель взаимодействия, штрафные санкции, потери авиаперевозчика, качество обслуживания.

Дерегулирование воздушного транспорта в странах Европейского Союза коснулось и деятельности аэропортовых структур. Основная цель процесса – предоставить больше возможностей специализированным компаниям или подразделениям авиакомпаний, желающим выполнять наземное обслуживание авиаперевозок наряду с подразделениями и службами аэропорта. Главным толчком для этого послужили многочисленные исследования Ассоциации европейских аэропортов (АСЕ), которые выявили завышение стоимости услуг приблизительно на 30% в крупных европейских аэропортах, где обслуживание выполняется аэропортом монополично. Отмечается при этом невысокое качество обслуживания. По мнению европейских авиаперевозчиков (АЕА), цены за наземное обслуживание на 50% выше в аэропортах, монополично выполняющих наземное обслуживание [1].

Российские аэропорты до недавнего времени являлись классическим примером естественных монополистов на услуги по наземному обслуживанию авиаперевозок. В большинстве российских аэропортов и сегодня наземное обслуживание выполняется силами собственных служб и подразделений. Сторонние обслуживающие компании выполняют лишь отдельные операции. Как правило, и те, и другие

рассматривают наземное обслуживание как технологический, а не бизнес-процесс. Вследствие этого во многих аэропортах эксперты отмечают относительно высокие удельные затраты на наземное обслуживание [2]. Для зарубежных аэропортов характерно присутствие нескольких групп обслуживающих компаний (так называемые хэндлинговые компании, выполняющие комплексное наземное обслуживание), соревнующихся между собой за право обслуживать рейсы авиаперевозчиков [3].

Наземное обслуживание является одним из наиболее сложных и трудоёмких процессов обеспечения полётов в гражданской авиации. От организации процесса зависят экономические результаты всех участников: авиаперевозчика, аэропорта, сторонних обслуживающих компаний. Перечень и последовательность предоставления услуг по наземному обслуживанию определяются технологическим графиком и зависят от вида рейса, класса воздушного судна (ВС), выполняющего рейс, и т.д.

Весь комплекс работ по аэропортовому и наземному обслуживанию ВС авиакомпании можно представить следующим перечнем [4].

1. Аэропортовое обслуживание: обеспечение посадки и вылета ВС; обеспечение авиационной безопасности в зоне

аэропорта; предоставление в пользование аэровокзала; предоставление экипажам метеорологической информации в аэропорту.

2. Обслуживание коммерческой загрузки ВС: обслуживание пассажиров; обработка грузов и почты; обеспечение посадки или высадки пассажиров в/из ВС; доставка пассажиров к/от ВС; обеспечение бортипитания на рейсе; специальное обслуживание пассажиров (предоставление зала повышенной комфортности, VIP-зала); дополнительные услуги по авиационной безопасности.

3. Обслуживание экипажей ВС: штурманское обеспечение полётов (предоставление навигационного расчёта; составление флайт-плана; предоставление экспресс-информации по евроконтролю; разработка одного маршрута полёта); предполётный медицинский осмотр экипажей ВС; доставка экипажа от/к ВС на территории аэродрома; доставка полётной (навигационной) информации на борт ВС; доставка метеорологической информации на борт ВС.

4. Обслуживание воздушного судна: обеспечение топливом ВС; другие работы (услуги), предоставление материально-технических ресурсов (в том числе топлива и специальных жидкостей).

В сложной технологической схеме наземного обслуживания ВС участвует большое количество участников, что затрудняет оптимизацию процесса предполётной подготовки рейса. В современных условиях управлять технологическим процессом обслуживания авиаперевозок приходится при взаимодействии отдельных хозяйствующих структур, количество которых, по мнению экспертов, со временем будет увеличиваться. Поэтому главный оператор аэропорта (далее аэропорт), ответственный за полный комплекс работ по наземной подготовке рейса, помимо временных сроков, должен установить нормы финансовой ответственности каждого участника процесса за своевременность и качество выполнения обслуживания. Решить поставленную задачу можно,

рассматривая взаимодействие авиаперевозчика и обслуживающей компании с позиций теории активных систем. Но вначале выявим факторы, влияющие на экономические показатели участников процесса.

