

Сезонная устойчивость характеристик автотранспортной аварийности на примере Тюмени



А. И. Петров,
канд. техн. наук,
доцент кафедры
«Эксплуатация
автомобильного
транспорта»
Тюменского
государственного
нефтегазового
университета

Обработка статистических данных по дорожно-транспортным происшествиям в Тюмени за 2005–2012 гг. с учетом фактора «месяц года» и последующее исследование автокорреляции уровней ряда позволило сделать заключение о существовании феномена сезонной устойчивости характеристик автотранспортной аварийности.

Как вид человеческой деятельности управление предусматривает обоснование правильного целеполагания, разработку методов и выбор средств для достижения цели, учет и анализ промежуточных результатов и коррекцию оперативных воздействий на объекты управления систем. При управлении функционированием автотранспортной системы (АТС) широко используются следующие ее показатели [1]: эффективность (Э), качество (К) и безопасность (Б). Для целей управления важно знать объективные закономерности формирования Э, К, Б, определяемые множеством функциональных взаимосвязей элементов АТС.

Здесь рассматривается один из частных случаев – формирование характеристик автотранспортной аварийности по фактору сезонного времени (месяц, год). Важнейшая задача исследования – установить особенности сезонной устойчивости показателей автотранспортной аварийности АТС в г. Тюмени.

Существуют различные определения понятия «устойчивость» [2, 3]. В данной статье под устойчивостью понимается фундаментальное свойство системы, обеспечивающее ее сопротивление выводу под воздействием внешних возмущений из равновесного состояния и возврат в него после снятия последних. Предполагается, что дорожно-транспортные происшествия (ДТП) формируются с течением времени не случайным образом, а распределены согласно определенным закономерностям, имеющим свой-

ство многократной повторяемости, т. е. в процессе формирования ДТП отмечается сезонная устойчивость [4].

Сразу оговорим, что процессы функционирования систем с течением времени не могут повторяться в деталях, однако с определенной погрешностью они могут иметь место и служить обязательным условием существования системы во времени.

Для проверки этой гипотезы были проведены исследования информационной базы ДТП с жертвами в Тюмени в период 2005–2012 гг., чтобы оценить устойчивость особенностей распределения ДТП по сезонам года. Вывод об устойчивости временных характеристик совершения ДТП делался на основании проверки автокорреляции уровней ряда показателей «месячного числа ДТП» и их производных.

Гипотеза исследований – автокорреляция между относительными (удельными по отношению к среднегодовому уровню) значениями числа ДТП, определенными для каждого месяца за восьмилетний период (2005–2012 гг.). В случае подтверждения гипотезы об автокорреляции можно сделать заключение, что поведение автотранспортной системы г. Тюмени по оценкам автотранспортной аварийности устойчиво с течением времени.

В табл. 1 приведены исходные данные, используемые в исследованиях.

На рис. 1 представлены годовые диаграммы коэффициента (фактора) сезонности ДТП $K_{\text{ДТП сез}}$, представляющего собой отношение фактического числа ДТП в конкретный месяц к его среднемесячному значению:

Таблица 1. Количество ДТП с жертвами (погибшими и пострадавшими) в г. Тюмень

Показатель автотранспортной аварийности	Месяц соответствующего года исследуемого периода											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Количество зарегистрированных ДТП в течение года, по месяцам года	2005 г., 1668 ДТП											
	99	104	84	98	170	156	156	146	184	165	142	164
	2006 г., 1722 ДТП											
	110	100	85	109	162	149	153	172	219	185	116	162
	2007 г., 1745 ДТП											
	124	103	119	101	140	185	182	173	166	171	155	126
	2008 г., 1526 ДТП											
	104	106	88	96	128	148	150	146	146	164	131	117
	2009 г., 1408 ДТП											
	121	80	80	89	111	128	139	159	147	135	118	101
	2010 г., 1397 ДТП											
	103	94	80	112	129	118	117	139	136	132	130	107
	2011 г., 1477 ДТП											
97	97	80	81	136	129	117	142	177	160	119	142	
2012 г., 1774 ДТП												
106	114	110	145	160	167	172	173	212	156	127	132	

$$K_{\text{ДТП сез}} = \frac{N_{\text{ДТП мес}}}{N_{\text{ДТП ср}}}, \quad (1)$$

где $N_{\text{ДТП мес}}$ – число ДТП с жертвами в конкретный месяц года, ДТП/мес.;

