

УДК 338.24

Моделирование взаимовлияния развития транспорта и социально-экономического развития Забайкальского края

Л.Ю. Криклевская

Читинский институт Байкальского государственного университета, ул. Анохина 56, Чита, Россия
lara.kriklevskaya@mail.ru

Статья поступила 3.04.2018, принята 17.05.2018

В статье представлены результаты исследования о взаимовлиянии между развитием транспорта и уровнем социально-экономического развития региона. Формирование соответствующей модели планируется осуществить с использованием многоступенчатого анализа на основе совокупности экономико-математических и статистических методов, с тем, чтобы получить многовариантный прогноз социально-экономического развития Забайкальского края и, соответственно, одной из ведущих отраслей региональной экономики – транспорта. В данной работе представлены результаты исследования с использованием корреляционного анализа. Определение количественной размерности социально-экономического развития региона осуществляется на основе построения модели множественной регрессии, учитывающей региональную вариацию уровня социально-экономического развития региона в соответствии со Стратегией социально-экономического развития Забайкальского края на период до 2030 года. В дальнейшем, с использованием других методов исследования, факторная модель будет уточняться, что позволит сформировать работающий инструмент стратегического планирования регионального развития.

Ключевые слова: региональное развитие; социально-экономическое развитие региона; транспорт; факторная модель; математическая модель; мультипликативный эффект; межфакторное взаимодействие; стохастические методы; корреляционный анализ; регрессионный анализ; экспертные оценки; Стратегия социально-экономического развития Забайкальского края на период до 2030 года; государственная программа «Развитие транспортной системы Забайкальского края».

The factor model of mutual influence of transport and social and economic development of the Transbaikal region

L.U. Kriklevskaya

Chita Institute of Baikal State University, Chita. Russian Federation
lara.kriklevskaya@mail.ru

Received 3.04.2018, accepted 23.0.2018

The article presents some results of the research which identify the interrelation between transport and the level of social and economic development of the region. The model formation is based on economic-mathematical and statistical methods, which can be used multivariate forecast of the social and economic development of the Transbaikal region, as one of the leading branches of the regional economy – the transport. Some results of this research include correlational analysis. A quantitative assessment of the socio-economic development of the region is based on the formation a multiple regression model that takes into account the regional variation in the level of social and economic development of the region in accordance to the Strategy of the social and economic development of the Transbaikal region until 2030. By other methods this model would later be used as a working tool for strategic planning of regional development.

Keywords: the regional development; social and economic development of the region; the factor model; the mathematical model; the multiplier effect; the inter-factorial cooperation; the stochastic methods; the correlational analysis; the regression analysis; the expert assessments; «The strategy of social and economic development of the Transbaikal region»; the state program «The development of the transport system of the Transbaikal region for the period of 2014-2010».

В каких сочетаниях, как правило, употребляется термин «развитие»? Социальное, экономическое, социально-экономическое, т. е. с точки зрения его содержания. При этом, говоря о развитии, целесообразно рассматривать его относительно определенного объекта (страна, регион, отрасль, вид экономической деятельности, хозяйствующий субъект, индивид и т. д.). Под развитием понимают любое прогрессивное изменение, которое может иметь как количественные, так и качественные характеристики. В настоящей статье речь пойдет о социально-экономическом развитии региона, в частности Забайкальского края.

Региональное развитие – это процесс целенаправленный, т. е. определяемый одной главной целью или системой целей, структурированных по различным признакам (временному, функциональному, отраслевому) [1]. Если вектор регионального развития в системе координат расположен в области положительных значений, это может свидетельствовать о прогрессе, иначе речь идет о процессах стагнации или рецессии. При этом степень региональных изменений может быть различна, что, в свою очередь, будет определять тенденции регионального развития.

Таким образом, региональное развитие – это многоаспектный, многомерный, многоцелевой и многоуровневый процесс, описание которого требует формирования совокупности показателей. Частные показатели позволяют описывать отдельные аспекты регионального развития в соответствии с выбранными критериями. Так, например, социальное развитие региона могут характеризовать следующие частные показатели: продолжительность жизни, уровень образования, среднедушевые доходы населения и т. д. Экономическое развитие региона описывается такими традиционными показателями, как валовой региональный продукт (ВРП), валовой региональный продукт в расчете на душу населения, инвестиции в основной капитал и другие показатели. Наряду с частными показателями целесообразно использовать интегральные показате-

тели, такие как индекс развития человеческого потенциала [2].

Для оценки динамики социального и экономического развития региона, его конкурентоспособности и прогнозирования уровня регионального развития целесообразно использовать показатели, которые оценивают темпы региональных изменений [3]. При этом важным как для исследователей, так и для субъектов, оказывающих регулирующее воздействие на экономику и социальную сферу региона, является вопрос относительно факторов, определяющих тенденции регионального развития. Особо следует подчеркнуть важность выявления факторов, обладающих мультипликативным эффектом, суть которого в научной литературе сформулирована следующим образом: увеличение того или иного компонента приводит к увеличению результирующей переменной, причем на величину большую, чем изменение самого компонента.