Считается, что около 20% всех расходов авиаперевозчика приходится на оплату услуг по наземному обслуживанию перевозок, из них 25–28% – на топливозаправочную операцию; порядка 9–14% на техническое обслуживание ВС; около 8% на обеспечение авиационной безопасности. Величина постоянных эксплуатационных издержек подразделений аэропорта и обслуживающих компаний составляет в среднем 80%. С уменьшением количества обслуженных рейсов удельные затраты значительно растут, в чём и состоит причина высоких ставок за наземное обслуживание в аэропортах с невысокой интенсивностью воздушного движения [5]. В структуре затрат российских авиакомпаний более 60% связано с объёмом работ, при снижении количества рейсов затраты снижаются в большей степени по сравнению с аэропортами, а себестоимость работ увеличивается в меньшей степени [6].

Выделяя временные слоты для обслуживания рейсов, аэропорт планирует получение вполне определённого уровня прибыли от использования собственных ресурсов. Нарушение запланированных сроков наземного обслуживания влияет на пропускную способность аэропорта, снижается количество самолёто-вылетов, что отражается на получаемой прибыли. Задержка в обслуживании, как и любое другое нарушение установленного расписания, требует привлечения дополнительных ресурсов, что означает неэффективное использование аэропортовой инфраструктуры. Мероприятия по обеспечению регулярности воздушного движения и своевременности оказания услуг наземного обслуживания позволяют избежать неоправданного роста затрат всех участников процесса. В настоящее время действует «Руководство по обеспечению учёта

регулярности полётов воздушных судов гражданской авиации», которым заданы правила учёта регулярности полётов, правила определения размера финансовой ответственности между аэропортом и авиаперевозчиком за нарушение расписания воздушного движения. Однако взаимоотношения аэропорта и независимых обслуживающих компаний нормативно-правовыми актами не регламентированы.

Причины и последствия нарушения регулярности воздушного движения пристально изучаются. На конференции по наземному обслуживанию в 2011 году Люфтганза Консалтинг в докладе «Прямые и косвенные расходы при задержке рейсов: пунктуальность в качестве фактора стоимости» представила результаты исследования последствий нарушений регулярности [7]. В качестве вывода подчёркивается, что регулярность полётов имеет свою цену, сбои в процессе наземного обслуживания влекут за собой значительную часть задержек вылетов, в результате чего убытки терпит вся авиационная отрасль.

Потребителем аэропортовых услуг является авиаперевозчик, поэтому размер финансовой ответственности обслуживающей компании за обслуживание с низким качеством зависит от размера нанесённого авиакомпаниям ущерба. Перечислим неблагоприятные последствия нарушения регулярности вылетов ВС для авиаперевозчика:

1. Из-за потери стыковок по маршруту следования необходимо выплатить компенсации пассажирам.

2. Сдача авиабилетов пассажирами – отказ от полётов и потеря коммерческой загрузки рейса. Если речь идёт о грузовых перевозках, то компенсация выплачивается грузоотправителям и грузополучателям.

3. Штрафные санкции со стороны аэропортов промежуточных посадок и конечного пункта назначения за нарушение слотов.

4. Ухудшение деловой репутации, которую достаточно сложно выразить в

денежном отношении. При оценке величины подобных потерь принимают во внимание так называемые «скрытые», невидимые потери, которые отражают неудовлетворённость потребителей, дополнительные расходы по гарантийным обязательствам и ухудшение репутации компании. «Скрытые» потери имеют место не только при нарушении временных интервалов наземного обслуживания, но и при окончании обслуживания в заданных пределах [8].

Модель экономического взаимодействия. Рассмотрим взаимодействие участников процесса наземного обслуживания авиаперевозок. Являясь площадкой для взаимодействия авиаперевозчика и обслуживающей компании, аэропорт определяет сроки выполнения по каждой операции наземной подготовки. Представляя интересы авиаперевозчика, аэропорт является центром, а обслуживающая компания – активным элементом в системе. Состав, структура, целевые функции, допустимые множества, число периодов и порядок функционирования, а также информированность участников определяют механизм функционирования активной системы. В узком смысле механизм функционирования есть совокупность правил и принятия решений участниками активной системы. Центр отвечает за эффективность функционирования системы и обязан заботиться о совершенствовании системы управления. В связи с этим центр может менять структуру системы и механизм её функционирования. Допуская стороннюю обслуживающую компанию к процессу наземного обслуживания авиационных перевозок, следует определить область допустимых значений на длительность обслуживания, представляющую собой уровень качества услуг по наземному обслуживанию, а также выявить функциональную зависимость между затратами обслуживающей компании и уровнем качества обслуживания. Кроме этого, необходимо установить размер финансовой ответственности обслуживаю-

щей компании за услуги с недопустимым уровнем качества (штрафную функцию).