$N_{\text{ДТП ср}}$ – среднемесячное число ДТП с жертвами, ДТП/мес. ср.;

Расчет $K_{\text{ДТП сез}}$ проводился на основании данных табл. 1.

На рис. 2 представлен график изменения величины $K_{\text{ДТП сез}}$ в течение восьми лет (2005–2012 гг.). В отдельные месяцы $K_{\text{ДТП сез}}$ в среднем варьируется в диапазоне [0,6; 1,4], т. е. относительно среднемесячного расчетного уровня показателя (равен 1,0) на ± 40 %.

На представленном графике видна сезонность формирования автотранспортной аварийности. Надо отметить, что по данным Н. С. Захарова [5, 6] особенности эксплуатации автомобилей в значительной степени определяются сезонным фактором. С позиций изменения в течение года характеристик состояния автомобильных дорог об этом же свидетельствуют и результаты исследований Ш. М. Мерданова [7]. Данные, полученные этими и другими авторами, свидетельствуют, что сочетание и взаимное влияние на изменение режимов движения автомобилей погодно-климатического, дорожного и других факторов во многом определяют и уровень колебаний автотранспортной аварийности.

В летне-осенний период число ДТП увеличивается, в зимне-весенний снижается. И эта тенденция, на первый взгляд, выглядит достаточно устойчи-

вой (рис. 3). Из года в год значения $K_{\text{ДТП сез}}$ изменяются слабо (т. е. в модели кроме тренда его изменений в течение длительного периода также проявляется присутствие сезонной компоненты), и эти колебания можно объяснить наличием случайной компоненты.

Частотный анализ величин распределения коэффициента месячной неравномерности (числа случаев) показывает, что зимой в Тюмени месячная частотность ДТП относительно стабильнее, чем летом (рис. 3). Летом происходит значительно больше ДТП. Это объясняется более высокой скоростью движения автомобилей и меньшей осторожностью водителей в условиях движения, которые принято считать благоприятными.

Принципиальный вопрос, на который необходимо найти ответ, заключается в обосновании и оценке устойчивости периодических сезонных колебаний коэффициента сезонности ДТП.

При решении поставленной задачи использован метод расчета автокорреляции между значениями сезонного коэффициента. Всего за восемь лет наблюдений рассчитано 96 значений этого коэффициента (рис. 1, 2). Проведены расчеты автокорреляции уровней ряда, т. е. корреляционной связи между последовательными уровнями одного и того же ряда динамики (сдвинутыми на определенный промежуток времени L – лаг). Месячный лаг (сдвиг во времени на определенное количество месяцев) определяет порядок коэффициента

автокорреляции. Если $L = 1$, то речь идет о коэффициенте автокорреляции 1-го порядка $r_{t, t-1}$, если $L = 2$, то о коэффициенте автокорреляции 2-го порядка $r_{t, t-2}$. В нашем случае проведены расчеты с лагом $L = 1...6$, чтобы определить влияние на автотранспортную аварийность в городе сезонного фактора (в большинстве регионов РФ, в том числе в Тюмени, зимний и летний сезоны разделены временным лагом примерно в 6 месяцев). При расчете автокорреляции был использован сервис [8]. Результаты расчетов коэффициента автокорреляции представлены в табл. 2.

В этой же таблице представлены результаты оценки значимости коэффициента автокорреляции $t_{\text{набл}}$ и уровня тесноты связи значений $K_{\text{ДТП сез}}$.