Базовой отраслью развития любого региона, от которой напрямую зависит эффективность функционирования социальной и экономической подсистем региона, является транспорт. Его роль в социально-экономическом развитии региона трудно переоценить. Функционирование транспортного комплекса региона не должно носить второстепенный характер, а должно являться полноценной составляющей функционирования территориально-производственного комплекса региона [1].

Транспорт обеспечивает перемещение грузов и пассажиров, обеспечивая потребности экономики и населения, и одновременно выступает потребителем, используя различные транспортные средства и топливо. Выступает поставщиком транспортных услуг, участвуя в производственном процессе предприятий и организаций других отраслей хозяйства, активно воздействуя на процесс расширенного воспроизводства. В настоящее время транспорт имеет важное политическое, культурное, социологическое и научное значение. При этом все вышеперечисленные аспекты социально-

экономического развития определяют тенденции развития всех видов транспорта [4].

При определении мультипликативного эффекта большое значение имеют методы исследования, такие как формализованные методы экстраполяции, моделирования, экспертные методы и др. При этом выбор метода обусловлен различными факторами, например, количеством анализируемых переменных. Факторные модели используются при проведении оценки потенциала отраслевых комплексов региона, оценки его инвестиционного, инновационного, экологического, рекреационного и иных видов потенциалов [5]. Авторские модели содержат целевые функции, системы ограничений, подчиняются циклическим закономерностям развития существующей социально-экономической системы [6].

Для оценки взаимовлияния показателей, характеризующих развитие транспорта в Забайкальском крае и социально-экономическое развитие региона, использован корреляционный метод, который позволяет определить степень влияния того или иного фактора и направление связи между варьирующими признаками. Использование данного метода оценки влияния факторов объясняется тем, что, во-первых, анализируются вероятностные факторы, которые исследуются как раз при помощи стохастических методов, к которым относится корреляционный анализ. Во-вторых, данный анализ позволяет выявить тесноту влияния анализируемых факторов и направление связи, что определяет степень важности фактора и механизм воздействия, направленный на его усиление или ослабление.

На основе экспертных оценок была выявлена совокупность показателей, которыми характеризуется деятельность того или иного вида транспорта. Это, в частности, объем пассажирских и грузовых перевозок. Необходимо определить факторы, влияющие на объем пассажирских перевозок, и отдельно факторы, влияющие на объем грузовых перевозок. При этом по всем определенным факторам будет рассчитана корреляция как по общим показателям, так

и по индивидуальным показателям по каждому виду транспорта.

Можно выделить следующие факторы, влияющие на объем пассажирских перевозок:

1. Численность занятых в экономике.
2. Ввод в действие жилых домов.
3. Численность населения края.
4. Численность населения с доходами ниже прожиточного минимума.
5. Среднедушевые доходы населения.
6. Средняя плотность населения.
7. Количество транспортных средств, задействованных в перевозочном процессе.
8. Количество собственных автомобилей.
9. Протяженность путей сообщения.

Выбор факторов обусловлен следующими причинами:

- численность занятых в экономике оказывает влияние на развитие пассажирских перевозок в аспекте формирования потребности в перемещении к месту работы и обратно, а также формирует платежеспособный спрос на услуги транспорта;

- ввод в действие жилых домов способствует росту городов и, соответственно, увеличению количества пассажиров;

- численность населения оказывает влияние на объем пассажирских перевозок в связи с увеличением (снижением) потенциальных потребителей. Данный показатель может быть взаимообусловлен предшествующим показателем, в связи с чем один из них может быть в дальнейшем исключен из исследуемой выборки;

- численность населения с доходами ниже прожиточного минимума способствует увеличению пассажирских перевозок, если она снижается, а, следовательно, повышается благосостояние населения;

- увеличение среднедушевых доходов способствует увеличению пассажирских перевозок на более дорогом виде транспорта. Этот показатель также может быть взаимосвязан с предшествующим в выборке показателем;

- средняя плотность населения также влияет на пассажирские перевозки, так как при слишком низкой плотности перевозки в отдельные районы могут быть не организованы в связи с их нерентабельностью;

- количество транспортных средств, задействованных в перевозочном процессе, будет влиять, так как их недостаток может способствовать уменьшению количества потенциальных пассажиров в связи с приобретением ими собственного транспорта;

- протяженность путей сообщения, в частности их увеличение, способствует формированию новых маршрутов, а следовательно, привлечению новых пассажиров.

К факторам, влияющим на объем грузовых перевозок относятся:

- ВРП;
- объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «строительство»;
- объем отгруженных товаров собственного производства, выполняемых работ и услуг по видам деятельности собственными силами;
- продукция сельского хозяйства;
- количество транспортных предприятий в крае, осуществляющих грузовые перевозки;
- количество предприятий в крае;
- количество грузовых автомобилей;
- количество собственных автомобилей.

