

Моделирование тенденций развития спроса на пассажирские перевозки в дальнем сообщении с учетом особенностей его формирования по регионам Российской Федерации

Е. А. МАКАРОВА, К. В. СУРЖИН, С. Б. ЕЛИЗАРОВ, С. С. МОРОЗОВ

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), Москва, 129626, Россия

Аннотация. Прогноз транспортной подвижности населения является важнейшим ориентиром в развитии пассажирского комплекса ОАО «РЖД». В статье рассмотрены результаты научно-исследовательской работы по разработке моделей прогнозирования пассажиропотоков и выбор с помощью контрольных расчетов оптимальной модели, имеющей наименьшую ошибку прогноза. Представлены этапы процесса моделирования с помощью экстраполяции трендов и многофакторного анализа. Проведена оценка точности прогнозирования и сделаны выводы о работоспособности предложенных моделей.

Ключевые слова: пассажирские перевозки; прогноз пассажиропотоков; моделирование спроса; влияющие факторы

Введение. Прогноз тенденций развития спроса на услуги пассажирского железнодорожного транспорта является исключительно важным ориентиром развития для пассажирского комплекса ОАО «РЖД» [1, 2]. Разработке теоретических подходов к системе прогнозирования пассажиропотоков посвящены труды многих ученых-транспортников. Однако практическое внедрение работ носило локальный и непродолжительный по времени характер в силу следующих объективных причин: отсутствовала возможность регулярного сбора информации о пассажирских перевозках, были трудности в организации ведения мониторинга данных о макроэкономических факторах, вычислительные ресурсы не позволяли решать задачу высокой сложности в сетевом масштабе [3]. Достигнутые кардинальные изменения в информационно-аналитическом обеспечении пассажирского комплекса позволили на базе «Научного центра «Экспресс» АО «ВНИИЖТ» провести крупные аналитические исследования пассажиропотоков и разработать новые научные подходы к системе моделирования спроса.

Целью исследования является разработка методических подходов к определению перспективных

объемов пассажирских транспортных потоков по регионам Российской Федерации в условиях влияния конкурентного транспортного рынка.

Назначение аналитики — информационная поддержка принятия решений в области планирования перевозок, обоснования размеров движения поездов, определения рабочего парка вагонов и потребностей инфраструктуры для освоения спроса в сегменте дальнего сообщения.

Реализация поставленной цели включает:

- проведение обследования имеющихся статистических данных об объемах пассажиропотоков и определение степени полноты информационного обеспечения для моделирования;
- обобщение первичной информации и проведение сравнительного анализа показателей освоения спроса по видам пассажирского транспорта;
- создание информационного ресурса об объемах перевозок пассажиров для построения прогноза и выполнения контрольных расчетов на основе выбранной модели;
- построение модели транспортной подвижности населения с учетом конкурентных видов транспорта;
- оценку точности моделирования и обоснование области применения моделей;
- проведение контрольных расчетов по субъектам Российской Федерации.

В рамках данной работы рассматриваются следующие сегменты транспортного рынка: регионы Российской Федерации и крупные направления сети.

Регион или субъект — территориально-административная единица верхнего уровня в Российской Федерации (республика, край, область, города федерального значения, автономная область, автономный округ).

Крупное направление — железнодорожная магистраль, соединяющая города-миллионники и крупные территориально-административные центры.

Перевозку пассажиров в указанных сегментах осуществляют:

- железнодорожный транспорт (поезда дальнего следования и скоростного сообщения);
- авиационный транспорт (воздушные суда на внутренних линиях);
- автомобильный транспорт (автобусы общего пользования междугородного сообщения).

Разработка информационной базы прогноза. Важной составляющей в процессе построения модели прогноза является получение первичной информации об объемах перевозок пассажиров по видам транспорта.

По железнодорожному транспорту источником получения информации является аналитическая база данных автоматизированной системы управления пассажирскими перевозками «Экспресс-3» (далее — АБД АСУ «Экспресс-3»). АБД АСУ «Экспресс-3» позволяет отслеживать динамику, структуру, цикличность пассажиропотоков [4]. Расчет корреспонденций осуществляется по всей совокупности поездов дальнего следования. В аналитических формах обеспечена функция агрегирования данных о перевозках пассажиров между крупными городами и регионами РФ.