Значимость коэффициента автокорреляции оценивалась по формуле

$$t_{\text{набл}} = r_t \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_t^2}},$$

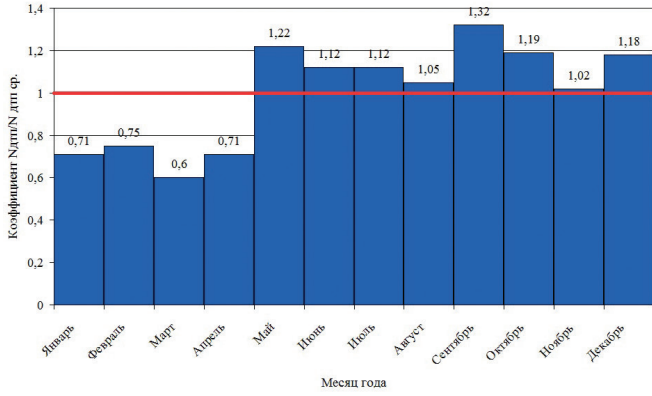
где r_t – значение коэффициента автокорреляции; n – число членов исследуемого временного ряда; в нашем случае $n = 95$, по числу месяцев исследуемого периода восемь лет (8·12 = 96), за вычетом одного месяца.

Например, если лаг по времени составляет один месяц, $t_{\text{набл}}$ определялся следующим образом:

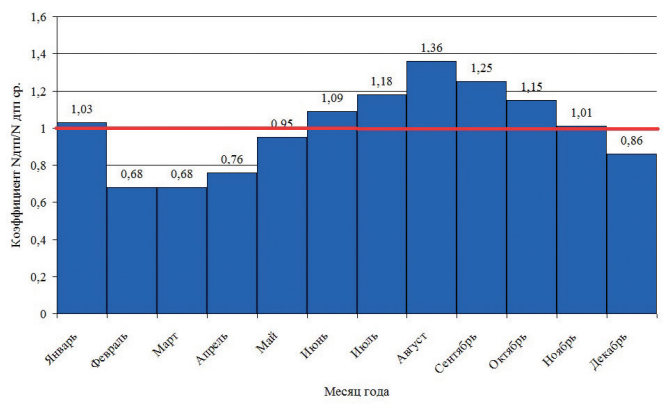
$$t_{\text{набл}} = 0,601 \frac{\sqrt{93}}{\sqrt{1-0,601^2}} = 9,18.$$

Критическая оценка значимости $t_{\text{крит}}$, определенная по таблице Стью-

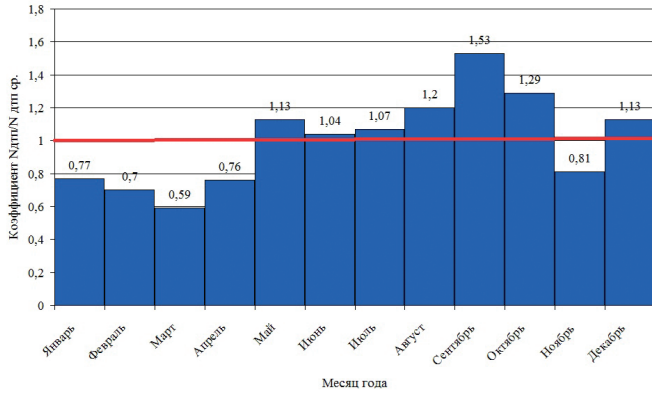
2005 г.



