

УДК 629.7: 656.7
ББК 39.51

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ АВИАТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В МАЛОНАСЕЛЕННЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Горшкова И. В.¹

(Московский физико-технический институт, Москва)

Клочков В. В.²

*(Учреждение Российской академии наук
Институт проблем управления РАН, Москва)*

Работа посвящена специфическим проблемам развития авиатранспортной сети в регионах с низкой плотностью населения. Исследовано влияние низкой плотности населения на длительность и стоимость поездки на воздушном транспорте. Предложен комплекс организационных, технологических решений и мер государственной поддержки, нацеленных на повышение доступности авиатранспорта для населения малонаселенных регионов.

Ключевые слова: аэродромная сеть, плотность населения, подвозящий транспорт, доступность воздушного транспорта, субсидирование авиаперевозок.

1. Введение

Как известно, большая часть территории России характеризуется низкой плотностью населения. За Уралом, в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, занимающих 66% территории страны, проживает лишь 18% населения [8]. При этом не только в указанных регионах, но даже в Европейской части России развитие сети автомобильных и железных дорог

¹ Ирина Владимировна Горшкова, студент (map1000@progtech.ru).

² Владислав Валерьевич Клочков, доктор экономических наук (Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, vlad_klochkov@mail.ru).

существенно слабее, чем в развитых странах мира. По данным Минтранса РФ, более 30% населенных пунктов, в которых проживает 8% населения России, не имеют круглогодичной связи с дорожной сетью страны [6]. Традиционно принято считать, что характерные для значительной части территории России большие расстояния и слабо развитая наземная инфраструктура способствуют развитию воздушного транспорта. Однако, как показывает практика и как будет обосновано в данной работе, эти экономико-географические особенности сказываются на доступности авиаперевозок как раз отрицательно, и чрезвычайно сильно. Успешное развитие авиатранспорта в условиях низкой плотности населения и слабо развитой наземной инфраструктуры требует особых решений – экономических, технических, организационных.

Описанная проблема актуальна не только для транспортной отрасли и органов власти, регулирующих региональное развитие. Как показано в работе [4], российская авиапромышленность остро нуждается в новых рыночных нишах, позволяющих достичь массового выпуска наукоемкой продукции, не вступая в непродуктивную и рискованную конкуренцию с лидерами мирового гражданского авиастроения. В то же время инновационное развитие отрасли должно решать насущные социально-экономические проблемы страны. То есть вполне возможно, что будет целесообразным создание специфической «авиации для России», точнее, для Сибири, Крайнего Севера и Дальнего Востока.

В данной работе не ставится задачи разработать методы детальной оптимизации транспортных систем конкретных регионов, методы рационального формирования маршрутных сетей и т.п. Этим проблемам посвящены работы известных отечественных и зарубежных ученых, см., например, [1]. Здесь предлагается система упрощенных экономико-математических моделей, позволяющих делать приближенные оценки по порядку величины. Предполагается получить ответы на следующие вопросы:

1. Насколько сильно малая плотность населения влияет на стоимость и длительность поездок на воздушном транспорте?

Какую роль играют та или иная схема расселения, организация местных перевозок, и т.п.?

2. Какие типы воздушных судов наиболее эффективны в малонаселенных регионах России и мира? Какие требования следует предъявлять к перспективной «авиатехнике для России»?

3. Целесообразна ли государственная поддержка развития авиатранспорта в малонаселенных регионах? В какой форме ее предпочтительнее оказывать и какой объем расходов потребуются для достижения поставленных целей?

4. Какова эффективность внедрения новых видов транспортных средств в местном сообщении? Каков потенциальный спрос на эти транспортные средства?

2. Упрощенные модели влияния плотности аэродромной сети на стоимость и эффективность авиаперевозок

Как уже отмечалось ранее, значительная часть территории России и некоторых других стран характеризуется низкой плотностью населения. В этих условиях может быть нецелесообразным развитие наземного транспорта, требующего дорогостоящей наземной инфраструктуры. В таких регионах воздушный транспорт нередко становится безальтернативным. Однако и развитие традиционного воздушного транспорта в малонаселенных регионах может быть затруднено, поскольку для эксплуатации магистральных воздушных судов (далее ВС) требуется сооружение дорогостоящих аэропортов высокого класса [2]. Какова оптимальная густота аэродромной сети, как она зависит от географических и социально-экономических факторов? Для ответа на эти вопросы построим следующие упрощенные экономико-математические модели, см. [3]:

1) модель среднего времени поездки до аэропорта отправления и из аэропорта прибытия до пункта назначения на так называемом *подвозящем транспорте* [1] и среднего времени ожидания рейса;

2) модель затрат на услуги подвозящего транспорта и на аэродромную инфраструктуру в расчете на один полет ВС или на одного пассажира.

