

В диссертационный совет Д 212.125.12
при Московском авиационном
институте (национальном
исследовательском университете)

Отзыв

на автореферат диссертации Цейтлиной Татьяны Олеговны на тему «Метод долгосрочного прогнозирования развития сети внутрироссийских магистральных авиалиний на основе технологий нечеткого моделирования и нейросетевого программирования», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)

На протяжении 1990-2000-х гг. российская авиатранспортная система претерпевает кардинальные изменения – меняются поколения воздушных судов и организация их эксплуатации, меняются экономические условия работы авиакомпаний и аэропортов, формы собственности, объемы и источники финансирования. Под действием этих факторов неизбежно меняется топология маршрутной сети и пассажиропотоки на отдельных авиалиниях. В то же время, как показывает практика дерегулирования авиаперевозок в США, и в относительно стабильных условиях маршрутные сети в рыночной экономике весьма изменчивы. Прогнозирование их топологии необходимо как для оперативного планирования деятельности авиакомпаний и аэропортов, так и для долгосрочного стратегического планирования развития авиационной промышленности, поскольку от состава и структуры авиалиний зависит предпочтительная структура парка воздушных судов и типаж перспективной авиационной техники.

При этом с методологической точки зрения прогнозирование развития маршрутных сетей на воздушном транспорте остается слабо проработанным. Часто используются подходы, разработанные в экономической географии и транспортной науке для других видов транспорта, без учета специфики воздушного транспорта, состоящей, например, в относительной дешевизне и легкости открытия и закрытия маршрутов, по сравнению со строительством дорог на наземном транспорте. Попытки применения традиционных методов построения математических моделей заставляют ограничиваться небольшим числом влияющих факторов. В итоге не удается с приемлемой точностью прогнозировать реальную динамику развития маршрутной сети.

Это определило актуальность предпринятой в диссертации Т.О. Цейтлиной разработки принципиально нового математического и программного инструментария прогнозирования развития маршрутной сети. Новый аппарат прогнозирования должен учитывать динамичность, изменчивость состава авиалиний и режимов их функционирования, а также должен позволять учитывать большое количество влияющих факторов, избегая «проклятия размерности».

В соответствии с поставленными целью и задачами получены следующие новые научные результаты:

1) Обосновано с помощью количественных критериев, что российская сеть магистральных внутренних авиалиний, с точки зрения классификации графов, относится к безмасштабным графам, в которых выделяется небольшое число крупнейших узлов, имеющих большое количество связей, а далее число связей убывает по степенному закону с показателем 2-3. Доказано выполнение для российской маршрутной сети основных свойств таких графов, в т.ч. самоподобия их структуры, иерархичности узлов, малого

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № _____
"25" *Мая* 2015 г.

диаметра сети, формирования связей по принципам предпочтительного присоединения и ассортативности (интуитивно представляется, что фактические принципы принятия решений об открытии авиалиний в России весьма близки к данным). На основе такой классификации российской маршрутной сети (отличной от традиционных модельных предпосылок) делаются содержательные выводы об устойчивости авиатранспортной системы.

2) **Построены модели динамики развития и функционирования авиалиний, позволяющие классифицировать их на сезонные и круглогодичные, а также по стадиям жизненного цикла.** Последний результат является пионерским, и принципиально важен для прогнозирования динамики развития маршрутной сети. Особенно важно, что провести такую классификацию можно на основе доступной статистической информации по строгим количественным критериям, предложенным автором. В то же время, показано, что само по себе понятие «существование авиалинии [между двумя аэропортами в сети]» является нечетким, что обосновывает необходимость применения аппарата нечеткой математики.

3) **Разработан нейросетевой метод нечеткого логического вывода для определения условий существования авиалинии на основе набора влияющих факторов (социально-экономических, географических и др.).** Следует подчеркнуть, что сам по себе набор этих факторов оригинален и обоснован автором. Подготовлены массивы исходных данных (при этом и формирование состава входных переменных представляло собой нетривиальную задачу), проведено обучение нейронной сети и ее тестирование. Дана содержательная интерпретация правил нечеткого вывода, в соответствии с авторской классификацией авиалиний.