Выбор факторов обусловлен следующими причинами:

- ВРП является основным показателем экономической деятельности региона, при этом транспорт и связь занимают наибольшую долю в ВРП, что обуславливает выбор данного показателя;

- объем выполненных работ по виду деятельности «Строительство» — это работы, выполненные организациями собственными силами по виду деятельности «Строительство» на основании договоров и (или) контрактов, заключаемых с заказчиками. В стоимость этих работ включаются работы по строительству новых объектов, капитальному и текущему ремонту, реконструкции, модернизации жилых и нежилых зданий и инженерных сооружений, следовательно, в этом показателе учитываются и транспортные затраты, и чем выше данный показатель, тем больше транспортные затраты;

- объем отгруженных товаров собственного производства, выполняемых работ и услуг по видам деятельности собственными силами (добыча полезных ископаемых и об-

рабатывающие производства) будет влиять, так как с увеличением данного показателя будет возникать необходимость в транспортных услугах и средствах, а также в наличии путей сообщения, например, от пункта добычи до пункта переработки;

- продукция сельского хозяйства представляет собой сумму данных об объеме продукции растениеводства и животноводства всех сельхозпроизводителей в стоимостной оценке по фактически действовавшим ценам. Продукция сельского хозяйства в денежном выражении будет влиять на транспорт, так как с увеличением данного показателя будет возрастать потребность в транспортировке продукции, улучшении технического оснащения сельхозпроизводителей и др.;

- количество транспортных предприятий в крае, осуществляющих грузовые перевозки — чем больше таких предприятий, тем выше конкуренция, а значит, возможно присутствие демократических цен на грузовые перевозки каким-либо видом транспорта;

- количество предприятий в крае — чем больше предприятий, тем больше потенциальный спрос на грузовые перевозки у транспортных грузовых предприятий, а значит, выше доход таких предприятий;

- количество грузовых и собственных автомобилей — чем больше задействовано таких автомобилей в перевозочном процессе, тем выше износ автомобильных дорог. Загруженность дорог возрастает в разы, и также увеличиваются налоговые поступления в бюджет края (транспортный налог).

Для каждого выявленного фактора определяем коэффициент корреляции (R), который рассчитывается по следующей формуле:

$$R_{p,k_i} = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i - k^{\wedge}) * (p_i - p^{\wedge})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (k_i - k^{\wedge})^2 * \sum_{i=1}^n (p_i - p^{\wedge})^2}}$$

$$R_{p,k_i} = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i - k^{\wedge}) * (p_i - p^{\wedge})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n [(k_i - k^{\wedge})^2] * \sum_{i=1}^n [(p_i - p^{\wedge})^2]}}$$

(1)

где k^i — фактическое значение показателя № 1; k^{\wedge} — ожидаемое (среднее) значение показателя № 1; p^i — фактическое значение показателя № 2; p^{\wedge} — ожидаемое (среднее)

значение показателя № 2; n – количество наблюдений.

Коэффициент корреляции может принимать значения от -1 до 1 . При этом если коэффициент корреляции равен 0 , то это свидетельствует об отсутствии корреляции между анализируемыми показателями, если $1(-1)$ – корреляция между показателями сильная.

Рассчитаем коэффициент корреляции для факторов первой группы (т. е. влияющих на объем пассажирских перевозок). Все исходные данные для расчета представлены в динамике за 10 лет. В качестве анализируемого периода выбран временной отрезок 2004–2014 гг., включая соответственно период некоторой стабильности социально-экономического развития региона, а также период кризиса 2008–2014 гг. Период кризиса был ознаменован рядом неблагоприятных тенденций в социально-экономическом развитии края, в частности, численность населения сократилась с $1\,109,2$ тыс. чел. в 2009 г. до $1\,090,3$ тыс. чел. в 2014 г. Почти в два раза сократились перевозки пассажиров желез-

нодорожным транспортом, составившие в 2013 г. $2,9$ млн чел. При этом объемы пассажирских перевозок автомобильным транспортом возросли более чем на 15% . Положительные тенденции отмечены в сфере грузовых перевозок. Так, объемы грузовых перевозок в 2013 г. составили на железнодорожном транспорте $11\,383$ тыс. т (109% к уровню 2009 г.), на автомобильном – $30\,166,3$ тыс. т ($351,8\%$ к уровню 2009 г.) [7]. Автор намеренно не включила в исследование период второй волны кризиса 2014–2016 гг. Результаты исследования с учетом данного периода развития региональной экономики будут представлены в следующей статье из цикла работ, посвященных оценке мультипликативного эффекта, который оказывает развитие транспорта на социально-экономическое развитие региона.

Результаты расчета коэффициента корреляции для факторов первой группы (влияние на пассажиропоток) представлены в табл. 1

Таблица 1

Значение коэффициента корреляции для факторов первой группы

Номер показателя	Значение коэффициента корреляции			
	A	A1	A2	A3
1	0,78	0,96	-0,88	-0,98
2	0,5	0,94	-0,77	-0,99
3	-0,12	0,06	0,04	0,74
4	-0,48	-0,97	0,86	0,99
5	0,8	0,98	-0,86	-0,98
6	-0,72	-0,92	0,85	0,98
7	-0,73	-0,93	0,81	0,99
8	-0,74	-0,92	0,75	0,74
9	-0,63	0,66	0,56	-

Ряд показателей имеют слабую тесноту связей или взаимосвязь между ними вообще отсутствует, например, показатели численности, средней плотности населения и показатели развития воздушного транспорта (табл. 2). Однако они оказывают сильное влияние на общий показатель развития транспорта. Тесная взаимосвязь выявлена также между показателями развития автомобильного транспорта и среднедушевыми

доходами населения, численностью населения с доходами ниже прожиточного минимума, количеством собственных автомобилей у населения, вводом в действие жилых домов и протяженностью путей сообщения.