Для построения модели из АБД АСУ «Экспресс-3» получены:

- суммарные объемы отправленных пассажиров в дальнем сообщении (включая скоростное) по месяцам между двумя городами;
- объемы перевозок пассажиров в поездах скоростного сообщения;
- объемы отправленных пассажиров в дальнем сообщении (без учета скоростных поездов).

Для получения характеристик транспортной подвижности между регионами Российской Федерации из АБД АСУ «Экспресс-3» получена аналитика о пассажирских перевозках дальнего следования между субъектами РФ. Под перевозкой между субъектами (регионами) понимается совокупность пассажиров, отправившихся с любой из станций одного субъекта на любую из станций другого субъекта. Указанный пассажиропоток складывается из всех корреспонденций, станции отправления которых находятся на территории одного субъекта, а станции назначения — на территории другого.

Для проведения контрольных расчетов, подтверждающих правильность разработанного математического аппарата прогнозирования по поездам дальнего и скоростного сообщения, также используется следующая информация:

- количество прямых рейсов между двумя заданными городами;
- количество транзитных рейсов между заданной парой городов;

- минимальное и максимальное время хода поезда по маршруту в часах по расписанию.

По авиационному транспорту информация представлена в статистических материалах Транспортной клиринговой палаты (далее — ТКП). ТКП утверждена авиакомпаниями России и стран СНГ с целью обеспечения расчетов по выручке между агентствами и авиаперевозчиками в условиях рыночной экономики. Одной из задач ТКП является обработка данных по рынку продажи авиаперевозчиков и сбор статистики по гражданской авиации России. Для выполнения контрольных расчетов в рамках настоящей работы по прогнозу транспортной подвижности на коммерческих условиях приобретены массивы данных об авиаперевозках по ряду регионов РФ.

По автомобильному транспорту данные о перевозке пассажиров в междугородных автобусах получены из открытых источников и официальных статистических сборников Росстата (Федеральная служба статистики Российской Федерации). По специально разработанному в рамках настоящего исследования алгоритму информация адаптирована для проведения сравнительного анализа по видам транспорта.

Для построения моделей прогноза и выполнения сравнительного анализа показателей пассажиропотоков по видам транспорта данные подготовлены с учетом следующих требований:

- сбор информации осуществляется за сопоставимые периоды времени;
- маршруты авиационного и автобусного транспорта рассматриваются в «привязке» к железнодорожным направлениям.

По каждому конкурентному рассматриваемому сегменту транспортного рынка рассчитываются показатели «объем транспортного рынка» и «доля транспортного рынка».

Объем (емкость) транспортного рынка ($A_{\text{всего}}$) — фактический объем пассажиропотока на направлении в течение определенного периода времени:

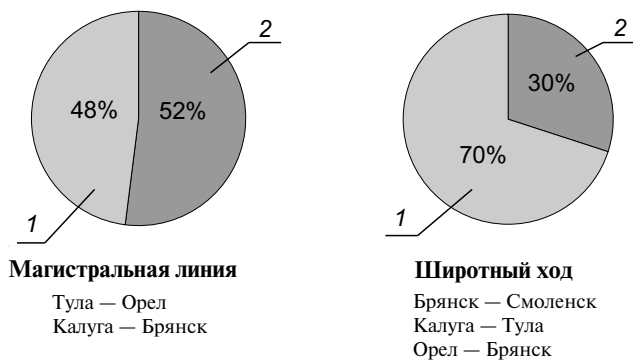
$$A_{\text{всего}} = A_{\text{жд}} + A_{\text{авт}} + A_{\text{авиа}}, \text{ пасс.},$$

где $A_{\text{жд}}$, $A_{\text{авт}}$, $A_{\text{авиа}}$ — соответственно объемы перевозок пассажиров на железнодорожном (поезда дальнего следования), автомобильном (междугородные автобусы) и авиационном (внутреннее сообщение) видах транспорта, пасс.

Показатель «доля транспортного рынка» характеризует положение перевозчика на транспортном рынке (направлении) относительно конкурентов. Количественный показатель доли рынка определяется соотношением показателей объема перевозок конкретного перевозчика (i) к общему объему перевозок пассажиров на рынке (направлении):

$$K_i = (A_i / A_{\text{всего}}) 100 \%$$

В качестве примера на рисунке представлены долевые соотношения объемов перевозок по видам транспорта по ряду областей РФ.