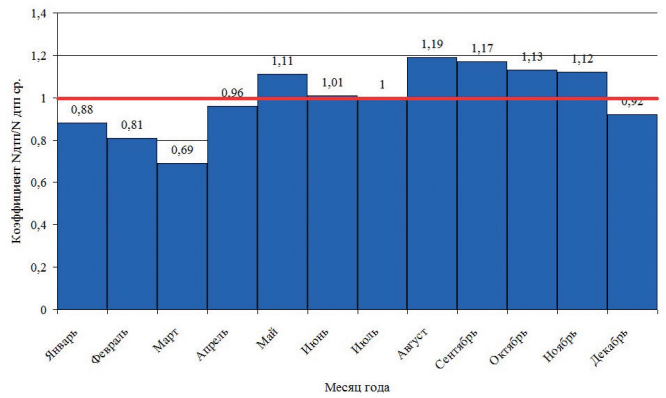
2009 г.



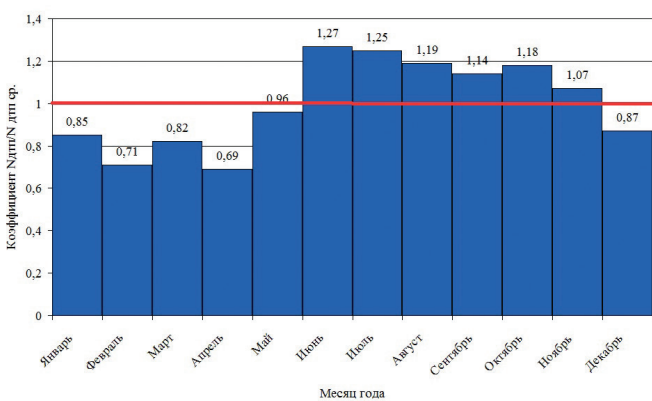
2006 г.



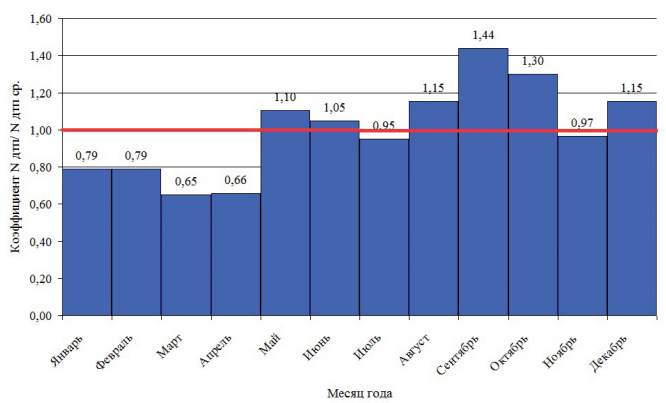
2010 г.



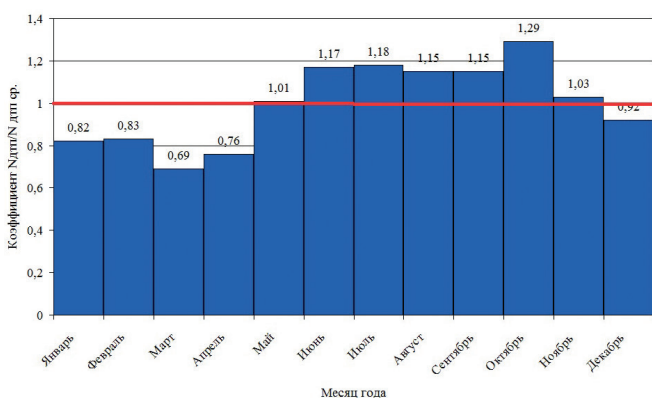
2007 г.



2011 г.



2008 г.



2012 г.

