

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 9, №3 (2017) <http://naukovedenie.ru/vol9-3.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/33EVN317.pdf>

Статья опубликована 24.06.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ризакулов Ш.Ш. Методический подход к моделированию экономической устойчивости железнодорожной компании // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №3 (2017)

<http://naukovedenie.ru/PDF/33EVN317.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 656.2

Ризакулов Шерзод Шермуратович

ФГБОУ «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I»

Россия, Санкт-Петербург¹

Аспирант

E-mail: sherzod_piter@mail.ru

Методический подход к моделированию экономической устойчивости железнодорожной компании

Аннотация. В статье выполнен прогноз нарушений безопасности движения на сети Акционерного Общества «Узбекистон темир йуллари». В качестве математического аппарата используется линейная регрессионная модель с тремя переменными: соотношение темпов роста объемов перевозок и затрат труда, объем эксплуатационных расходов и инвестиционных вложений направленных на безопасность железнодорожных перевозок. Рассчитаны основные показатели качества полученной модели: коэффициент детерминации и относительная погрешность фактических данных и данных, рассчитанных при помощи регрессионной зависимости. По результатам прогнозирования проведен анализ влияния факторов, влияющих на уровень безопасности движения поездов. Вследствие проведенного исследования удалось доказать, что наиболее существенное влияние на число нарушений безопасности движения поездов оказывает несоответствие темпов роста объема перевозок и затрат труда.

Ключевые слова: нарушение безопасности движения; экономическая устойчивость железнодорожной компании; регрессионная модель; эксплуатационные расходы; объем инвестиций; грузооборот; пассажирооборот

Введение

Железнодорожный транспорт представляет собой систему, устойчивого развития, которая полностью подчинена единственной цели - обеспечение потребностей общества в перевозках с максимальной эффективностью. Уровень устойчивого развития железнодорожного транспорта должен соответствовать содержанию решаемых экономических задач. С учетом изменения характера этих задач успешная политика в области железнодорожного транспорта должна отличаться гибкостью, выделяя такие приоритеты, которые играют решающую роль в достижении поставленных экономических целей.

Стратегия управления железнодорожным транспортом и эффективность международных транспортных маршрутов на протяжении последних десятилетий постоянно

¹ 197046, Санкт-Петербург, Петроградский район, улица Малая Посадская, д. 22/24

находится в эпицентре обсуждения проблем связанных с результативностью транспортных перевозок². Актуальным в опережающем развитии транспортной инфраструктуры, является создание системы трансконтинентальных маршрутов в евроазиатском сообщении, для которых характерны значительные объемы и повышенная динамика развития перевозок.

Проводимая на железнодорожном транспорте Российской Федерации реструктуризация предусматривает внедрение экономически обоснованных механизмов регулирования хозяйственной деятельности, направленных на стимулирование развития рыночных факторов, сокращение расходов, повышение уровня транспортного обслуживания, предложение новых услуг [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Таким образом, актуальность темы исследования определена необходимостью разработки научно-обоснованной инновационной стратегии развития национального железнодорожного транспорта, поскольку достижение реальных, устойчивых темпов роста является необходимым условием экономического подъема экономики страны, укрепления ее национальной безопасности.

Отметим, что одной из основных задач железнодорожного транспорта является обеспечение своевременного удовлетворения потребностей экономики в грузовых и пассажирских перевозках. Большое значение следует уделять обеспечению максимально возможной пропускной способности сети железных дорог Узбекистана в тандеме с достижением высокого уровня безопасности движения (далее - БД). Эта задача усложняется в связи прогрессирующим значением износа основных фондов и отвлечением ресурсов на строительство новых железнодорожных линий.

Автор предполагает, что обеспечение высокого уровня безопасности перевозочного процесса на железнодорожном транспорте является одним из весомых и существенных показателей характеризующих устойчивость управления, более того, обязательным условием для поддержания имиджа общества, и повышения эффективности функционирования железных дорог. Поэтому важно развивать систему поддержки принятия решений в области финансирования объектов транспортной системы по средствам такого инструментария, как адресное инвестирование, которое своевременно позволяет исключать сбои в работе технических средств, что повышает ритмичность и бесперебойность железнодорожных перевозок. И здесь наиболее рациональным является решение в необходимости создания стратегической модели прогнозирования уровня БД с использованием современных математических методов и алгоритмов [9, 10, 11]. Одним из самых распространенных инструментов прогноза является построение множественной линейной регрессии с последующим анализом влияния переменных модели на конечный результат (число случаев нарушений БД).