Расчет коэффициента корреляции для факторов второй группы (т. е. влияющих на объем грузовых перевозок) осуществлен на основе исходных показателей за аналогич-

ный анализируемый период. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значение коэффициента корреляции для факторов второй группы

Номер показателя	Значение коэффициента корреляции		
	A	A1	A2
1	0,92	-0,67	0,94
2	0,59	-0,7	0,6
3.1	0,97	-0,62	0,97
3.2	0,93	-0,6	0,93
4	0,92	-0,71	0,94
5	-0,35	0,53	-0,22
6	0,83	-0,76	0,87
7	0,9	-0,71	0,92
8	0,44	0,5	0,38

Сильное воздействие на общий показатель развития транспорта оказывают показатели ВРП, объема работ по строительству, добыча полезных ископаемых, показатели развития обрабатывающих производств, сельского хозяйства, количество грузовых автомобилей (табл. 2). Однако такие показатели, как количество предприятий в крае и протяженность путей сообщения, оказывают сильное воздействие лишь на железнодорожный транспорт.

По логике, все перечисленные факторы оказывают воздействие на развитие транспорта. Рассчитанные коэффициенты корреляции подтверждают данный факт и позволяют определить, какие факторы сильнее воздействуют на определенный вид транспорта, какие оказывают слабое воздействие, а какие факторы вообще не оказывают никакого воздействия. Таким образом, для составления математической модели будут использованы следующие факторы (критерий отбора: $R \geq 0,8$):

1. Численность населения края.
2. Среднедушевые доходы населения.
3. Количество транспортных средств, действовавших в перевозочном процессе, и количество собственных транспортных средств.
4. Ввод в действие жилых домов.
5. ВРП.
6. Добыча полезных ископаемых и обрабатывающее производство.
7. Производство продукции сельского хозяйства.

8. Количество грузовых автомобилей.

Экономико-математическая модель на основе выделенных факторов позволит спрогнозировать развитие транспорта в регионе. В силу особенностей социально-экономической системы как объекта прогнозирования разрабатываемая модель должна быть максимально гибкой и легко перестраиваемой с учетом меняющихся условий, в том числе предполагающих возникновение кризисных явления.

В модели необходимо предусмотреть механизм адаптации к новым связям и закономерностям развития отдельных показателей. Исходя из этого, для ее построения будет использован метод регрессионного анализа. Построение модели на основе регрессионного анализа выбранных параметров позволит установить и формализовать связи между различными показателями в виде уравнения, оценить устойчивость и степень их взаимного влияния.

Используя результаты проведенного комплексного анализа экономики Забайкальского края, построим модель множественной регрессии, описывающей взаимосвязь динамики ряда социально-экономических показателей развития Забайкальского края и показателей, характеризующих развитие транспорта в крае, а именно объема пассажирских и грузовых перевозок всеми видами транспорта.

Использование данной модели позволит составить прогноз развития объема пассажирских и грузовых перевозок, а, следовательно, и транспорта, а также показать практическое применение модели для при-

нятия управленческих решений на государственном и муниципальном уровне.

На первом этапе разработки модели были отобраны 10 факторов, которые непосредственно оказывают влияние на развитие объема пассажирских и грузовых перевозок (по 5 факторов влияния на каждый показатель). Для отбора этих факторов использовался корреляционный анализ. В частности, для составления модели по пассажирским перевозкам предварительно были выделены следующие показатели:

- численность населения края;
- среднедушевые доходы населения;
- количество транспортных средств, задействованных в перевозочном процессе;
- ввод в действие жилых домов;
- количество собственных транспортных средств.

Методика проведения исследования базируется на использовании уравнения множественной регрессии. Построение уравнения регрессии будет осуществлено методом наименьших квадратов с исключением малозначимых факторов с использованием матрицы коэффициентов корреляции и инструментов задачи «Анализ данных» в программе Microsoft Excel.

Для исследования выбрано линейное уравнение множественной регрессии:

$$y = a + \sum_{i=1}^n b_n x_n, \quad (2)$$

где a — коэффициент Y -пересечения; b_n — коэффициент прогнозируемого показателя; x_n — прогнозный показатель.

На втором этапе составим матрицу коэффициентов корреляции для определения тесноты взаимосвязи между выделенными факторами (табл. 3).

Таблица 3

Матрица коэффициентов корреляции

Факторы	Коэффициенты корреляции				
	1	2	3	4	5
Численность населения	1	-	-	-	-
Среднедушевые доходы населения	0,938	1	-	-	-
Количество транспортных средств, задействованных в перевозочном процессе	0,944	0,991	1	-	-
Количество собственных автомобилей	0,938	0,991	0,989	1	-
Ввод в действие жилых домов	0,956	0,917	0,935	0,944	1

Данные таблицы свидетельствуют о том, что все выделенные факторы, за исключением численности населения, тесно взаимосвязаны между собой. Это показывает, что меж-факторная взаимосвязь усиливает влияние каждого из отмеченных факторов на изменение результирующей переменной, т. е. факторные переменные могут частично дублировать друг друга. Что касается численности населения, то наблюдается обратная взаимосвязь, из которой можно сделать вывод о том, что выделенные факторы не влияют на численность населения в крае (или влияют в меньшей степени, чем иные факторы, не исследованные в рамках данной работы).