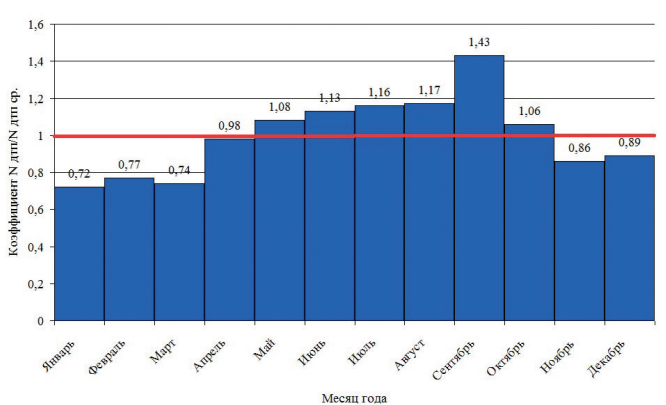


Рис. 1. Изменение коэффициента месячной неравномерности $K_{ДТП/Сез}$

дента с уровнем значимости $\alpha = 0,05$ и степенями свободы $k = (n-2) = 93$, составляет 1,984. В нашем случае $9,18 > 1,984$. При $t_{набл} > t_{крит}$ нулевая гипотеза, утверждающая равенство нулю коэффициента автокорреляции, от-

вергается, а полученное значение коэффициента автокорреляции признается значимым. Другими словами, коэффициент автокорреляции признается статистически значимым. В табл. 2 представлены результаты

расчетов автокорреляции между значениями $K_{ДТП/Сез}$ для шести значений лага.

Связи между исследуемыми признаками могут быть слабыми и сильными. Критерии оценки тесноты связи (шкала Чеддока) представлены в табл. 3

Таблица 2. Расчетные значения коэффициента автокорреляции величин $K_{ДТП\text{ сез}}$

Лag по времени, количество месяцев	Коэффициент автокорреляции $r_{t,t-L}$	Уровень тесноты связи значений $K_{ДТП\text{ сез}}$ (коррелограмма)	Оценка значимости коэффициента автокорреляции $t_{набл}$
1	0,601	*** Заметная, положительная	9,18 – значим
2	0,241	** Слабая, положительная	2,66 – значим
3	-0,004	* Отсутствует	0,04 – не значим
4	-0,348	** Умеренная, отрицательная	4,09 – значим
5	-0,617	*** Высокая, отрицательная	9,41 – значим
6	-0,753	**** Высокая, отрицательная	14,22 – значим

Таблица 3. Критерии оценки тесноты связи между исследуемыми признаками (шкала Чеддока)

Диапазоны значений коэффициента автокорреляции				
$0,1 < r_{t,t-L} < 0,3$	$0,3 < r_{t,t-L} < 0,5$	$0,5 < r_{t,t-L} < 0,7$	$0,7 < r_{t,t-L} < 0,9$	$0,9 < r_{t,t-L} < 1,0$
Слабая	Умеренная	Заметная	Высокая	Весьма высокая

Представленные результаты исследований (данные табл. 2) позволяют сделать заключение о наличии автокорреляции между значениями $K_{ДТП\text{ сез}}$. Гипотеза об автокорреляции между относительными (удельными по отношению к среднегодовому уровню) значениями числа ДТП в месяц доказана для продолжительного периода (2005–2012 гг.). Можно утверждать, что показатель сезонности ДТП в городе не является случайной характеристикой. В распределении ДТП по месяцам обнаружена определенная устойчивость.

Максимальные отрицательные значения автокорреляции (-0,753) отмечаются при сравнении значений $K_{ДТП\text{ сез}}$ с лагом шесть месяцев. Это объясняется не только ритмичным сезонным изменением погодно-климатических условий, но и особенностями поведения водителей. Например, зимой, когда коэффициент сцепления шины с дорогой снижается до значений $\phi = 0,1...0,3$ и соответственно уменьшается величина замедления автомобиля в режиме торможения j , водители управляют автомобилем осторожнее, а скоростные режимы движения адекватнее погодно-дорожным условиям, чем летом. Водители более или менее адекватно реагируют на изменение внешних условий в зимне-весенний период (с декабря по апрель): $K_{ДТП\text{ сез}}$ снижается до $0,6...0,8$. В летне-осенний период (с июня по октябрь) водители склонны переоценивать тормозные возможности автомобиля и свои практические



Рис. 2. Изменение коэффициента сезонности числа ДТП с жертвами и периоды относительно высокого и низкого травматизма