² Концепция стратегического развития Государственно-акционерная железнодорожная компания «Узбекистон темир йуллари» до 2021 года, Ташкент - 2015. - 80 с.

1. Построение регрессионной модели для прогнозирования случаев нарушений безопасности движения на сети АО «УТЙ»

Исходными данными для прогнозирования количества нарушений безопасности перевозочного процесса на Акционерном обществе «Узбекистон темир йуллари» (далее - АО «УТЙ») являются следующие показатели^{2,3}:

- соотношение объема перевозок и затрат труда Π (табл. 1);
- инвестиционные вложения в модернизацию железных дорог I ;
- эксплуатационные расходы на содержание объектов железнодорожного транспорта Ξ .

Опираясь на статистические данные и предоставленную документацию был произведен расчет соотношения объема перевозок и затрат труда в АО «УТЙ» за период 2006-2016 гг., которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика соотношения темпов роста объёма перевозок и затрат труда работников АО «УТЙ»

Год	Объем перевозок, млрд. прив. т-км	Затраты труда, человеко-часы на млрд. прив. т-км	Темп роста объема перевозок	Темп роста затрат труда	Соотношение темпов роста объёма перевозок и затрат труда
2006	22,17	25475,5	-	-	-
2007	22,24	26677,2	1,0034	1,0472	0,9582
2008	23,53	28958,3	1,0577	1,0855	0,9744
2009	26,21	36540,4	1,1139	1,2618	0,8827
2010	28,55	41395,2	1,0893	1,1329	0,9616
2011	29,39	43925,7	1,0294	1,0611	0,9701
2012	27,98	42927,6	0,9519	0,9773	0,9741
2013	28,58	45151,2	1,0215	1,0518	0,9712
2014	29,34	48318,9	1,0266	1,0702	0,9593
2015	30,26	53351,6	1,0314	1,1042	0,9341
2016	30,72	56033,3	1,0153	1,0503	0,9667

Источник: АО «УТЙ» и Государственный комитет Республики Узбекистана по статистике

На основании данных расчетов, можно констатировать, что происходит несоответствие роста объема перевозок затраченным усилиям работников для достижения поставленных компанией целей, что в свою очередь наводит на переосмысление системы формирования критериев, оценивающих влияния на результативность работы железнодорожного транспорта. Явно нельзя недооценивать и качественные показатели и здесь, считает автор, важнейшее значение имеет взаимосвязь объема работ, затрат труда с безопасностью движения, определение их зависимости является одной из важнейших задач авторского исследования.

И здесь определяется необходимость моделирования числа случаев нарушений БД на сети АО «УТЙ», которую примем равной нулю (значение постоянной составляющей). При этом данное действие приводит к нарушению одного из условия Гаусса-Маркова (о равенстве нулю

² Официальный сайт Узбекской железной дороги (O'zbekiston temir yo'llari) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.uzrailway.uz>.

³ Официальный сайт Государственного комитета Республики Узбекистана по статистике [Электронный ресурс] - Режим доступа: www.stat.uz.

математического ожидания случайного члена). Однако при равенстве нулю образующих модель факторов в настоящей модели приводит к нулевому значению количества нарушений БД. При наличии постоянной составляющей число нарушений будет приравняться к значению постоянного члена, что не соответствует объективной реальности.

Линейная регрессионная модель состояния БД примет следующий вид:

$$N = a_1 \cdot П + a_2 \cdot И + a_3 \cdot Э \quad (1)$$

где: N - количество нарушений БД;

$П$ - соотношение объема перевозок и затрат труда;

$И$ - объем инвестиций;

$Э$ - эксплуатационные расходы на содержание объектов железнодорожного транспорта
Э;

a_1, a_2, a_3 - регрессионные коэффициенты.