На третьем этапе проведем расчет значений коэффициентов уравнения регрессии,

который осуществляется с использованием инструментов задачи «Анализ данных» в программе Microsoft Excel в три этапа, с исключением из уравнения малозначимых переменных.

Рассчитаем значения коэффициентов уравнения с учетом всех факторов (табл. 4).

Таким образом, значение R-квадрат составляет 0,74 — это означает, что объем пассажирских перевозок зависит на 74 % от выделенных факторов (табл. 4). Рассматривая значения полученных коэффициентов, можно увидеть, что наибольшее воздействие на объем пассажирских перевозок оказывает численность населения в крае, меньшее воздействие — величина среднедушевых доходов населения и количество транспортных средств, задействованных в перевозочном

процессе. Два фактора, а именно количество собственных автомобилей и ввод в действие жилых домов, получились отрицательными, что говорит об их обратной зависимости. При этом полученные значения являются

слишком низкими, а, следовательно, указывают на малую информативность переменных. В связи с этим считаем целесообразным вывести указанные переменные из уравнения регрессии как малозначимые.

Таблица 4

Расчетные значения коэффициентов уравнения

R-квадрат	Факторы	Коэффициенты
0,74	Y-пересечение	-321,023
	1. Численность населения	0,365
	2. Среднедушевые доходы населения	0,001
	3. Количество транспортных средств, задействованных в перевозочном процессе	0,004
	4. Количество собственных автомобилей	-0,095
	5. Ввод в действие жилых домов	-0,012

Переменная Y-пересечение показывает влияние других факторов на объем пассажирских перевозок, не включенных в модель. Y-пересечение в данном случае получилось отрицательным, это объясняется тем, что, во-первых, регрессионный анализ осуществляется по отношению к общему показателю объема пассажирских перевозок, в который включаются перевозки автомобильным, железнодорожным, воздушным и водным транспортом, каждый из которых имеет разную тенденцию развития. Например, в автомобильном транспорте наблюдается рост пассажирских перевозок, а в железнодорожном — снижение объема пассажирских перевозок и т. д. Во-вторых, в раз

витии выбранных факторов прослеживаются разные тенденции. В-третьих, зависимость объема пассажирских перевозок от выбранных факторов является не столь существенной, что позволяет нам говорить о наличии и других факторов, оказывающих воздействие на перевозки. Например, высокий и к тому же растущий износ основных фондов на транспорте, высокая и экономически необоснованная стоимость проезда, высокий уровень опасности и др., — все это сдерживающие факторы в развитии отдельных видов транспорта.

Рассчитаем значения коэффициентов уравнения с учетом того, что два фактора были выведены из модели (табл. 5).

Таблица 5

Расчетные значения коэффициентов уравнения

R-квадрат	Факторы	Коэффициенты
0,71	Y-пересечение	-376,602
	1. Численность населения	0,405
	2. Среднедушевые доходы населения	0,003
	3. Количество транспортных средств, задействованных в перевозочном процессе	-0,341

Из полученных расчетов видим, что один из факторов вновь получился отрицательным, что говорит о его слабом значении, следовательно, этот фактор также выводим из уравнения регрессии.

Рассчитаем значения коэффициентов уравнения с учетом всех выведенных из уравнения регрессии факторов (табл. 6).

Таблица 6

Расчетные значения коэффициентов уравнения

R-квадрат	Факторы	Коэффициенты
0,68	Y-пересечение	-320,838
	1. Численность населения	0,362
	2. Среднедушевые доходы населения	0,541

Видно, что значение R-квадрат снизилось с 0,74 до 0,68 (табл. 6), что еще раз подтверждает тот факт, что выведенные факторы имели низкую зависимость с результирующим показателем и одновременно говорит о высокой зависимости оставшихся двух факторов, а именно численности населения и размера среднедушевых доходов в крае с объемом пассажирских перевозок.

Таким образом, исходя из проведенных расчетов, подставим полученные коэффициенты в формулу (2) и получим математическую модель, на основе которой будет составлен прогноз по объему пассажирских перевозок:

$$y = -321 + 0,362x_1 + 0,541x_2. \quad (3)$$

Для составления модели по грузовым перевозкам предварительно были выделены следующие показатели:

1. ВРП.
2. Добыча полезных ископаемых.
3. Обрабатывающее производство.

4. Производство продукции сельского хозяйства.

5. Количество грузовых автомобилей.

Проведем аналогичные расчеты по грузовым перевозкам и составим математическую модель, на основе которой будет составлен прогноз по объему грузовых перевозок.

$$y = 5751,2 + 0,484x_1 + 0,515x_2 \quad (4)$$

Суть мультипликативного эффекта, описанная выше, состоит в том, что определяется влияние не только выявленных факторов на результирующий показатель, но и влияние данного показателя на выявленные факторы. Поэтому аналогичным способом составим математические модели, описывающие такое влияние. Особенность будет состоять в том, что расчет по каждому фактору будем производить в отдельности, так как в целом влияние одного показателя на все выявленные факторы при помощи данного метода определить невозможно (табл. 7).