При малой плотности населения эти величины могут составлять существенную долю общей стоимости и длительности поездки, которые, в свою очередь, являются основными факторами, определяющими спрос на авиаперевозки, их социально-экономическую эффективность.

Модели строятся, исходя из следующих предпосылок. Предположим, что на рассматриваемой территории население размещено равномерно. Обозначим плотность населения ρ человек на квадратный километр. Пусть аэродромы также размещены равномерно в узлах прямоугольной сети со стороной ячейки, равной r километров, см. рис. 1.

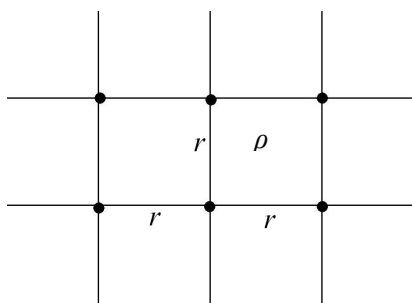


Рис. 1. Упрощенная модель структуры авиатранспортной сети и системы расселения

Предположим, что коэффициент подвижности населения известен и составляет в среднем γ полетов на одного человека в год. Пусть m – пассажироместимость ВС (для простоты выкладок предположим, что кресла заполняются на 100%). Тогда с каждого аэродрома совершается

$$(1) \quad \lambda = \frac{r^2 \rho \gamma}{m}$$

рейсов ВС в год, и среднее время ожидания рейса $T_{\text{ож}}$ равно

$$(2) \quad T_{\text{ож}} = \frac{1}{2} T_{\text{мп}} = \frac{365 \cdot 24}{2\lambda} = \frac{365 \cdot 24m}{2r^2 \rho \gamma},$$

где m – вместимость одного ВС; $T_{\text{мп}}$ – межрейсовый интервал.

При этом характерное время поездок пассажира от места жительства до аэропорта на подвозящем транспорте будет определяться следующей формулой:

$$(3) \quad T_{\text{п}} = \frac{r}{\bar{v}_{\text{п}}},$$

где $\bar{v}_{\text{п}}$ – средняя скорость подвозящего транспорта.

Общая длительность поездки T определяется суммой характерных времен, а именно, временем поездок пассажира от места жительства до аэропорта и обратно на подвозящем транспорте $T_{\text{п}}$, средним временем ожидания рейса $T_{\text{ож}}$, продолжительностью начально-конечных операций в аэропорту $T_{\text{НК}}$, постоянной составляющей продолжительности полета $T_{\text{пост}}$ и продолжительностью крейсерского полета $T_{\text{кр}}$. Таким образом

$$(4) \quad T = T_{\text{п}} + T_{\text{ож}} + T_{\text{НК}} + T_{\text{пост}} + T_{\text{кр}},$$

$$(5) \quad T_{\text{кр}} = \frac{L}{v_{\text{кр}}},$$

где L – средняя дальность полета; $v_{\text{кр}}$ – крейсерская скорость полета, $T_{\text{НК}}$ и $T_{\text{пост}}$ – постоянные величины.

Далее построим модель затрат на услуги подвозящего транспорта и на аэродромную инфраструктуру. Суммарные затраты на содержание аэродромной сети в расчете на одного пассажира определяются следующим образом:

$$(6) \quad C_{\text{аэроп}\Sigma} = \frac{R}{m\lambda} = \frac{1+\pi}{m\lambda} \cdot TC = \frac{1+\pi}{m\lambda} (FC + \lambda \cdot C_{\text{в-п}}) = \\ = \underbrace{\frac{1+\pi}{r^2 \rho \gamma} \cdot FC}_{C_{\text{аэроп}}} + \frac{1+\pi}{m} \cdot C_{\text{в-п}},$$

где R – годовая выручка аэропорта; π – норма прибыли; TC – годовые издержки аэропорта; FC – постоянная составляющая издержек, $C_{\text{в-п}}$ – затраты на взлет и посадку одного ВС. По-

скольку тарифы на услуги аэропортов обычно регулируются государством, здесь принята модель ценообразования «затраты плюс».