Доли освоения объемов пассажирских перевозок по видам транспорта на межрегиональных маршрутах малой дальности (100–300 км): 1 — автобусное сообщение; 2 — железнодорожный транспорт
Shares of the development in passenger traffic by mode of transport in the inter-regional short distance routes (100–300 km): 1 — bus transport; 2 — railway transport

Построение моделей транспортной подвижности.

Важнейшим условием точности прогноза является выработка правильной модели и выбор наиболее значимых факторов, определяющих закономерности изменения пассажиропотоков [5]. Прогнозирующая система должна по мере обновления исходной информации и актуализации данных обеспечивать правильное распознавание новых тенденций в развитии пассажирского железнодорожного транспорта и с минимальной ошибкой определять показатели транспортной подвижности по регионам РФ.

При разработке моделей прогноза принята следующая терминология:

Прогноз — научно-обоснованная вероятностная оценка возможных значений пассажирских транспортных потоков в будущем с заданной степенью достоверности.

Прогнозная модель — математическая модель, исследование которой позволяет получить информацию о возможном значении пассажиропотоков в будущем.

Ошибка прогноза — апостериорная величина отклонения прогноза от фактического значения пассажиропотока.

Верификация прогноза — оценка достоверности, точности или обоснованности выбранной модели прогноза и получаемых на основе ее применения результатов расчета [6].

Настоящая работа включает разработку моделей и выбор на основе контрольных расчетов оптималь-

ной модели, имеющей наименьшую относительную ошибку прогноза. Реализованы следующие научно-методические подходы:

Модель 1. Для выявления основных тенденций изменения пассажиропотоков разработаны и адаптированы к региональным условиям пассажирского комплекса трендовые модели спроса. Определены области их применения и выполнены контрольные расчеты.

Модель 2. Разработан механизм построения прогноза с помощью метода многофакторного анализа на базе официально представленных в сборниках Росстата социально-экономических и демографических показателей развития регионов РФ. Степень участия конкурентного транспортного рынка в освоении спроса определена по каждому виду пассажирского транспорта с помощью показателей «доля рынка» и «емкость рынка».

Каждая из моделей имеет свои преимущества (недостатки) и области практического использования (см. таблицу).

Сравнительные характеристики моделей прогноза
Comparative characteristics of the forecast models

Сравнительные характеристики	Трендовые модели спроса	Многофакторные модели спроса
Преимущества	<ul style="list-style-type: none"> • Не требуется информации о внешних факторах. • Обеспечивают возможность получения прогноза по месяцам года. • Все расчеты основаны на стандартном математическом аппарате 	<ul style="list-style-type: none"> • Обеспечивают учет влияния комплекса факторов на спрос. • Математический аппарат адаптируется к региональным особенностям спроса. • Обеспечивают возможность определения влияния отдельных факторов на величину прогноза
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> • Не учитывают влияния макроэкономических показателей. • Могут применяться при условии отсутствия периодов «скачкообразного» (резкого) изменения пассажиропотоков 	<ul style="list-style-type: none"> • Большая трудоемкость сбора первичной информации. • Исходные данные должны удовлетворять принципу «однородности». • Требуют проведения сложных математических расчетов. • Прогнозные значения пассажиропотоков могут быть получены по годам (без детализации за месяц)

Разработка моделей прогнозирования региональных пассажиропотоков обеспечивает получение следующих выходных характеристик:

1) Прогноз объемов отправок пассажиров по всей совокупности станций, открытых для посадки-

высадки пассажиров и находящихся на территории одного субъекта РФ.

2) Прогноз объемов перевозок пассажиров между регионами РФ.

Построение моделей осуществляется на базе следующих принципов:

- обеспечение особенностей формирования спроса, присущих региону, включая периоды роста и спада пассажиропотоков;

- определение долевого участия автобусных и авиационных сообщений в освоении совокупного спроса;

- обязательное отслеживание всей совокупности факторов, влияющих на транспортную подвижность;

- создание универсального математического аппарата для расчета прогнозных величин пассажиропотоков и получение адекватных результатов при адаптации моделей к условиям региона;

- в дальнейшем возможность автоматизации процесса моделирования спроса для обеспечения специалистов пассажирского комплекса информацией для принятия решений и сокращения трудоемкости расчетной работы.