Данные о количестве допущенных случаев нарушений БД, величине эксплуатационных расходов и объемах инвестиционных средств, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные для построения регрессионной модели

	Кол. нарушений БД	Соотношение темпов роста объема перевозок и затрат труда	Объем инвестиции, млрд. руб.	Эксплуатационные расходы, млрд. руб.
	N	$П$	$И$	$Э$
2007 г.	30	0,9582	3,88	9,25
2008 г.	43	0,9744	5,13	9,63
2009 г.	43	0,8827	8,08	8,7
2010 г.	41	0,9616	7,4	9,03
2011 г.	33	0,9701	5,78	8,95
2012 г.	37	0,9741	6,33	9,63
2013 г.	37	0,9712	14,95	23,35
2014 г.	35	0,9593	15,13	30,38
2015 г.	27	0,9341	23,78	35,28
2016 г.	25	0,9667	38,53	34,85

Источник: АО «УТЙ»

При помощи электронной таблицы Microsoft Office Excel со встроенной функцией нахождения линейных регрессионных зависимостей построим модель прогнозирования количества случаев нарушений БД. Регрессионная модель будет представлять собой следующую зависимость:

$$N = 42,89 \cdot П - 0,24 \cdot И - 0,16 \cdot Э \quad (2)$$

Регрессионные коэффициенты для показателей инвестиционных вложений $И$ и эксплуатационных расходов $Э$ в результате расчетов получились отрицательными, из чего следует, что увеличение указанных показателей положительно влияют на состояние БД. Можно

утверждать, что при повышении эксплуатационных расходов и увеличении объема инвестиционных вложений в модернизацию и ремонт объектов железнодорожного транспорта число случаев нарушений БД будет сокращаться. Увеличение затрат труда наоборот будет оказывать негативное влияние на безопасность перевозок: при увеличении объема перевозок в грузовом и пассажирском движении уменьшение численности персонала безусловно приведет к сверхурочной работе членов локомотивных бригад и как следствие приведет к снижению качества труда, что усиливает вероятность роста количества нарушений БД.

2. Оценка качества линейной регрессии. Расчет коэффициента детерминации

Полученные в результате моделирования значения числа нарушений БД приведены в табл. 3.

Таблица 3

Проверочный расчет числа случаев нарушений БД

Год	Кол. нарушений БД (фактическое значение)	Кол. нарушений БД (рассчитанное при помощи модели)	Относительная ошибка, %
	N	\hat{N}	δ
2007	30	38,69	28,95
2008	43	39,02	9,26
2009	43	34,53	19,70
2010	41	38,02	7,26
2011	33	38,79	17,54
2012	37	38,72	4,65
2013	37	34,33	7,21
2014	35	32,65	6,71
2015	27	28,71	6,34
2016	25	26,64	6,55
Среднее значение			11,42

Достоверность утверждения качества оценки полученной модели подтверждается расчетом множественного коэффициента корреляции. В связи с тем, что постоянная составляющая модели принята равной нулю, рассчитаем нецентрированный коэффициент детерминации по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (N_i - \hat{N}_i)^2}{\sum_{i=1}^n N_i^2} \quad (3)$$

где: R^2 - коэффициент детерминации;

N_i - фактическое количество нарушений БД;

\hat{N}_i - расчетное количество нарушений БД полученное в соответствии с уравнением регрессии.

Согласно формуле (3) определим нецентрированный коэффициент детерминации $R^2 = 0,9821$.

Высокое значение нецентрированного коэффициента детерминации говорит о тесной связи между исследуемыми показателями. Более того, средняя относительная ошибка для полученной регрессионной модели составила величину, равную 11,42%.

На рис. 1 представлена зависимость допущенных по факту случаев нарушений БД и рассчитанных при помощи модели.



Рисунок 1. Допущенные по факту и рассчитанные при помощи регрессионной модели случаи нарушений БД (разработано автором)

На уровне значимости 0,05 [11] проверим по F -критерию значимость уравнения регрессии, т.е. нулевую гипотезу. Согласно проведенным расчетам критерий дисперсионного анализа равен 82,36.

По таблице F -распределения для уровня значимости 0,05 и степенями свободы 4 и 11 соответственно было рассчитано критическое значение: $F_{крит.}(0,05; 4; 10)=3,48$. Отсюда $F_{расч.} > F_{крит.}$, следовательно, гипотеза H_0 отвергается, соответственно приходим к выводу о значимости уравнения регрессии (2).

3. Анализ влияния исследуемых переменных на состояние безопасности перевозочного процесса в АО «УТЙ»

Опираясь на результаты модели можно рассчитывать прогноз количества нарушений БД на последующий период при варьирующихся показателях соотношения объема перевозок и затрат труда, объемов инвестиций и эксплуатационных расходов.

В ходе исследования нам удалось доказать, что наиболее существенное влияние на число нарушений БД оказывает несоответствие темпов роста объема перевозок и затрат труда. Так, например, ускорение темпов роста объема перевозок над уровнем затрат труда (с 0,967 до 1,994 млн. прив. т-км/человеко-часы) приведет к увеличению случаев нарушения безопасности движения может вырасти в три раза (с 25 до 75 случаев).