Таблица 7

Математическая модель влияния показателей развития транспорта на выявленные факторы

Факторы	Y-пересечение	Коэффициент	Модель
Объем пассажирских перевозок			
Численность населения	821,5	3,280	$y = 821,5 + 3,280x$
Среднедушевые доходы	5,7	0,213	$y = 5,7 + 0,213x$
Объем грузовых перевозок			
Добыча полезных ископаемых	-9 130,2	1,456	$y = -9130,2 + 1,456x$
Обрабатывающее производство	-2 278,1	0,582	$y = -2278,1 + 0,582x$

Таким образом, выстроены математические модели, с помощью которых можно составить прогноз развития транспорта в зависимости от включенных в модель факторов. Необходимость составления такого прогноза обусловлена тем, что данный прогноз отсутствует как в Стратегии

социально-экономического развития Забайкальского края до 2030 года [8] (далее Стратегия), так и в государственной программе «Развитие транспортной системы Забайкальского края» [9].

В Стратегии прогнозные показатели определены на 2020, 2025 и 2030 гг. На ос-

нове разработанных моделей рассчитаем прогнозные показатели социально-экономического развития края, включенные в факторную модель, а также показатели развития транспорта.

Для расчета прогноза объема пассажирских перевозок воспользуемся прогнозными показателями Стратегии социально-экономического развития Забайкальского края до 2030 года, включенными в факторную модель (табл. 8).

Таблица 8

Прогнозные значения показателей, включенных в математическую модель

Показатели	2020 г.	2025 г.	2030 г.
Численность населения, тыс. чел.	1 101,5	1 108,7	1 100,0
Среднедушевые доходы, тыс. р.*	23,8	28,9	35,2

* Среднедушевые доходы были рассчитаны при помощи программного продукта Microsoft Excel с использованием метода экстраполяции

На основе имеющихся показателей и ранее составленной математической модели рассчитаем прогнозные значения по объему

пассажирских перевозок на три периода (табл. 9).

Таблица 9

Прогнозные значения объема пассажирских перевозок

$y = -320,8 + 0,362x_1 + 0,541x_2$			
Показатели	2020 г.	2025 г.	2030 г.
Объем пассажирских перевозок, млн чел.	91,1	96,1	96,4
Темп роста по сравнению с 2013 г., %	102,2	107,8	108,2

Таким образом, к 2030 г. объем пассажирских перевозок возрастет до 96,4 млн чел., т. е. темп роста составит 108,2 %. Для того, чтобы оценить адекватность данного про-

гноза, сопоставим полученные данные с темпами роста по факторам, включенным в модель. Для этого составим графики по темпам роста (рис. 1).

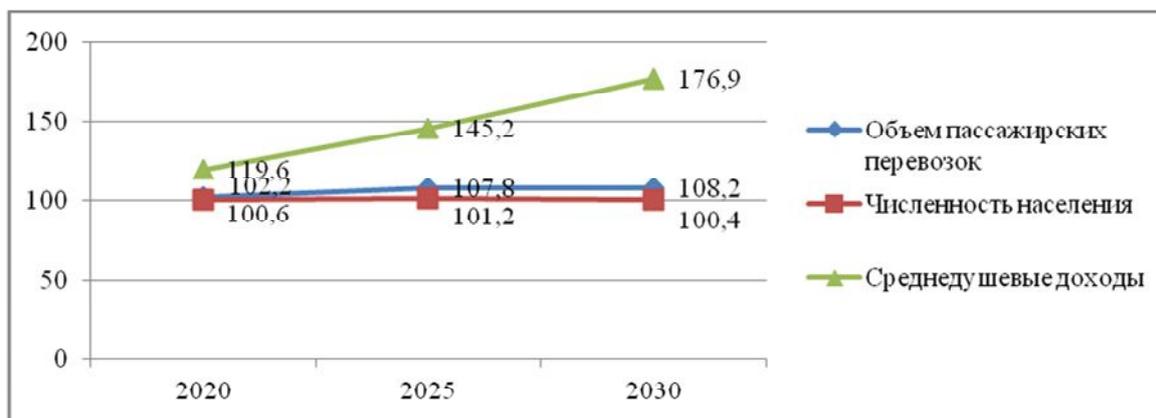


Рис.1. Темпы роста по показателям, включенным в математическую модель, %

Можно сделать вывод о том, что в целом прогнозируемые при помощи математической модели темпы роста объема пассажирских перевозок являются адекватными, так как факторы, включенные в математическую модель, так же, как и полученный прогноз по перевозкам, имеют положительную тенден-

цию (рис. 1). Высокие темпы роста по размеру среднедушевых доходов компенсируют низкие темпы роста по численности населения и тем самым, влияют на рост пассажирских перевозок. К тому же, в соответствии с проведенным регрессионным анализом вероятность наступления полученных прогнозных значений по пассажирским перевоз-

кам составляет 80 %. В целом данная ситуация соответствует действительности, так как темпы роста по пассажирским перевозкам не могут превышать темпы роста по среднедушевым доходам и должны превышать темпы роста численности населения. Данные прогноза коррелируются с прогнозными показателями, описанными автором в работе «Перспективы развития транспорта и связи в Забайкальском крае», представленной на XIV региональной научно-практической конференции «Проблемы экономики, социальной сферы и права», проводившейся на базе Читинского института Байкальского государственного университета [10].

