

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство  
"Инновационное машиностроение"

Главный редактор **И. Ф. ГУМЕРОВ**, канд. техн. наук,  
заместитель генерального директора ПАО "КАМАЗ" —  
директор по развитию

Заместитель главного редактора **А. С. САВЧЕНКО**

### Редакционный совет

**В. С. Антипенко**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Е. В. Балакина**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Д. Х. Валеев**,  
д-р техн. наук  
**Ю. Э. Васильев**,  
д-р техн. наук, проф.  
**С. М. Гайдар**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Л. В. Грехов**,  
д-р техн. наук, проф.  
**В. А. Зорин**,  
д-р техн. наук, проф.  
**М. Ю. Карелина**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Н. Т. Катанаев**,  
д-р техн. наук, проф.  
**В. Н. Козловский**,  
д-р техн. наук, проф.  
**В. В. Комаров**,  
канд. техн. наук  
**А. В. Кочетков**,  
д-р техн. наук, проф.

**В. А. Марков**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Л. Б. Миротин**,  
д-р техн. наук, проф.  
**А. Н. Новиков**,  
д-р техн. наук, проф.  
**А. Н. Ременцов**,  
д-р пед. наук, проф.  
**О. Н. Румянцева**,  
генеральный директор  
ООО "Издательство  
"Инновационное  
машиностроение"  
**А. Ф. Синельников**,  
канд. техн. наук, проф.  
**А. А. Солнцеv**,  
д-р техн. наук, проф.  
**В. С. Устименко**,  
канд. техн. наук  
**Х. А. Фасхиев**,  
д-р техн. наук, проф.  
**Н. Д. Чайнов**,  
д-р техн. наук, проф.

### Корпункт:

Я. Е. Карповский (г. Минск)

### Адрес редакции:

107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 12  
Тел. (499) 269-48-96  
E-mail: [gruzovik@mashin.ru](mailto:gruzovik@mashin.ru); [gruzovik.mashin@gmail.com](mailto:gruzovik.mashin@gmail.com),  
<http://www.mashin.ru>

### Адрес издательства:

107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 2  
Тел. (495) 661-03-36

Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).  
Регистрационный номер ПИ № ФС77-63955  
от 09.12.2015 г.

### Подписной индекс:

по объединенному каталогу  
"Пресса России" 39799

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение»,  
"Грузовик", 2021

Перепечатка материалов из журнала «Грузовик» возможна при  
обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При  
перепечатке материалов ссылка на журнал «Грузовик» обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет  
рекламодатель.



## В НОМЕРЕ:

### Конструкция

- 3** *Фасхиев Х. А.* Требования к статической и усталостной прочности балок переднего моста грузового автомобиля

### Исследования. Расчет

- 10** *Грушецкий С. М.* Научный анализ функционирования аппаратной части системы мониторинга дорожных машин
- 21** *Губанов В. Г.* Экспериментальные исследования прогиба гидроцилиндра в результате его эксплуатационного нагружения

### Эксплуатация. Ремонт

- 27** *Павлишин С. Г., Бянкин А. А., Павлишина Ю. С.* Совершенствование организации контроля состояния транспортных средств при обязательном техническом осмотре

### Городской пассажирский наземный транспорт

- 33** *Шемякин А. В., Стоян М. В., Терентьев А. С., Терентьев В. В., Андреев К. П., Мартынушкин А. Б.* Оценка качества обслуживания пассажиров городским транспортом

### Безопасность

- 39** *Мамити Г. И., Маргиев Э. А., Сланов С. А.* Обеспечение безопасности движения автомобилей

### Транспортный комплекс

- 42** *Жебрик Э. Л.* Современное состояние и перспективы развития сети автомобильных дорог на территории Дальнего Востока в контексте обеспечения экономической безопасности региона

### Информация

- 48** Выставки. Конференции. Презентации

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House  
"Innovative Engineering"

Editor-in-Chief I. F. GUMEROV, cand. tehn. s.,  
deputy general director JSC "KAMAZ" —  
director of development