Процесс моделирования включает определение этапности работ, разработку требований к первичной информации, выбор вида функциональной зависимости между факторами и величиной транспортной подвижности, порядок расчета выходных характеристик, оценку точности полученного результата. Рассмотрим методические подходы к прогнозированию с помощью построения трендовых моделей спроса.

Первый этап — формирование первичной информации об объемах перевозок и отправок пассажиров на региональном уровне. Данные за несколько лет должны быть представлены в виде динамических рядов. Для того чтобы идентифицировать наличие тренда, во временном ряде применены математически формализованные тесты: метод средних, фазочастотный критерий знаков первой разности, метод серий. Для проведения расчетов обеспечена трансформация данных. В работе использован комплекс методов, направленных на оптимизацию форматов данных с точки зрения решаемой задачи моделирования величины прогноза пассажиропотоков и выбора наилучшей модели для практического использования в пассажирском комплексе. Трансформация не имеет цели изменения информационного содержания данных. Ее задача — представить огромные массивы данных о пассажиропотоках по субъектам РФ в таком виде, чтобы обеспечить эффективное и удобное использование первичной информации [7, 8].

Второй этап — построение графической зависимости объемов отправок пассажиров от фактора времени и определение тенденций изменения величины пассажиропотока за ряд лет. Графическое пред-

ставление дает возможность получить неформальную оценку изучаемого процесса и обосновать выбор типа функциональной зависимости. График обеспечивает визуальное представление показателей динамики пассажиропотоков, включая рост и падение спроса, стабильное состояние и другие.

Третий этап — выбор формы трендовой модели и расчет коэффициентов уравнения. Выбор обусловлен характером динамического ряда, т.е. вектором и скоростью развития показателей реализованного спроса на транспортные услуги.

В качестве функции тренда рассмотрены следующие функции:

- линейная $y = ax + b$;
- параболическая $y = ax^2 + bx + c$;
- степенная $y = x^n$;
- экспоненциальная, показательная функция $y = e^x, y = a^x$;
- логарифмическая линейная $y = \log_a x$;
- логарифмическая парабола $y = ab^x c^{x^2}$;
- гиперболическая $y = \frac{a}{x}, a > 0$.

Выбор для заданного региона математической функции тренда, наилучшим образом описывающей объема изменения спроса от фактора времени, определяется путем минимизации суммы квадратов отклонений между фактически зафиксированной и полученной расчетным путем величиной спроса на основе моделирования.

Аналитические контрольные расчеты, выполненные по регионам РФ, подтверждают, что функция тренда объемов развития спроса может быть описана или сведена к линейной математической модели вида:

$$y = ax + b.$$

Разработка прогнозной модели объема отправок пассажиров с помощью методов многофакторного анализа состоит в нахождении математических зависимостей, отражающих статистическую связь пассажиропотоков y с группой влияющих факторов $(x_1, x_2, x_3 \dots x_m)$, т. е.

$$y = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_m).$$

Построение прогнозной многофакторной модели выполнено в следующей последовательности:

Блок 1 — сбор и группировка первичной статистической информации, ее обработка и проверка на полноту. Из большого числа макроэкономических факторов в официальной статистической отчетности Росстата представлены для открытого доступа показатели [9]:

- экономические (среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, среднедушевые де-

нежные доходы, среднегодовая численность занятых в экономике, средний размер назначенных пенсий, валовой региональный продукт всего и на душу населения);

- демографические (среднегодовая численность населения, численность городского и сельского населения, численность пенсионеров);

- социальные (численность безработных, численность экономически активного населения, численность иностранных граждан, имевших действующее разрешение на работу, число собственных легковых автомобилей).

Блок 2 — для каждого субъекта РФ осуществляется обработка статистической информации о пассажиропотоках в соответствии с методами корреляционного анализа. Расчет коэффициента корреляции дает возможность оценить степень взаимосвязи между факторами и результативным показателем (объем перевозок):

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}},$$

где m — число точек фиксации значений пассажиропотока во временном ряду (длина динамического ряда); y_i — значения результативного показателя (объемы перевозок пассажиров); x_i — значения влияющего фактора; \bar{x}, \bar{y} — выборочные средние величины.