Отметим так же, что в ходе расчетов было установлено более существенное влияние инвестиционных вложений на нарушение БД, чем рост эксплуатационных расходы. Так, например, при увеличении в 2 раза (с 38 до 77 млрд. руб.) инвестиционных или эксплуатационных средств число случаев нарушений БД снижается соответственно на 31% и 16% (рис. 2).

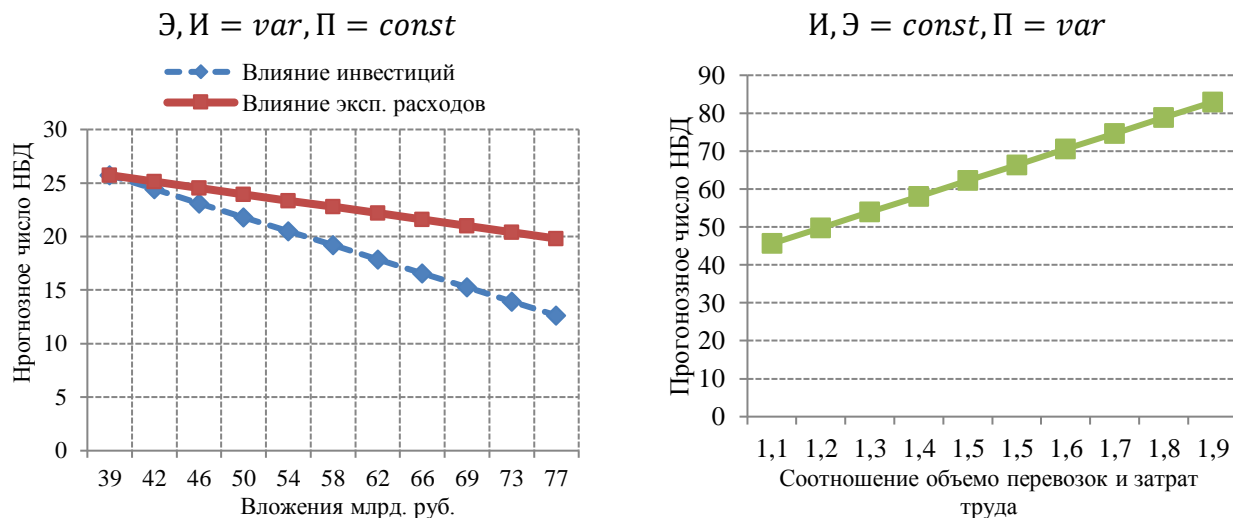


Рисунок 2. Прогнозное число нарушений БД при изменении влияющих факторов регрессионной модели (разработано автором)

Заключение

Необходимо отметить, о рациональности данного исследования и острой необходимостью в нем для достижения оптимального уровня устойчивости управления железнодорожным транспортом, так как применение данного прогноза может быть как для всей сети в целом, так и для отдельных железнодорожных участков. Его наличие позволяет оптимизировать эксплуатационные расходы и инвестиционные вложения для повышения уровня БД на железных дорогах АО «УТЙ».

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция стратегического развития Государственно-акционерная железнодорожная компания «Узбекистон темир йуллари» до 2021 года, Ташкент - 2015. - 80 с.
2. Аверьянова О.А. Экономические методы управления безопасностью движения поездов / О.А. Аверьянова // Транспортное дело России. - 2014. - №6. - С. 27-31.
3. Акимова Т.А. Экономика устойчивого развития [Текст]: учебное пособие / Т.А. Акимова, Ю.Н. Мосейкин. - М.: Издательство Экономика, 2009. - 430 с.
4. Жигалова В.Н. Экономическая устойчивость предприятия на этапе перехода к новому типу развития / В.Н. Жигалова // Вестник томского государственного университета. - Томск: Изд-во ТГУ, 2007. - №302. - С. 149-151.
5. Коришева О.В. Элементы системы управления экономической устойчивостью грузовых железнодорожных транспортных компаний [Текст] / О.В. Коришева // Транспортное дело России. - 2014. - №1. - С. 218-221.
6. Красковский А.Е., Плеханов П.А., Иванов В.Г., Барканова Д.Ю. Перспективная экономическая стратегия обеспечения безопасности движения в ОАО «РЖД» / А.Е. Красковский, П.А. Плеханов, В.Г. Иванов, Д.Ю. Барканова // Известия Петербургского университета путей сообщения. - 2011. - № 3 (28) - С. 248-256.
7. Олинович Н.А. Совершенствование методики определения уровня безопасности движения, как главного показателя качества транспортного обслуживания / Н.А. Олинович // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - Иркутск: ИрГУПС, 2011. - №2. - С. 203-206.
8. Экономика железнодорожного транспорта: учебник / Под ред. Н.П. Терёшиной, Л.П. Левицкой, Л.В. Шкуриной. - М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. - 536 с.
9. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. 4-е изд., - М.: Высшая школа, 2007. - 491 с.
10. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов / - М.: Высш. шк., 2003. - 479 с.
11. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 543 с.