Для расчета прогноза по объему грузовых перевозок так же, как и в предыдущем случае, необходимо по включенным в модель факторам определить прогнозные показатели на три периода. Для этого воспользуемся Стратегией (табл. 10) [8].

На основе имеющихся показателей и ранее составленной математической модели рассчитаем прогнозные значения по объему грузовых перевозок на три периода (табл. 11).

К 2030 г. объем грузовых перевозок возрастет до 89 427,2 тыс. т (табл. 11), т. е. темп роста составит 215,2 %. Далее составим графики по темпам роста выделенных факторов (рис. 2).

Таблица 10

Прогнозные значения показателей, включенных в математическую модель, млн р.

Показатели	2020 г.	2025 г.	2030 г.
Добыча полезных ископаемых	62 430,2	80 737,1	107 911,6
Обрабатывающее производство	33 864,7	44 141,9	61 061,7

Таблица 11

Прогнозные значения объема грузовых перевозок

Показатели	2020 г.	2025 г.	2030 г.
Объем грузовых перевозок, тыс. т	53 407,7	67 561,1	89 427,2
Темп роста по сравнению с 2013 г., %	128,5	162,6	215,2

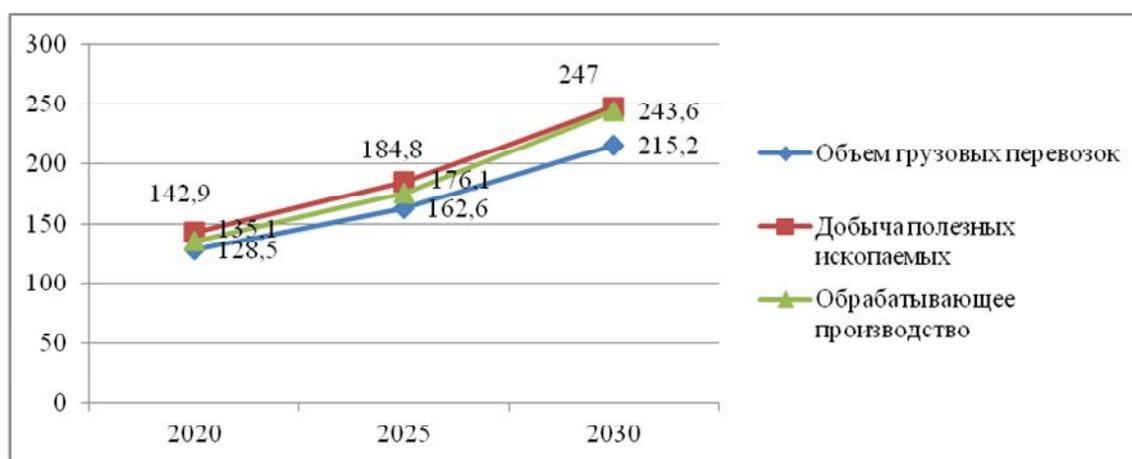


Рис. 2. Темпы роста по показателям, включенным в математическую модель, %

Можно сделать вывод о том, что в целом прогнозируемые при помощи математической модели темпы роста объема грузовых перевозок являются адекватными (рис. 2), так как факторы, включенные в математическую модель, так же, как и полученный про-

гноз по перевозкам, имеют положительную тенденцию. Высокие темпы роста наблюдаются по каждому исследуемому показателю. К тому же, в соответствии с проведенным регрессионным анализом вероятность наступления полученных прогнозных значе-

ний по пассажирским перевозкам составляет 93 %. В целом полученная ситуация соответствует действительности.

Ввиду того, что темпы роста по грузовым перевозкам не могут превышать темпы роста по добыче полезных ископаемых и обрабатывающему производству, так как данные показатели являются основой для осуществления грузовых перевозок, отсут-

ствие данных видов экономической деятельности существенно снизит объемы грузовых перевозок.

Далее аналогичным способом рассчитаем прогнозы развития факторов, включенных в математические модели на основе составленных прогнозов по объему пассажирских и грузовых перевозок на три периода (табл. 12).