В свою очередь затраты пассажира на услуги подвозящего транспорта равны

$$(7) \quad C_{\text{п}} = r \cdot k,$$

где k – средний тариф на подвозящем транспорте, ден. ед. за километр.

Общая стоимость поездки включает в себя затраты на услуги подвозящего транспорта $C_{\text{п}}$, затраты на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР), амортизацию ВС и т.п., сборы за взлет и посадку, затраты на авиатопливо, прочие постоянные затраты на рейс $C_{\text{пост}}$ и затраты на содержание аэропортов в расчете на одного пассажира. Таким образом, прямые денежные затраты пассажира равны

$$(8) \quad P = C_{\text{п}} + \frac{1}{m} (C_{\text{пост}} + C_{\text{ТОиР}} + C_{\text{топ}} + (1 + \pi) \cdot C_{\text{в-п}}) + C_{\text{аэроп}},$$

$$(9) \quad C_{\text{ТОиР}} = \bar{c}_{\text{ТОиР}} (T_{\text{кр}} + T_{\text{пост}}),$$

$$(10) \quad C_{\text{топ}} = \bar{c}_{\text{топ}} (g \cdot T_{\text{кр}} + g_{\text{пост}}),$$

где $\bar{c}_{\text{ТОиР}}$ – затраты на ТОиР, амортизацию и т.п., ден. ед. за лётный час; $\bar{c}_{\text{топ}}$ – цена авиатоплива, ден. ед. за тонну; g – средний расход топлива в крейсерском полете, тонн за лётный час; $g_{\text{пост}}$ – постоянные, т.е. слабо зависящие от дальности поездки, затраты топлива на рейс (на взлет, набор высоты, снижение и посадку), в тоннах на рейс.

Задача принятия решения о поездке всегда является многокритериальной. Помимо прямых денежных затрат, потенциальный пассажир учитывает еще целый ряд факторов – прежде всего, время в пути. В экономике транспорта нередко прибегают к свертке времени и стоимости поездки в один обобщающий показатель с помощью так называемой *стоимости времени пассажира* [5], отражающей упущенную выгоду последнего от пребывания в пути. Если стоимость времени пассажира обозначена z , упущенная выгода за время поездки составит $z \cdot T$ денежных единиц. В то же время сумма прямых денежных затрат

120

составит P денежных единиц. Таким образом, суммарные затраты и потери пассажира, связанные с данной поездкой, выражаются следующей формулой:

$$(11) C_{\Sigma} = P + z \cdot T = \tilde{P} + C_{\Pi} + C_{\text{аэроп}} + z(\tilde{T} + T_{\text{ож}} + T_{\Pi}) = \\ = \tilde{C} + r \cdot k + \frac{1 + \pi}{r^2 \rho \gamma} \cdot FC + z \left(\frac{365 \cdot 24m}{2r^2 \rho \gamma} + \frac{r}{\bar{v}_{\Pi}} \right),$$

$$(12) \tilde{C} = \tilde{P} + z \cdot \tilde{T} + \frac{1 + \pi}{m} \cdot C_{\text{в-п}},$$

где составляющая \tilde{C} не зависит от переменной r , т.е. от плотности аэродромной сети.

Разумеется, в сфере моделирования стоимости и эффективности перевозок известны более корректные подходы, чем используемая здесь концепция стоимости времени пассажира – см., например, [5]. Однако простейшие модели, предлагаемые здесь, по нашему мнению, достаточно адекватно отражают качественную суть проблемы.