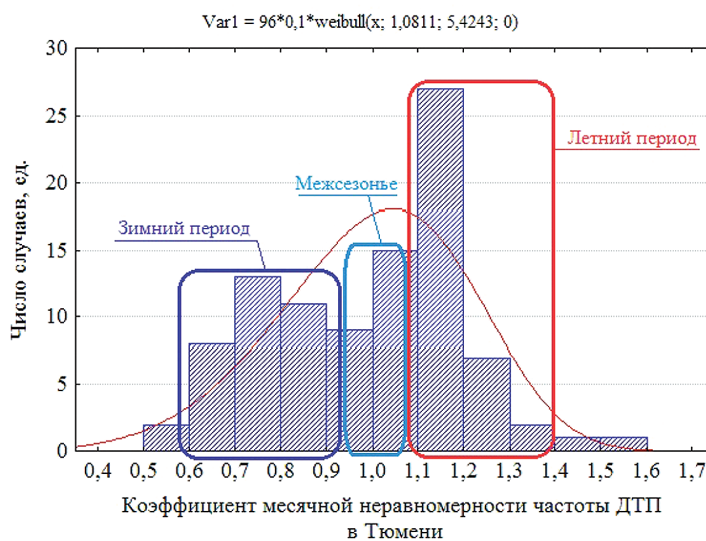


Рис. 3. Распределение частотности коэффициента сезонности ДТП с жертвами (распределение Вейбулла) в период 2005–2012 гг.

навыки. Часто выбираются неадекватные дорожной обстановке скоростные режимы движения автомобиля, что способствует повышению вероятности возникновения ДТП. Увеличивается вероятность опасных аварийных ситуаций, что и реализуется: значения $K_{ДТП_{сез}}$ возрастают до 1,2–1,4. Переходный период между сезонами года ($K_{ДТП_{сез}} = 0,95...1,05$), или «межсезонье» (чаще всего это май и ноябрь), с позиций автотранспортной аварийности продолжается не более двух-трех месяцев в году.

Отрицательное значение автокорреляции с лагом шесть месяцев свидетельствует о противоположных тенденциях в формировании характеристик аварийности в различные сезоны. Отсутствие автокорреляции для случаев с лагом три месяца тоже объяснимо. Межсезонье (осень, весна) представляет собой переходный режим между зимними и летними условиями, и в этот период возможны самые разные сценарии формирования как погодных-транспортных условий, так и характеристик аварийности.

Следует отметить, что в течение восьми лет наблюдений периоды относительно высокой и низкой автотранспортной

аварийности различались по продолжительности. Во многом это определялось влиянием внешних условий, в частности особенностями температурного фона соответствующего сезона.

На основании представленных результатов можно сделать заключение, что гипотеза о сезонной устойчивости характеристик автотранспортной аварийности АТС г. Тюмени доказана. Учет относительного сезонного роста и спада автотранспортной аварийности позволит рациональнее планировать деятельность ГИБДД и транспортных организаций, направленную на предотвращение ДТП, резервирование и корректировку необходимых ресурсов в течение года. ■

Литература

1. Петров А. И. Формирование эффективности автомобилей в суровых погодных-транспортных условиях // Автотрансп. предприятие. 2011. № 5. С. 41–44.
2. Петров А. И. Влияние внешней среды на устойчивость системы пассажирского общественного транспорта. Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. 300 с.
3. Петров А. И. Город. Транспорт. Внеш-

няя среда. Устойчивость общественного транспорта в условиях неблагоприятного влияния внешней среды. Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. 358 с.