В модель прогноза включаются факторы, имеющие взаимосвязь с коэффициентом корреляции от 0,75 до 1.

Блок 3 — расчет коэффициентов множественной корреляции и построение многофакторной модели. Для каждого региона РФ проведено изучение тесноты связей между прогнозной величиной пассажиропотока (y) и определяющими ее факторами ($x_1, x_2, x_3 \dots x_n$), между самими факторами, осуществлен выбор факторов для включения в модель, определена наиболее целесообразная форма функциональных связей, расчет параметров аналитической прогнозной модели.

Оценка результатов прогноза. Оценка качества прогноза транспортной подвижности населения по регионам РФ — это подтверждение правильности разработанного математического подхода, обеспечивающего расчет перспективного пассажиропотока с глубиной 2–3 года. Полученная расчетным путем погрешность (относительная ошибка) не должна превышать допустимой границы. В теории современного прогнозирования объемов спроса на транспортные услуги принято, что величина относительной ошибки должна находиться в границах 0–8%. Процесс верификации сводится к расчету и сопоставлению результатов моделирования с фактическими данными в

рамках контрольной выборки на заданных железнодорожных направлениях.

В данной работе применена наиболее эффективная методика проверки адекватности математической модели — непосредственное многократное проведение расчетов с помощью модели на контрольной выборке данных при различных состояниях транспортного рынка (спад перевозок, рост пассажиропотоков, равномерное течение объемов реализации). Проверка сформулированного подхода носит эмпирический характер, состоит в многократном воспроизведении условий эксперимента (расчета прогнозных величин пассажиропотока) и сопоставлении с фактическими данными (реальными пассажиропотоками). Только многократное получение устойчивых, т.е. близких результатов в серии расчетов являлось окончательным обоснованием надежности модели прогноза транспортной подвижности населения по регионам РФ.

В современных условиях наиболее применяются два подхода к оценкам качества прогноза: MAE и MAPE. Пусть ошибка прогноза есть разность:

$$e(t) = y_t - y_{t\text{пр}},$$

где y_t — фактическое значение временного ряда (объемы перевозок в период времени t ; $y_{t\text{пр}}$ — прогнозное значение пассажиропотока, полученное в результате моделирования за временной интервал t .

Тогда формулы MAE и MAPE могут быть представлены в следующем виде:

а) средняя абсолютная ошибка прогноза:

$$\text{MAE} = \left(\sum_{t=1}^n |y_t - y_{t\text{пр}}| \right) / n,$$

б) средняя абсолютная ошибка прогноза в процентах:

$$\text{MAPE} = 100 \left(\sum_{t=1}^n (|y_t - y_{t\text{пр}}|) / y_t \right) / n, \%$$

В рамках настоящей работы осуществлен «сплошной» расчет по всем регионам РФ, обеспечивший получение показателей MAPE по модели на основе экстраполяции трендов и многофакторной модели. На основе полученных результатов сделаны выводы, что уровень качества прогноза с помощью трендовых моделей характеризуется показателем MAPE в интервале 4–6%, при многофакторном моделировании 3–7%.

Заключение. На основе современных информационно-аналитических ресурсов базы данных по пассажирским перевозкам построены модели транспортной подвижности населения по регионам РФ. Процесс моделирования выполнен на основе реальных данных о пассажиропотоках в дальнейшем сообщении на инфраструктуре ОАО «РЖД» и оценке до-

левого участия авиационного и автобусного видов транспорта в освоении совокупного спроса по субъектам РФ. Разработанные модели позволяли провести расчеты и получить данные о перспективном спросе с глубиной 2–3 года. Относительная ошибка прогноза составила не более 7%, что соответствует предъявляемым требованиям к качеству математического моделирования для указанного горизонта прогноза.