Минимизируя суммарные затраты и потери пассажира по переменной r , получаем, что оптимальное расстояние между аэродромами r^* зависит от плотности населения и его подвижности следующим образом:

$$(13) r^* \sim (\rho \gamma)^{-1/3}.$$

Следовательно, после оптимизации плотности аэродромной сети сами суммарные затраты и потери пассажира зависят от этих параметров следующим образом:

$$(14) C^* \sim (\rho \gamma)^{-1/3}.$$

При помощи построенных моделей были проведены расчеты длительности поездки и денежных затрат пассажира при полете на среднемагистральном самолете Ту-204 с учетом изменения показателя плотности населения и коэффициента авиационной подвижности в широком диапазоне значений. Исходные данные представлены в таблице 1, а результаты приведены на рис. 2, 3 в графическом виде. На графиках приведены именно те составляющие длительности и стоимости авиаперевозок, которые непосредственно зависят от параметров авиатранспортной сети.

Таблица 1. Исходные данные для расчета длительности и стоимости поездки

Тип летательного аппарата	Ту-204
Пассажировместимость	180
Максимальная дальность полета, км	6500
Крейсерская скорость полета, км/ч	830
Средний расход топлива в крейсерском полете, т/л.ч.	2,7
Постоянные затраты топлива на рейс, т	3
Постоянная составляющая продолжительности полета, ч.	0,8
Продолжительность начально-конечных операций, ч.	2
Затраты на ТОиР, амортизацию и т.п., руб./л.ч.	27000
Постоянные затраты на рейс, руб.	15000
Сборы за взлет и посадку, руб.	3000
Постоянные затраты на 1 аэропорт, млн. руб./г	1000
Средняя дальность полета, км	3000
Цена авиатоплива, руб./г	30000
Средний тариф на подвозящем транспорте, руб./км	10
Средняя скорость подвозящего транспорта, км/ч	50
Стоимость часа времени пассажира, руб./ч	300
Плотность населения, чел./кв. км.	10
Подвижность населения, полетов/г	0,25

Приближенные численные оценки показывают, что очень низкая плотность населения существенно увеличивает общую стоимость и длительность поездки. Согласно полученным зависимостям, составляющие затрат и потерь пассажира, связанные с авиатранспортной инфраструктурой, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке будут примерно в 20 раз выше, чем в центральном регионе России, а оптимальное расстояние между аэродромами – в 20 раз больше. При том что приросты денежных и временных затрат сильно меняются при изменении произведения подвижности и плотности населения, см. рис. 1, 2, они слабо зависят от изменения других – весьма неопределенных – параметров модели (таких как стоимость времени пассажира и др.). Это повышает достоверность качественных выво-

дов и численных оценок, сделанных в условиях неопределенности ряда исходных данных, приведенных в таблице 1.

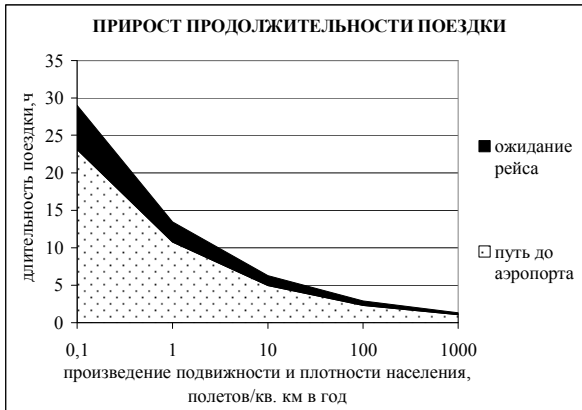


Рис. 2. Зависимость прироста длительности поездки от коэффициента подвижности и плотности населения



Рис. 3. Зависимость прироста суммарных денежных затрат пассажира от коэффициента подвижности и плотности населения

В предлагаемых моделях предполагалось равномерное распределение населения по территории региона. На практике такой принцип расселения приближенно соответствует разве

что хуторскому хозяйству, характерному для некоторых регионов мира – например, для Прибалтики, Скандинавии, ряда штатов США и Канады. Причем для этих регионов, в отличие от рассматриваемых в данной работе, как раз характерны хорошее развитие дорожной сети и сравнительно высокий уровень доходов населения. В большинстве малонаселенных регионов российского Севера и Дальнего Востока, а также в аналогичных регионах за рубежом, в силу объективных причин (необходимость устойчивого и экономичного жизнеобеспечения в экстремальных климатических условиях, занятость на крупных предприятиях добывающих отраслей, и т.п.) наблюдается иной принцип расселения. Население проживает компактно в поселках, насчитывающих несколько сотен или тысяч жителей. Остаются ли в силе качественные выводы, получаемые из вышеприведенных моделей, с учетом реальной картины расселения? Точечное, а не дисперсное расположение населения практически не оказывает влияния на результаты моделирования, если оптимальное расстояние между магистральными аэропортами, определяемое с помощью этих моделей, существенно превышает среднее расстояние между поселками. В реальности во многих регионах с низкими значениями средней плотности населения населенные пункты тяготеют к региональным центрам, рекам, побережьям и т.п., образуя сравнительно компактные кластеры, в которых расположены в том числе и магистральные аэропорты. При этом большая часть территории региона остается практически безлюдной. Поэтому полученные оценки можно считать пессимистическими.