Таблица 12

Прогнозные значения факторов, включенных в модель

$y = 821,5 + 3,280x$			
Показатели	2020 г.	2025 г.	2030 г.
Численность населения, чел.	1 120,3	1 136,7	1 137,7
Темп роста по сравнению с 2013 г., %	102,3	103,8	103,9
Темп роста по Стратегии, %	100,4	101,0	101,8
$y = 5,7 + 0,213x$			
Среднедушевые доходы, тыс. р.	25,1	26,0	26,2
Темп роста по сравнению с 2013 г., %	126,1	130,7	131,7
Темп роста по Стратегии, %	119,6	145,2	176,9
$y = - 9130,2 + 1,456x$			
Добыча полезных ископаемых, млн р.	68 631,4	89 238,8	121 075,8
Темп роста по сравнению с 2013 г., %	153,2	199,1	270,2
Темп роста по Стратегии, %	142,9	184,8	247
$y = - 2278,1 + 0,582x$			
Обрабатывающее производство, млн р.	28 805,2	37 042,5	49 775,5
Темп роста по сравнению с 2013 г., %	125,7	161,6	217,2
Темп роста по Стратегии, %	135,1	176,1	243,6

Таким образом, прогнозные показатели исследуемых факторов (табл. 12), составленные на основе математической модели, немного превышают прогнозные показатели, взятые из Стратегии. В среднем превышение показателей составляет 10–15 %.

Исключение составляет один показатель — среднедушевые доходы, темпы его роста ниже, чем в Стратегии. Такое расхождение можно объяснить тем, что в модели учтено влияние только одного фактора, поэтому для повышения точности прогноза необходимо добавить новые факторы.

Результаты проведенного исследования показали работоспособность разработанной модели и возможность ее эффективного использования в региональном управлении. Небольшой набор переменных параметров мо-

дели позволяет гибко перестраивать и изменять ее структурные составляющие в зависимости от социально-экономических условий.

Учитывая фактор неопределенности развития региональной экономики, характерный для современного этапа, модель на основе анализа взаимосвязи показателей в ретроспективе необходимо корректировать ежегодно, накапливая информацию о возможных изменениях закономерностей, взаимосвязей и дополняя ее новыми существенными факторами. Формированием многофакторных моделей прогнозирования транспортной системы занимаются многие авторы, их опыт целесообразно использовать, что, в свою очередь, позволит качественно улучшить систему прогнозных показателей [11; 12]. По мнению Силантьева, отдельно стоит

обратить внимание на влияние факторов не экономического характера, в частности, политических и международных геополитических [13]. Особенности социально-экономического развития Забайкальского края во многом обусловлены его приграничным положением, что, со своей стороны, требует учета соответствующих факторов.

Литература

1. Булатова Н.Н., Селезнев Н.С. Стратегические аспекты регионального развития [Электронный ресурс] // Изв. ИГЭА. 2011. № 2 URL: <http://izvestia.bgu.ru/reader/archive.aspx?id=254>. (дата обращения: 11.03.2018).
2. Самаруха В.И. Стратегия управления региональной экономикой. Иркутск: Изд-во БГУ-ЭП, 2007. 302 с.
3. Самаруха А.В., Краснов Г.И. Факторы обеспечения конкурентоспособности региона [Электронный ресурс] // Изв. ИГЭА. 2010. № 6 URL: <http://izvestia.bgu.ru/reader/archive.aspx?id=239>. (дата обращения: 01.02.2018).
4. Криклевецкая Л.Ю. Оценка конкурентоспособности вида экономической деятельности «Транспорт и связь» в Забайкальском крае // Кулагинские чтения: Техника и технологии производственных процессов: материалы XV Международ. науч.- практической конф.: сб. ст. / Заб. гос. ун-т. Чита, 2015. Ч. 3. С. 146-156.
5. Ткаченко И.Н., Стариков Е.Н. Модель интегрированной оценки потенциала отраслевого комплекса региона [Электронный ресурс] // Изв. ИГЭА. 2008. № 2. С. 45-58. URL: <http://izvestia.bgu.ru/reader/archive.aspx?id=160>. (дата обращения: 01.02.2018).
6. Абрамова В.Ю., Кибанов В.М., Карманова Е.В., Рубцов Г. Транспортный комплекс в экономике Забайкалья. Чита. ЧитГУ, 2008. 226 с.
7. Федеральная служба государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. URL: www.stat@chita.gks.ru (дата обращения: 20.01.2018).
8. Стратегия социально-экономического развития Забайкальского края на период до 2030 года, утв. постановлением Правительства Забайкальского края от 26 дек. 2013 г. № 586. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Развитие транспортной системы Забайкальского края: гос. программа, утв. постановлением Правительства Забайкальского края от 29 мая 2014 г. № 315. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
10. Криклевецкая Л.Ю. Перспективы развития транспорта и связи в Забайкальском крае // Материалы XIV регион. науч.-практической конф. «Проблемы экономики, социальной сферы и права». Чита, 2015. С. 101-113.
11. Михайлова Е.А., Давааням Т., Яхина А.С. Модели многофакторного оценивания основных показателей перевозки грузов // Вестн. ЗабГУ. 2015. № 12 (127). С. 80-86.
12. Кокурин Д.И., Назин К.Н. Влияние логистической инфраструктуры на состояние экономики: региональный аспект [Электронный ресурс] // Логистика и управление цепями поставок. 2011. № 4. URL: <http://lscm.ru/index.php/ru/pogodam/item/1102> (дата обращения: 10.01.2017).
13. Силантьев А.В. Влияние переходного состояния российской экономики на транспортно-логистическую систему в условиях глобальных изменений [Электронный ресурс] // Изв. ИГЭА. 2014. № 5. URL: <http://izvestia.bgu.ru/reader/archive.aspx?id=604>. (дата обращения: 11.03.2018).