Алгоритм разработки математических зависимостей, отражающих функциональную связь региональных пассажиропотоков с группой факторов (экономических, демографических, социальных, конкурентного влияния) базируется на основе статистической информации Росстата и других открытых источниках. Сравнительный анализ трудоемкости построения прогноза с применением методов экстраполяции трендов и методов многофакторного анализа показал, что для построения многофакторной модели требуется большой объем «ручного» сбора первичной информации. Совокупное число макроэкономических параметров, влияющих на транспортную подвижность населения, объединяет 16 факторов. В статистике Росстата они представлены по годам в рамках каждого региона РФ. Значительно меньшая трудоемкость сбора информации требуется при построении трендовых моделей. При этом, как показали контрольные расчеты по 75 субъектам РФ, уровень качества модели прогноза не уступает многофакторному моделированию. Следовательно, при прогнозировании транспортной подвижности населения с глубиной перспективы 2–3 года данный способ может быть рекомендован специалистам пассажирского комплекса для проведения расчетов на основе представленного методического подхода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулов М. П. Пассажирский комплекс // Железнодорожный транспорт. 2016. № 2. С. 29–31.

2. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/94460/> (дата обращения: 25.10.2016 г.).

3. Транспортная политика России: ситуационный анализ, исторический опыт, проблемные вопросы / под ред. В. А. Персианова. М.: Альфа-Принт, 2009. 464 с.

4. Макарова Е. А., Елизаров С. Б., Муктепавел С. В. Автоматизированная система прогнозирования пассажирских транспортных потоков на базе АСУ «Экспресс» // Вестник ВНИИЖТ. 2011. № 4. С. 21–27.

5. Моделирование систем / под ред. В. А. Райхлина // Труды Республиканского научного семинара «Методы моделирования». Вып. 5. Казань: Наука, 2013. 241 с.

6. Хачумов М. В. Расстояния, метрики и кластерный анализ // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 1. С. 81–89.

7. Сборник методов поиска новых идей и решений управления качеством / сост. В. В. Ефимов. Ульяновск: УлГТУ, 2011. 194 с.

8. Чернышов С. Л. Моделирование экономических систем и прогнозирование их развития. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. 232 с.

9. Суржин К. В., Муктепавел С. В. Оценка влияния фактора численности населения на объем пассажирских перевозок // Вестник ВНИИЖТ. 2015. № 4. С. 59–64.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

МАКАРОВА Елена Алексеевна,
д-р экон. наук, заместитель заведующего лабораторией
«Научного центра «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

СУРЖИН Константин Вадимович,
канд. техн. наук, старший научный сотрудник
«Научного центра «Экспресс», АО «ВНИИЖТ»

ЕЛИЗАРОВ Сергей Борисович,
главный технолог «Научного центра «Экспресс»,
АО «ВНИИЖТ»

МОРОЗОВ Сергей Сергеевич,
ведущий инженер «Научного центра «Экспресс»,
АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 11.11.2016 г., принята к публикации 27.01.2017 г.

Modeling of trends in the development of demand for long-distance passenger transport, taking into account the peculiarities of its formation in the Russian Federation regions

E. A. MAKAROVA, K. V. SURZHIN, S. B. ELIZAROV, S. S. MOROZOV

Joint Stock Company "Railway Research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 129626, Russia

Abstract. Forecast of transport mobility of population is an important landmark in the development of passenger transport of JSC "Russian Railways". Business processes of transport planning, justification the traffic volume and train composition schemes, the definition of the operating fleet of cars and infrastructure needs are based on the data on projected traffic volume and the dynamics of their changes. The article describes the results of research work on modeling and forecasting passenger flow and the choice with

reference calculation an optimal model having the smallest prediction error. Taking into account that the public demand for transport services depends on many conditions, a list of factors was justified and the most affecting ones were selected. The stages of the modeling process by extrapolating trends and multivariate analysis are presented, reflecting the connection of passenger flows with the economic, demographic and regional characteristics. The accuracy of prediction was made together with conclusions about the per-

formance of the proposed models. The correctness of the developed mathematical apparatus for the forecast of passenger flows is confirmed by supervisory calculations. They are based on actual data on passenger railway transport and assessment of share participation of aviation and road transport in the development of demand.