3. Совместная оптимизация аэродромной сети и параметров воздушных судов для малонаселенных регионов

Для того чтобы снизить длительность и стоимость поездки и повысить доступность авиаперевозок, в условиях низкой плотности населения могут быть целесообразными следующие организационно-технические решения:

- использование на регулярных местных воздушных линиях

летательных аппаратов (ЛА) различных типов, в том числе малой пассажировместимости, возможно – относительно тихоходных (например, с турбовинтовыми двигателями), но обладающих улучшенными *взлетно-посадочными характеристиками* (ВПХ) и потому менее требовательными к качеству аэродромной инфраструктуры;

- развитие персонального авиатранспорта на основе ЛА с улучшенными ВПХ или безаэродромного базирования.

При этом, наряду с полученными выше зависимостями, необходимо учитывать следующие факторы:

- улучшение ВПХ может быть сопряжено с ухудшением характеристик ЛА в крейсерском полете: часового расхода топлива, крейсерской скорости и др.;

- по топливной экономичности (в расчете на одного пассажира) ВС малой пассажировместимости, и, тем более, персональные ЛА могут существенно уступать магистральным самолетам средней пассажировместимости.

Обоснованный выбор можно сделать, поставив задачу совместной оптимизации параметров ЛА (ВПХ, пассажировместимости, дальности, крейсерской скорости) и аэродромной сети в малонаселенных местностях.

Помимо сравнения различных типов магистральных и региональных ВС, с помощью предлагаемого методического аппарата можно прогнозировать эффективность внедрения альтернативных видов подвозящего транспорта (и вообще, транспорта местного сообщения). Так как оптимальные расстояния между магистральными аэропортами в малонаселенных регионах довольно велики и требуются значительные затраты денежных средств и времени на их преодоление, характеристики подвозящего транспорта оказывают решающее влияние на эффективность транспортной системы региона в целом.

Во многих рассматриваемых регионах, несмотря на сложность и дороговизну строительства наземной дорожной инфраструктуры, существуют обширные возможности организации движения по акваториям различных водоемов – рек, озер, прибрежным участкам морей и т.п. В этих условиях значителен потенциал развития водного транспорта, в том числе и в мест-

ном сообщении. Существенно повысить скорость местных перевозок при обеспечении сравнительно низких затрат можно, как ожидается, при внедрении таких видов летательных аппаратов¹, как *экранопланы* и *экранолеты* (последние способны также совершать полет на большей высоте, без влияния экрана, что обеспечивает возможность их круглогодичного применения, а также использования вне акваторий водоемов). В их разработке и производстве отечественная промышленность имела существенные конкурентные преимущества. Фактически, нашей стране принадлежит приоритет в создании большинства классов этих аппаратов, в том числе наиболее крупных реально летавших экранопланов в мире – КМ («корабль-макет»). Проект КМ был разработан нижегородским СКБ по СПК под руководством Р.А. Алексеева и имел взлетную массу свыше 550 т, что сравнимо с взлетной массой наиболее тяжелого самолета в мире – Ан-225 «Мрія», созданного существенно позже. Причем показатели массы и грузоподъемности, достигнутые в проекте КМ, не являются максимально достижимыми для данного вида изделий даже при нынешнем уровне развития технологий. На ряде направлений экранопланы могут использоваться и в качестве магистрального вида транспорта, однако здесь рассматривается лишь их применение на местных маршрутах, причем, лишь в качестве подвозящего транспорта. С технико-экономической точки зрения, внедрение экранопланов позволит, как ожидается, снизить себестоимость перевозок по сравнению с традиционными самолетами для *местных воздушных линий* (МВЛ) в несколько раз. При этом, в отличие от автомобильного транспорта, экранопланам практически не требуется дорогостоящая наземная инфраструктура, и, соответственно, уровень постоянных затрат будет невелик.