Целевая функция центра (аэропорт) представляет собой суммарные затраты авиаперевозчика, связанные с наземным обслуживанием воздушных перевозок, а также убытки от некачественного наземного обслуживания:

$$\Phi(x, s) = \sum_{i=1}^n Z_i(x, s) + x(s),$$

где $Z_i(x, s)$ – затраты на i -й вид наземного обслуживания в объёме x и уровнем качества обслуживания s , руб.; $x(s)$ – нанесённый авиаперевозчику ущерб, в руб.

В общем случае совокупность обслуживающих компаний и подразделений аэропорта оказывает n видов услуг по наземному обслуживанию. Полный перечень услуг, оказываемых аэропортом авиакомпаниями, указывается в приложении к договору, фактически оказанные услуги фиксируются сторонами соответствующими документами (карточка первичного учёта услуг, акт формы С). Стратегией авиаперевозчика является минимизация затрат на наземное обслуживание авиаперевозок. Можно предположить, что убытки авиаперевозчика как функция качества услуг по наземному обслуживанию имеют линейный характер, если учитываются неблагоприятные последствия (1 – 3), и будут описываться степенной функцией, если дополнительно учитываются «скрытые потери» [9].

Целевая функция активного элемента (обслуживающей компании) представ-

$$B(x, s_{opt}) = \{x \in X / s_{opt} \in [s_{min}; s_{max}], \\ x(s_{opt}) \cdot T(x) - (Z^{n.o}(x, s_{opt}) + r(s_{opt})) \geq x(s) \cdot T(x) - (Z^{n.o}(x, s) + r(s))\}.$$

Чтобы минимизировать затраты авиаперевозчика с учётом затрат обслуживающей компании и диапазона длительности наземной подготовки, необходимо определить оптимальный уровень качества обслуживания, то есть допустимое отклонение на время окончания операции. Решая задачу стимулирования,

платит собой разность между получаемой за обслуживание прибылью и связанными с ним расходами:

$$f(x, s) = x(s) \cdot T(x) - (Z^{n.o}(x, s) + r(s)),$$

где $x(s)$ – объём реализуемых услуг с качеством s ; $T(x)$ – тариф на данный вид обслуживания; $Z^{n.o}(x, s)$ – затраты обслуживающей компании; $r(s)$ – штраф за обслуживание с качеством ниже допустимого уровня. В затратах обслуживающей компании, связанных с выполнением операции по наземному обслуживанию, предложено выделять затраты на обеспечение требуемого уровня качества $Z^{n.o \text{ quality}}(s)$. Эти затраты функционально зависят от уровня качества предоставляемых услуг.

Стратегия обслуживающей компании состоит в том, чтобы максимизировать прибыль, получаемую за выполненные работы по наземному обслуживанию с минимально допустимым уровнем качества обслуживания. Множество целевых функций, как результат хозяйственной деятельности обслуживающей компании, запишем в виде

$$P(x, s) = \text{Arg max} \{x(s) \cdot T(x) - (Z^{n.o}(x, s) + r(s))\}, \\ s \in [s_{min}; s_{max}]$$

Множество согласуемых планов аэропорта, выполнять которые для обслуживающей компании выгодно, запишем в виде

аэропорт должен выбрать систему стимулирования и размер вознаграждения обслуживающей компании. Задачей синтеза оптимальной функции стимулирования является задача поиска допустимой системы стимулирования, имеющей максимальную эффективность. Система стимулирования «аэропорт – обслуживающая

компания» согласована, если обслуживающая компания оказывает услуги с оптимальным уровнем качества $s = s_{opt}$:

$$B(x, s_{opt}) = P(x, s_{opt}).$$

Аэропорт – центр, представляя интересы авиаперевозчика перед обслуживающей компанией – активным элементом, с помощью функции стимулирования (штрафной функции $r(s)$) обеспечивает совпадение плана центра с действиями активного элемента. Примем, что при обслуживании с уровнем качества вне допустимого диапазона обслуживающая компания компенсирует авиаперевозчику нанесённый ущерб:

$$r(s) = x(s), \forall s \notin [s_{min}; s_{max}].$$

Условие согласованности системы «аэропорт – обслуживающая компания» запишем в виде

$$F_{\Sigma} = x(s) \cdot T(x) - (Z^{n.o}(x, s) + r(s)) - (Z(x, s) - x(s)) \xrightarrow{s \in [s_{min}; s_{max}]} \max. \quad (2)$$

В рассматриваемой системе согласование выполняется по уровню качества обслуживания, с этим показателем связаны затраты обслуживающей компании на качество $Z^{n.o}_{quality}(s)$ и потери авиаперевозчика $x(s)$.