Keywords: passenger transport; passenger flows forecast; demand modeling; affecting factors

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2017-76-1-38-44>

REFERENCES

1. Akulov M.P. *Passazhirskiy kompleks* [Passenger complex]. *Zheleznodorozhnyi transport* [Railway transport], 2016, no. 2, pp. 29–31.
2. *Transport Strategy of the Russian Federation for the period till 2030*. Approved by the Federal Government on November 22, 2008, no. 1734-r (in Russ.). Available at URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/94460/> (retrieved on 25.10.2016).
3. Persianov V.A. *Transportnaya politika Rossii: situatsionnyy analiz, istoricheskiy opyt, problemnye voprosy* [Transport Policy in Russia: situation analysis, historical experience, problematic issues]. Moscow, Alfa-Print Publ., 2009, 464 p.
4. Makarova E. A., Elizarov S. B., Muktepavel S. V. *Avtomatizirovannaya sistema prognozirovaniya passazhirskikh transportnykh potokov na baze ASU «Ekspress»* [Automated system for forecasting of passenger traffic flows based on the ACS "Express"]. *Vestnik VNIIZhT* [Vestnik of the Railway Research Institute], 2011, no. 4, pp. 21–27.
5. Raykhlin V.A. *Modelirovanie sistemy* [System modeling]. Tr. Respublikanskogo nauchnogo seminar «Metody modelirovaniya». [Proc. of the Republican scientific seminar "Methods of modeling."]. Kazan, Nauka Publ., 2013, Vyp. 5, 241 p.

■ E-mail: makarova.elena@vniizht.ru (E. A. Makarova)

6. Khachumov M.V. *Rasstoyaniya, metriki i klasternyy analiz* [Distances, metrics and cluster analysis]. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy* [Artificial intelligence and decision-making], 2012, no. 1, pp. 81–89.

7. Efimov V.V. *Sbornik metodov poiska novykh idey i resheniy upravleniya kachestvom* [Collection of methods to search for new ideas and quality management solutions]. Ulyanovsk, UIGTU Publ., 2011, 194 p.

8. Chernyshov S.L. *Modelirovanie ekonomicheskikh sistem i prognozirovanie ikh razvitiya* [Modeling of economic systems and forecasting of its development]. Moscow, MGU n.a. Bauman Publ., 2003, 232 p.

9. Surzhin K.V., Muktepavel S.V. *Otsenka vliyaniya faktora chislennosti naseleniya na ob'em passazhirskikh perevozok* [Assessing the impact of population factors on passenger traffic]. *Vestnik VNIIZhT* [Vestnik of the Railway Research Institute], 2015, no. 4, pp. 59–64.

ABOUT THE AUTHORS

Elena A. MAKAROVA,
Dr. Sci. (Econ.), Deputy Head of Laboratory,
Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Konstantin V. SURZHIN,
Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher,
Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Sergey B. ELIZAROV,
Chief process engineer, Research Center "Express",
JSC "VNIIZhT"

Sergey S. MOROZOV,
Leading Engineer, Research Center "Express", JSC "VNIIZhT"

Received 11.11.2016

Accepted 27.01.2017

ВЫШЛИ В СВЕТ ТРУДЫ ВНИИЖТ

Антюхин Г.Г., Поварков И.Л. Совершенствование учета расхода моторного масла тепловозами. М.: ООО «АНАЛИТИКА РОДИС», 2016. 101 с.

Обоснованы направления совершенствования учета расхода моторного масла тепловозами и разработаны методические подходы к его реализации. Также приведены результаты проверки новых методов учета расхода данного ресурса.

Комиссаров А.В. АСУ «Экспресс» — Автоматизированная система управления пассажирскими перевозками на железнодорожном транспорте. М.: ООО «АНАЛИТИКА РОДИС», 2016. 126 с.

В книге рассмотрены бизнес-процессы пассажирских перевозок с использованием автоматизированной системы управления пассажирскими перевозками «Экспресс-3». Читателю предоставляется возможность ознакомиться с этапами развития информационных технологий пассажирского комплекса ОАО «РЖД» на базе АСУ «Экспресс-3».

Книга предназначена для научных и инженерно-технических работников железнодорожной отрасли, занимающихся вопросами расходования горюче-смазочных материалов тягового подвижного состава, а также может быть полезна преподавателям и студентам транспортных вузов.

Издание предназначено для руководителей и инженерно-технического состава пассажирского комплекса; специалистов, связанных с разработкой и внедрением информационных технологий на российских железных дорогах; научных работников, преподавателей и студентов транспортных вузов.

По вопросам приобретения книг ученых АО «ВНИИЖТ» обращаться по адресу: 129626, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10, редакционно-издательский отдел.

Тел.: (499) 260-43-20, e-mail: rio@vniizht.ru, www.vniizht.ru.