¹ *Строго говоря, до сих пор нет единого мнения по вопросу отнесения экранопланов к летательным аппаратам или к судам. Эта неопределенность создает, в том числе, и практические трудности – в сфере регистрации таких транспортных средств, их сертификации, лицензирования эксплуатации и т.п. Однако в данной работе экранопланы и экранолеты однозначно рассматриваются как перспективная ниша рынка продукции гражданского авиастроения.*

Предлагаемый в данной работе инструментарий можно использовать для прогнозирования эффективности использования экранопланов и потенциального спроса на них. В качестве критерия экономической эффективности внедрения экранопланов вместо традиционных видов подвозящего транспорта предлагается принять разность суммарных затрат пассажира на поездку при использовании традиционных видов подвозящего транспорта и при использовании экранопланов. Важно подчеркнуть, что эти суммарные затраты рассматриваются после оптимизации расстояния между магистральными аэропортами, а возможность повышения скорости перевозок на подвозящем транспорте при сравнительно небольших затратах изменит (см. формулу (11)) оптимальное значение в сторону увеличения, при сохранении приемлемой длительности поездки на подвозящем транспорте. При этом увеличивается площадь территории, обслуживаемой одним магистральным аэропортом, и, как следствие, сокращаются постоянные затраты на содержание аэропортовой сети, приходящиеся на одного жителя, сокращаются средние интервалы между рейсами магистральных ВС. Был рассмотрен следующий пример, основанный на приведенных в таблице данных для расчета длительности поездки и денежных затрат пассажира при полете на среднемагистральном самолете Ту-204. Только, в отличие от упомянутого примера, в качестве подвозящего транспорта рассматриваются экранопланы модели «Иволга» ЭК-12, обеспечивающие среднюю скорость 180 км/ч и стоимость пассажира-километра на уровне 2 руб. (рассчитано на основе данных производителя [7]). Такие показатели многократно лучше показателей дорожного транспорта, соответственно и результаты при прочих равных условиях в несколько раз лучше. Численные оценки показывают, что при использовании в качестве подвозящего транспорта экраноплана с такими характеристиками прирост длительности поездки, обусловленный малой плотностью аэродромной сети, сокращается приблизительно в 2 раза, а прирост денежных затрат – в 3 раза.

4. Анализ целесообразности и потребного объема государственной поддержки развития авиатранспортной сети в малонаселенных регионах

Полученные в п. 2 оценки дополнительных затрат времени и средств, связанных с малой плотностью населения, относятся к свободному, нерегулируемому рынку авиаперевозок. На таком рынке услуги воздушного транспорта неизбежно оказываются для жителей регионов с малой плотностью и подвижностью населения дорогими и малоэффективными по причине большой суммарной длительности и стоимости поездки. Это подтверждается фактически имеющей место деградацией авиатранспортных систем в малонаселенных регионах России, разрушением системы местных воздушных линий при переходе к рыночной экономике.

Многие субъекты Российской Федерации практически полностью лишились как сети местных авиалиний, так и аэродромов местных воздушных линий. С 1992 года резко сократилось количество аэродромов на территории России (с 1302 до 330). Без участия местных властей и бюджетов в процессе управления местными социальными авиаперевозками и аэродромной сетью местных воздушных линий не представляется возможным их развитие и даже поддержание в рабочем состоянии [6].

Таким образом, необходимо активное управление развитием транспортной сети в таких регионах, государственное вмешательство – прежде всего, в форме субсидирования воздушного транспорта. Разумеется, оказанию государственной помощи должна предшествовать оптимизация технико-экономических параметров авиатранспортной системы, исключение заведомо нерациональных решений. Прежде всего, как показано выше, в регионах с низкими значениями плотности и подвижности населения неэффективно использование ВС большой пассажироместимости. В дальнейших расчетах, в отличие от данных таблицы 1, предполагается использование ВС пассажироместимостью 50 мест, причем не на МВЛ, а на региональных и среднемагистральных маршрутах.