Определив функцию потерь авиаперевозчика от уровня качества в линейном виде и выполнив необходимые преобразования (2), определим оптимальное значение уровня качества:

$$s_{opt} = s_{критич} - a \cdot \frac{\Pi}{T},$$

где $s_{критич}$ – граничное значение показателя качества обслуживания, мин; a – коэффициент эффективности затрат на обеспечение требуемого уровня качества обслуживания; Π – прибыль авиаперевозчика, получаемая за выполненный рейс, руб.; T – рейсовое время, мин.

В качестве примера представлены результаты расчёта согласованного уровня качества для операции «заправка ВС

$$\Delta f(x, \Delta s = s_{min} - s_{opt}) \leq \Delta \Phi(x, \Delta s = s_{opt} - s_{max}). \quad (1)$$

Экономическое взаимодействие согласовано, если затраты обслуживающей компании на предоставление услуг с оптимальным уровнем качества меньше получаемого авиаперевозчиком экономического эффекта.

Для нахождения оптимального уровня качества составим интегральную целевую функцию, показывающую суммарный доход от хозяйственной деятельности всех участников процесса наземного обслуживания авиаперевозок. Так как целевая функция авиаперевозчика стремится к минимальному значению, то в суммарной целевой функции формирующие её слагаемые записываются со знаком минус:

топливом», выполняемой при обслуживании рейса Самара – Когалым (выполняется на ВС Воиенг-737). Для этого использовалась накопленная статистика за период с 1 июля 2005 по 30 ноября 2008 [10, 11] по срокам окончания технологических операций. В [12] представлены расчёты диапазона допустимых значений на время окончания обслуживания при заправке ВС топливом: $s_{min} = 0$, $s_{max} = 0,7203$ мин, $s_{критич} = 1,6667$ мин. Были сделаны расчёты параметров: $a = 0,0016$, $\Pi = 389,024$ тыс. руб., $T = 7,9$ ч. В условиях согласованности системы «аэропорт – обслуживающая компания» оптимальный уровень качества будет равен

$$s_{opt} = 1,667 - 0,0016 \cdot \frac{389,024}{7,9 \cdot 60} = 0,3535 \text{ мин.}$$

Это означает, что в результате согласованности системы «аэропорт – обслуживающая компания» длительность

операции «заправка ВС топливом» составит

$$t_{opt} = M(t_2) + 3 \cdot s_{opt} = 20,8857 + 3 \cdot 0,3535 = 21,946 \text{ мин.}$$

Для определения экономического эффекта от согласованности взаимодействия аэропорта и обслуживающей компании требуется рассчитать значения целевых функций авиаперевозчика и аэропорта. Значения целевых функций записаны в табл.1.

Таблица 1. Рассчитанные значения целевых функций авиаперевозчика и обслуживающей компании

S , мин	$S_{\min} = 0$ мин	$S_{opt} = 0,3535$ мин	$S_{\max} = 0,7203$ мин
$\Phi(x, S)$, тыс. руб.	–	471,981	471,838
$\Delta\Phi(x, \Delta S)$, тыс. руб.	–	471,981 – 471,838=0,143	
$f(x, S)$, тыс. руб.	262,163	262,039	–
$\Delta f(x, \Delta S)$, тыс. руб.	262,163 – 262,039=0,124		–

Таким образом, условие согласованности (1) выполняется: 143 руб.>124 руб.

Для определения годового экономического эффекта от согласования уровня качества услуги по заправке ВС топливом рассмотрим взаимодействие на примере топливозаправочной компании и аэропорта, представляющего интересы авиакомпании с долей рынка в 25%.

Так, например, в 2011 году в аэропорту Курумоч было обслужено 10087 самолёто-вылетов, количество рейсов авиакомпании было 2521. Рассчитанные годовые затраты топливозаправочной компании на обеспечение требуемого уровня качества в интересах авиакомпании с 25%-ой долей рейсов составят $124 \cdot 2521 = 312\ 614$ рублей. Годовой экономический эффект для авиаперевозчика в результате согласованности системы «аэропорт – топливозаправочная компания» составит $143 \cdot 2521 = 360\ 503$ рублей.