4) Таким образом, фактически, построена нейросетевая нечеткая модель прогнозирования существования авиалиний на внутрироссийской магистральной маршрутной сети. Оценены ее точностные характеристики. Проведена серия прогнозных расчетов на основе известных долгосрочных прогнозов социально-экономического развития России, и сделаны качественные выводы о перспективах развития внутрироссийской сети магистральных авиалиний.

Следовательно, цель диссертационного исследования достигнута. На высоком методологическом уровне решена актуальная научная задача разработки нейросетевых методов нечеткого логического вывода для прогнозирования развития системы авиалиний с учетом нечеткого характера существования авиалинии и значительного количества влияющих факторов. Полученные результаты соответствуют выбранным пунктам паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника).

Практическая ценность полученных результатов определяется возможностью применения разработанных методов и полученных с их помощью рекомендаций при обосновании государственной политики в отношении воздушного транспорта и авиационной промышленности, а также на предприятиях этих отраслей – для разработки стратегий развития авиакомпаний и для обоснования типажа перспективных воздушных судов и объемов их выпуска.

В рамках диссертационного исследования Т.О. Цейтлина демонстрирует владение современным и разнообразным математическим аппаратом и программным инструментарием, в т.ч. методами нечеткой логики, теории графов, нейросетевого программирования (в т.ч. в задачах нечеткого логического вывода), а также компетентность в технологических и экономических аспектах развития авиатранспортных систем.

Основные результаты исследований отражены в достаточном количестве публикаций, в т.ч. в 4 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ и в 1 статье, опубликованной в зарубежном рецензируемом издании, докладывались на многих (в т.ч. международных) научных конференциях, симпозиумах и семинарах. Работы Т.О. Цейтлиной известны научному сообществу, позволяют проследить эволюцию ее научных взглядов, свидетельствуют о ее самостоятельности, об исключительном личном вкладе в получение результатов, выносимых на защиту.

В то же время, можно отметить ряд недостатков.

1) Остается неясным, обладают ли маршрутные сети внутренних магистральных авиалиний в других крупных странах или союзах (США, ЕС) тем же свойством безмасштабности. Фактически, от этого зависит важный вопрос: обусловлены ли выявленные в России принципы формирования авиалиний (предпочтительного присоединения и ассортативности) спецификой страны, или они универсальны?

2) В состав факторов, влияющих на существование авиалинии, входит ВРП (валовый региональный продукт), приведенный к прожиточному минимуму. Однако неясно, рассматривается ли совокупный ВРП региона или удельный, душевой (что представляется более естественным, поскольку абсолютный показатель – численность населения региона – уже включен в число факторов)?

3) В авторской классификации авиалиний – например, круглогодичных – выделяются «развивающиеся» и «угасающие» авиалинии. Однако даже из полного текста диссертации неясно, как их различить, если на кривой распределения авиалиний по длине навигационного периода (рис. 1.19) им соответствует один и тот же участок. Вероятно, для этого следует не ограничиваться одним годом наблюдений.

Тем не менее, эти замечания не снижают общую высокую оценку данной работы, и, скорее, являются рекомендациями по ее развитию.

Таким образом, судя по автореферату, диссертационная работа на тему «Метод долгосрочного прогнозирования развития сети внутрироссийских магистральных авиалиний на основе технологий нечеткого моделирования и нейросетевого программирования» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук согласно п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842). Ее автор, Цейтлина Татьяна Олеговна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника).

Ведущий научный сотрудник лаборатории № 67
ФГБУН Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН,
д.э.н., к.т.н.

Клочков Владислав Валерьевич

117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65,
ФГБУН Институт проблем управления им. Трапезникова РАН
Тел.: +74953349309, E-mail: vlad_klochkov@mail.ru



Цейтлина Т.О.