С помощью предложенных моделей проведен сравнительный анализ двух форм государственной поддержки:

- субсидирования строительства и содержания аэродромной сети;
- непосредственного субсидирования полетов жителей в малонаселенных регионах.

В первом случае субсидирования прямые затраты пассажира уменьшаются за счет сокращения постоянных затрат на содержание аэропорта:

$$(14) \quad C_{\text{аэроп}}^{\text{дот}} = C_{\text{аэроп}} \cdot (1 - 100 \cdot q),$$

где q – процент расходов на строительство и содержание аэродромной сети, финансируемый за счет государственных дотаций.

Во втором же случае, при субсидировании полета, повышается показатель подвижности населения:

$$(15) \quad \gamma^{\text{дот}} = \frac{\gamma}{1 - 100 \cdot p},$$

где p – процент расходов пассажира на полет, финансируемый за счет государственных дотаций.

Теперь для каждого варианта субсидирования можно построить зависимость приростов денежных и временных затрат пассажира от уровня дотаций. Субсидирование строительства и содержания аэродромов способствует повышению плотности аэродромной сети, но охват территории и населения одним аэропортом при этом сокращается, что при неизменной подвижности населения приводит к увеличению межрейсовых интервалов и времени ожидания поездки, см. рис. 4.



Рис. 4. Зависимость длительности поездки от величины дотаций на содержание аэродромной сети

Непосредственное субсидирование авиаперевозок свободно от этого недостатка, см. рис. 5.

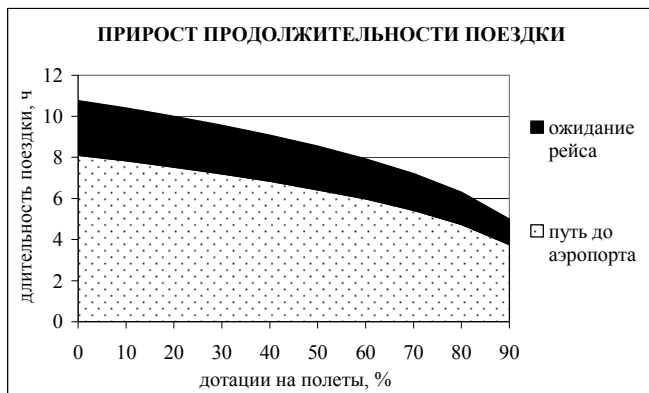


Рис. 5. Зависимость длительности поездки от величины дотаций на полеты

Также можно оценить потребные затраты бюджетных средств на доведение показателей качества транспортного обслуживания (прежде всего, суммарного времени в пути) до уровня, сравнимого с показателями, достижимыми в густонасе-

ленных регионах. Для этого необходимо рассчитать зависимость требуемого уровня дотаций от плотности населения, см. рис. 6. Агрегирование полученных оценок по регионам России позволяет приблизительно оценить объем государственных дотаций, необходимый для обеспечения социально приемлемых качества и доступности авиаперевозок в отдаленных и малонаселенных регионах страны.

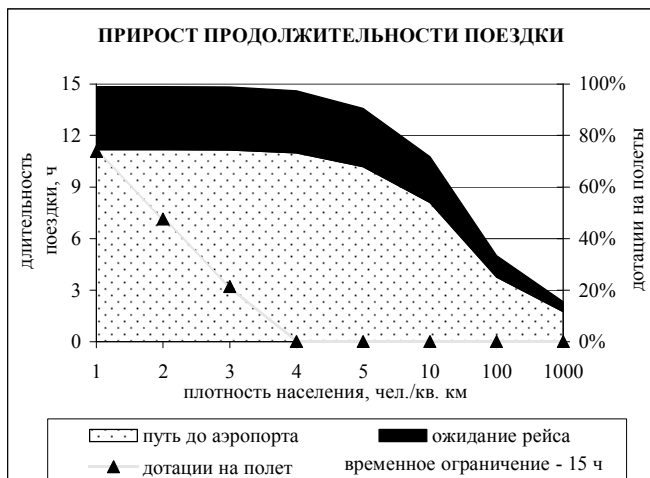


Рис. 6. Структура длительности поездки и зависимость величины дотаций на полеты от показателя плотности населения при временном ограничении