4. Петров А. И. Особенности формирования автотранспортной аварийности в пространстве и времени. Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. 254 с.
5. Захаров Н. С. Влияние сезонных условий на процессы изменения качества автомобилей: дис. ... д-ра техн. наук. Тюмень, 2000. 512 с.
6. Захаров Н. С., Абакумов Г. В., Бугаев К. В. и др. Актуальные проблемы эксплуатации автомобилей и транспортно-технологических машин в нефтегазодобывающем регионе // Изв. вузов. Нефть и газ. 2006. № 6. С. 77–79.
7. Мерданов Ш. М. Научные основы создания комплексов машин для строительства временных зимних дорог в районах Севера и Сибири: дис. ... д-ра техн. наук. Тюмень, 2010. 327 с.
8. Автокорреляция уровней временного ряда. Образовательный портал: учебные материалы и онлайн-калькуляторы. URL: <http://math.semestr.ru/corel/autocorrelation.php>.

портал для специалистов транспортной отрасли www.rostransport.com


ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОРТАЛ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

[О нас](#)
[Новости](#)
[Реклама](#)
[Партнёры](#)
[Контакты](#)

Журнал "Транспорт РФ" Журнал "Наука и транспорт"




Наши рекламодатели



Е. А. Куклев
Д.т.н., профессор, зав. кафедрой механики СПбГУ ГА

Безопасность

Повышение безопасности движения поездов в метрополитене

Рассмотрены процессы смены дискретных состояний транспортной системы, возникающих при нарушении требований стандартов эксплуатации и ремонта, и представляющих угрозы безопасности эксплуатации систем городского транспорта — в частности, на метрополитене — в форме возможных катастрофических последствий. Используются модели исчисления рисков в высоконадежных системах. ...

Внимание! Идет подписка на второе полугодие 2014 года на журнал «Транспорт Р»

Новости отрасли

- 2014-11-11** ТЭО Керченского моста будет готово к декабрю

 Техико-экономическое обоснование для строительства мостового перехода через Керченский пролив будет готово в конце ноября - начале декабря. Об этом заявил в Калининграде заместитель руководителя Федерального дорожного агентства (Росавтодор) Андрей Костюк. [Далее >>>](#)
- 2014-11-11** Провозная способность Транссиба и БАМа увеличится вдвое

 Правительство России утвердило паспорт проекта модернизации БАМа и Транссиба. Общий объем инвестиций в проект до 2018 года составит 560 млрд рублей. Из них 110 млрд будет направлено непосредственно из госбюджета, 150 млрд рублей — из Фонда национального благосостояния, еще 300 млрд — по инвестпрограмме РЖД. Причём средства из ФНБ вкладываются на возвратной основе. [Далее >>>](#)
- 2014-11-11** В калининградском аэропорту введут режим "открытого неба"

 Калининградский аэропорт Храброво сможет принимать российские и иностранные суда в режиме "открытого неба". Об этом вчера сообщил глава минтранса РФ Максим Соколов во время своего рабочего визита в Калининградскую область. [Далее >>>](#)

[читать все новости](#)

Новости компаний

- 2014-11-10**
В ЗАО "Авиастар-СП" открылся Центр специализации по изготовлению компонентов из стали, алюминия и титана
- 2014-11-05**
Аэрофлот открывает продажу билетов по льготным тарифам на маршрутах между Дальним Востоком и Забайкальем в России

Наши новости

- Вышел из печати 53 номер журнала «Транспорт Российской Федерации». Тема номера: «Город и транспорт» [Далее >>>](#)
- Вышел из печати очередной 52 номер журнала «Транспорт Российской Федерации»


Регистрация **Заявка на ведение блога**

Перевозки
 Портал, посвященный перевозкам и перевозчикам. Более 20000 компаний

Библиотека

Блоги

Наука для транспорта
 Перспективные и новейшие разработки ученых



В. Б. Савчук
руководитель департамента исследований железнодорожного транспорта ИПЕМ

Ж/д транспорт

Проблемы финансирования пригородных пассажирских перевозок в России

С 2012 г. в Российской Федерации ежегодно отменяются около 150 пар пригородных поездов, в нынешнем году их число может превысить 300, при этом растут тарифы на проезд. Причина — недостаточное финансирование. Исправить ситуацию с 2015 г. Должна утвержденная в мае 2014 г.