При наземной подготовке первоначального рейса, выполняемого самолётом первого класса, выполняется в среднем 32 технологические операции. Если предположить, что экономический эффект для всех 32 операций не ниже рассчитанного значения, то экономический эффект от согласования уровня качества по каждой операции для перевозчика составит 4576 рублей в расчёте на один рейс. Годовой экономический эффект для авиакомпании от согласованного взаимодействия по

всем операциям наземной подготовки 2521 рейсов составит 11 536 096 рублей.

Библиографический список

1. Спарако, П. Куда идут сборы? [Текст] / П. Спарако //Авиатранспортное обозрение. – 2004. – №55. – С.57-62.
2. Нерадько, А. Об итогах Росавиации в 2010 году и основных задачах на 2011 год. 11 марта 2011 года [Электронный ресурс] / А. Нерадько / Aviation Explorer// URL: <http://www.aex.ru/> (дата обращения 30.04.13).
3. Синицкий, А.Б. Основной фактор. Развитие аэропортов – ключ к росту авиаперевозок [Текст] / А.Б. Синицкий //Авиатранспортное обозрение. – 2005. – №59. – С.51-53.
4. Аэропорт Когалым. Официальный сайт [Электронный ресурс]// URL: <http://www.kogalymavia.ru/> (дата обращения 30.04.13).
5. Волкова, Л.П. Взаимодействие аэропорта и авиакомпаний при наземном обслуживании воздушных перевозок [Текст] / Л.П. Волкова //Науч. вестн. МГТУ ГА. Серия Общество, экономика, образование. – 2001. – №41. – С.83-88.
6. Проблемы системы сборов и цен аэропортов: вчера, сегодня, завтра [Текст] / М. Липатова // Авиатранспортное обозрение, 1998, январь–февраль. – С.22-26.

7. Прямые и косвенные расходы при задержке рейсов: Пунктуальность в качестве фактора стоимости [Электронный ресурс]// URL: <http://www.lhconsulting.ru/en/meta-navigation/downloads/speeches-ru.html/> (дата обращения 30.04.13).

8. Управление качеством. Робастное управление. Метод Тагути [Текст]/ [Леон Р. и др.]: пер с англ., под ред. А.М. Талалай. – М.: ООО Сейфи, 2002. – 382 с.

9. Конарёва, Л.А. Структура затрат на обеспечение качества продукции и услуг в компаниях стран с развитой рыночной экономикой [Текст] / Л.А. Кона-

рёва // Методы менеджмента качества. – 2001. – №10.– С.12-18.

10. Компания Авиабит [Электронный ресурс] // URL: <http://www.aviabit.ru/> (дата обращения 30.04.13).

11. Статистические данные [Электронный ресурс] //ИС «Аэропорт»/ООО «Авиабит». – 2012.

12. Кропивенцева, С.А. Определение качества выполнения операции «Заправка воздушных судов топливом» [Текст] / С.А. Кропивенцева // Тр. Всерос. молодёж. науч. конф. с междунар. участием «X Королёвские чтения». – Самара, 2009. – С.189.

MODEL OF ECONOMIC COOPERATION BETWEEN AN AIR CARRIER AND AIRPORT STRUCTURES

© 2013 B. A. Titov, S. A. Kropiventseva

Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov
(National Research University)

The paper deals with the factors affecting the economic performance of an air carrier, airport and airport structures. The target functions of the carrier and the service company are defined. A model of economic cooperation between the air carrier and airport structures is proposed.

Airline, airport, service company, integration model, penalties, carrier's losses, quality of service.

Информация об авторах

Титов Борис Александрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой организации и управления перевозками на транспорте, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: profitov@mail.ru. Область научных интересов: разработка методологических основ моделирования и оптимизации мульти-модальных транспортных процессов.

Кропивенцева Светлана Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры организации и управления перевозками на транспорте, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: kropivenceva@gmail.com. Область научных интересов: моделирование экономического взаимодействия авиаперевозчика и аэропортовых структур.

Titov Boris Alexandrovich, doctor of technical science, professor, head of the department of traffic organization and management in transport, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: profitiv

toy@mail.ru. Area of research: development of methodological principles of modeling and optimization of multimodal transport processes.

Kropiventseva Svetlana Anatolyevna, candidate of economics, assistant professor, the department of traffic organization and management in transport, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: kropivenceva@gmail.com. Area of research: modeling economic cooperation of an airline and airport structures.