Rizakulov Sherzod Shermuratovich

Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university, Russia, St. Peterburg
E-mail: sherzod_piter@mail.ru

Methodological approach to modeling the economic sustainability of a railway company

Abstract. The article provides a forecast of traffic safety violations on the network of the Joint Stock Company "Uzbekistan Temir Yollari". As a mathematical apparatus, a linear regression model with three variables is used: the ratio of the growth rates of traffic volumes and labor inputs, the volume of operating costs and investment investments aimed at the safety of rail transport. The main quality indicators of the obtained model are calculated: the determination coefficient and the relative error of the actual data and data calculated using regression dependence. Based on the results of the forecasting, an analysis was made of the influence of factors affecting the safety level of train traffic. As a result of the study, it was possible to prove that the most significant effect on the number of safety violations of train traffic is the discrepancy between the growth rates of traffic and labor costs.

Keywords: violation of traffic safety; economic stability of the railway company; regression model; operating costs; investment volume; freight turnover; passenger turnover

REFERENCES

1. The concept of strategic development State-owned joint-stock railway company "Uzbekistan Temir Yollari" until 2021, Tashkent - 2015. - 80 p.
2. Averyanova O.A. Economic methods for managing the safety of train traffic / O.A. Averyanova // Transport business of Russia. - 2014. - №6. - P. 27-31.
3. Akimova T.A. Economics of Sustainable Development [Text]: Textbook / T.A. Akimova, Yu.N. Moseikin. - Moscow: Publishing House of Economics, 2009. - 430 p.
4. Zhigalova V.N. Economic stability of the enterprise at the stage of transition to a new type of development. Zhigalova // Bulletin of Tomsk State University. - Tomsk: Publishing house of TSU, 2007. - №302. - P. 149-151.
5. Korisheva O.V. Elements of the system of economic stability management of freight rail transport companies [Text] / O.V. Korisheva // Transport business of Russia. - 2014. - №1. - P. 218-221.
6. Kraskovsky A.E., Plekhanov P.A., Ivanov V.G., Barkanova D.Yu. A promising economic strategy for ensuring traffic safety in JSC Russian Railways / A.E. Kraskovsky, P.A. Plekhanov, V.G. Ivanov, D.Yu. Barkanova // Proceedings of the Petersburg University of Communications. - 2011. - No. 3 (28) - C. 248-256.
7. Olinovich H.A. Improvement of the method of determining the level of traffic safety, as the main indicator of the quality of transport services / H.A. Olinovich // Modern technologies. System analysis. Modeling. - Irkutsk: IrGUPS, 2011. - №2. - P. 203-206.
8. The economy of rail transport: a textbook / Ed. N.P. Tereshina, L.P. Levitskaya, L.V. Shkurinoy. - Moscow: FGBOU "Educational and Methodological Center for Education in Railway Transport", 2012. - 536 p.
9. E.S. Venttsel. Theory of Probability and its Engineering Applications. E.S. Venttsel, L.A. Ovcharov. 4 th ed., - Moscow: Higher School, 2007. - 491 p.
10. Gmurman V.Ye. Theory of Probability and Mathematical Statistics: A Textbook for Universities. - M.: Vyssh. Shk., 2003. - 479 p.
11. Kremer N.Sh., Probability Theory and Mathematical Statistics: A Textbook for Higher Educational Institutions. - Moscow: UNITY-DANA, 2000. - 543 p.
12. Official site of the Uzbek Railway (O'zbekiston temir yo'llari) [Electronic resource] - Access mode: <http://www.uzrailway.uz>.
13. The official website of the State Committee of the Republic of Uzbekistan on Statistics [Electronic resource] - Access mode: www.stat.uz.