Следует подчеркнуть, что в предлагаемых упрощенных моделях такие важнейшие параметры, как плотность и подвижность населения, считаются экзогенными, хотя в реальности они тесно связаны с обсуждаемыми здесь показателями эффективности и доступности транспортных услуг. По мере улучшения этих показателей, вероятнее всего, можно ожидать повышения подвижности населения даже при нынешнем уровне доходов и хозяйственной активности. В более долгосрочной перспективе можно ожидать следующих позитивных изменений:

1) Обеспеченность современными транспортными услугами, как важная составляющая качества жизни, может способствовать притоку населения в малонаселенные ныне регионы (при условии их пригодности для проживания по другим критериям – климатическим, экологическим, экономическим и др.). Такое развитие событий весьма желательно с точки зрения устранения дисбалансов социально-экономического развития регионов России, обеспечения ее территориальной целостности и национальной безопасности.

2) Улучшение транспортного обслуживания позитивно скажется на экономической активности населения, уровне его доходов, а также приведет к дальнейшему повышению подвижности.

Прогнозирование долгосрочных перспектив развития транспортных систем малонаселенных в настоящее время регионов с учетом указанных эффектов требует дальнейшего развития моделей и подходов, представленных в данной работе.

5. Заключение

На основании анализа предложенной системы экономико-математических моделей можно сделать следующие выводы.

1. В регионах с низкой плотностью населения оптимальная плотность аэродромной сети также является низкой. В результате возрастают до неприемлемо высокого уровня время и стоимость проезда на подвозящем транспорте до и от аэропорта, время ожидания рейса и затраты на содержание аэродромной инфраструктуры, приходящиеся на одного жителя.

2. Для малонаселенных регионов России целесообразно разрабатывать специализированные воздушные суда малой вместимости с улучшенными взлетно-посадочными характеристиками.

3. Использование в малонаселенных регионах новых видов подвозящего транспорта, в том числе экранопланов, по предварительным расчетам позволяет существенно повысить эффективность авиатранспортной системы в целом.

4. В регионах с крайне низкой плотностью населения необ-

ходима государственная поддержка развития воздушного транспорта. Наиболее эффективно непосредственное субсидирование полетов, а не выделение дотаций на содержание аэродромной сети.

Литература

1. АКСЕНОВ И.Я. *Единая транспортная система*. – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.
2. АШФОРД Н., РАЙТ П.Х. *Проектирование аэропортов*. – М.: Транспорт, 1988.
3. ГОРШКОВА И.В., КЛОЧКОВ В.В. *Упрощенные модели влияния географических и социально-экономических факторов на доступность воздушного транспорта* // Труды 51-ой научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук». – 2008. – Т. 6. – С. 116–119.
4. КЛОЧКОВ В.В. *Управление инновационным развитием гражданского авиастроения*. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 280 с.
5. ПОЗАМАНТИР Э.И. *Модели спроса на перевозки* // Экономико-математический энциклопедический словарь. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 2003. – С. 506–508.
6. *Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010–2015 гг.)»* – Режим доступа: <http://www.mintrans.ru/> (дата обращения: 12.03.2010).
7. *Экраноплан «Иволга» ЭК-12*. – URL: <http://ipfg.ru/produkciya> (дата обращения 20.03.2010).
8. *Энциклопедия «Лучшие люди России»*. – 2001–2005. – URL: http://www.llr.ru/razdel4.php?id_r3=67&id_r4=2221&simb=%C4 (дата обращения 11.01.2010).

ECONOMIC PROBLEMS OF AIR TRANSPORTATION NETWORK DEVELOPMENT IN UNDER-POPULATED RUSSIAN REGIONS

Irina Gorshkova, Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, student (map1000@progtech.ru).

Vladislav Klochkov, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Doctor of Science (Moscow, Profsoyuznaya st., 65, vlad_klochkov@mail.ru).

Abstract: The paper is devoted to specific problems of air transportation network development in regions with low density of population. The influence of low population density on the duration and the cost of air transportation is studied. A complex of organizational, technological decisions and government support decisions aimed at raise of air transportation affordability for under-populated regions' population is suggested.

Keywords: airfield network, density of population, local transfer transport, air transport affordability, air transportation subsidizing.

Статья представлена к публикации членом редакционной коллегии Р. М. Нижегородцевым