Deputy Editor-in-Chief A. S. SAVCHENKO

### Editorial council

V. S. Antipenko,  
dr. en. s., prof.  
E. V. Balakina,  
dr. en. s., prof.  
D. H. Valeev,  
dr. en. s.  
Ju. E. Vasilyev,  
dr. en. s., prof.  
S. M. Gaidar,  
dr. en. s., prof.  
L. V. Grekhov,  
dr. en. s., prof.  
V. A. Zorin,  
dr. en. s., prof.  
M. Ju. Karelina,  
dr. en. s., prof.  
N. T. Katanaev,  
dr. en. s., prof.  
V. N. Kozlovsky,  
dr. en. s., prof.  
V. V. Komarov,  
cand. tehn. s.

A. V. Kochetkov,  
dr. en. s., prof.  
V. A. Markov,  
dr. en. s., prof.  
L. B. Mirotin,  
dr. en. s., prof.  
A. N. Novikov,  
dr. en. s., prof.  
A. N. Rementsov,  
dr. hab, phd in en. s.  
O. N. Rumyantseva,  
gen. dir. JSC "Publisher  
"Innovative Engineering"  
A. F. Sinelnikov,  
cand. tehn. s., prof.  
A. A. Solntsev,  
dr. en. s., prof.  
V. S. Ustymenko,  
cand. tehn. s.  
J. A. Faskhiyev,  
dr. en. s., prof.  
N. D. Chaynov,  
dr. en. s., prof.

### Correspondent's office:

Ya. E. Karpovsky (Minsk)

### Address of the editorial office:

107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 12  
Ph. (499) 269-48-96  
E-mail: [gruzovik@mashin.ru](mailto:gruzovik@mashin.ru); [gruzovik.mashin@gmail.com](mailto:gruzovik.mashin@gmail.com);  
<http://www.mashin.ru>

### Address of publishing house:

107076, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 2  
Ph. (495) 661-03-36

The magazine is registered by the Federal Service for  
Supervision of Communications,  
Information Technology and Mass Communications  
(Roskomnadzor).

Registration number PI number FS77.-63955  
on December 9, 2015

### Subscription index:

according to the integrated catalog  
"Press of Russia" 39799

JSC Innovatsionnoye mashinostroyeniye Publishing House,  
"Truck", 2021



## CONTENTS:

### Design

- 3 Faskhiyev Kh. A. Requirements for static and fatigue strength of beams front axle of a truck

### Research. Calculation

- 10 Grushetsky S. M. Scientific analysis of critical reduction and increase of actual operational efficiency of road-building machines
- 21 Gubanov V. G. Experimental studies of the deflection of the hydraulic cylinder as a result of its operational loading

### Operation. Repair

- 27 Pavlishin S. G., Byankin A. A., Pavlishina Yu. S. The improving of monitoring the condition of vehicles organization during mandatory technical inspection

### Public passenger land transport

- 33 Shemyakin A. V., Stoyan M. V., Terentyev A. S., Terentyev V. V., Andreev K. P., Martynushkin A. B. Assessment of the quality of passenger service by urban transport

### Safety

- 39 Mamiti G. I., Margiev E. A., Slanov S. A. Ensuring vehicle safety

### Transport Complex

- 42 Zhebrik E. L. The current state and prospects for development of the road network in the Far East in the context of providing economic security of the region

### Information

- 48 Exhibitions. Conferences. Presentations

УДК 629.113

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-9-3-9

**Х. А. Фасхиев**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО "Уфимский государственный авиационный технический университет", г. Уфа  
E-mail: faskhiev@mail.ru

## ТРЕБОВАНИЯ К СТАТИЧЕСКОЙ И УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ БАЛОК ПЕРЕДНЕГО МОСТА ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

*На основе результатов дорожных испытаний напряженно-деформированного состояния балки управляемого моста грузового автомобиля разработаны рекомендации по ее проектированию. Выявлены наиболее нагруженные зоны балки в условиях эксплуатации. Определены запасы прочности балки моста по изгибу и кручению, соотношения моментов сопротивления изгибу в вертикальной и горизонтальной плоскости. Установлен режим испытания и норма стендовой усталостной долговечности балки моста.*

**Ключевые слова:** балка моста, грузовой автомобиль, прочность, изгиб, закручивание, нагрузка, коэффициент динамичности, запас прочности, эксплуатационные требования.

*Based on the results of road tests of the stress-strain state of the beam of the controlled bridge of a dump truck, recommendations for its design were developed. The most loaded zones of the beam under operating conditions have been identified. The safety margins of the bridge beam in bending and torsion, the ratio of the moments of resistance to bending in the vertical and horizontal planes have been determined. The test mode and the standard of the bench fatigue life of the bridge beam have been established.*

**Keywords:** bridge beam, truck, strength, bending, twisting, load, dynamic factor, safety margin, operational requirements.

---

### Ссылка для цитирования

**Фасхиев Х. А.** Требования к статической и усталостной прочности балок переднего моста грузового автомобиля // Журнал "Грузовик", 2021. № 9. С. 3—9.

### Link for citation

**Faskhiev Kh. A.** Requirements for static and fatigue strength of beams front axle of a truck // Journal "Truck", 2021. No. 9. P. 3—9.

---

Одним из тяжело нагруженных несущих деталей грузовых автомобилей является балка переднего моста. К ней предъявляется целый ряд довольно жестких и противоречивых эксплуатационных требований. К балке переднего моста неполноприводного автомобиля предъявляются следующие требования: малый вес; высокая несущая способность, необходимая изгибная и крутильная жесткость для обеспечения точной управляемости автомобилем; статическая прочность, обеспечивающая отсутствие пластических деформаций и разрушений при воздействии максимальных эксплуатационных нагрузок; высокая долговечность для обеспечения работы узла без усталостных повреждений в течение всего срока службы транспортного средства.

Балка переднего моста по критерию "прочность" характеризуется двумя показателями: максимальной нагрузкой по текучести и усталостной долговечностью. При проектировании автомобиля расчетными методами можно оценить статическую прочность балки. А вот с усталостной долговечностью проблема гораздо серьезнее, так как у разработчика, с одной стороны, отсутствуют характеристики эксплуатационной нагруженности, с другой — характеристики усталостной прочности. Причем обе эти характеристики имеют вероятностный характер, достаточно широкий диапазон разброса показателей. Практика показывает, что даже при наличии достоверно известных усталостных характеристик, законов распределения эксплуатационных нагрузок,

долговечность, полученная расчетным путем, может в 2–3 раза отличаться от эксплуатационной [1]. Одним из решений проблемы является разработка норм прочности балок передних мостов по статическим напряжениям. При этом принятые нормы прочности по статическим нагрузкам должны обеспечивать необходимую надежность балки по критерию "усталостная долговечность".

Балкам передних мостов по условиям управляемости предъявляются повышенные требования по изгибной и крутильной жесткости. Для обеспечения требуемой жесткости балки выполняются со значительными геометрическими размерами, и в результате амплитуды переменных изгибных напряжений даже в опасных сечениях не превышают значение предела выносливости. Кроме того, надо учесть, что балки мостов, как правило, изготавливаются из высокопрочных среднеуглеродистых сталей. Они обязательно подвергаются термической обработке. В результате балки мостов имеют предел текучести более 500 МПа, а предел усталостной выносливости — более 200 МПа. Многолетняя практика и опыт эксплуатации грузовых автомобилей показывают, что если балки мостов обеспечить необходимым запасом прочности по статическим напряжениям изгиба и кручения по текучести, то они имеют необходимый запас и по усталостной долговечности [2, 3]. В известных конструкциях автомобилей семейства КАМАЗ, например, еще не было случая усталостного разрушения балки переднего моста, но при этом были случаи потери геометрической формы балок по причине их пластического деформирования [2]. Причем пластическая деформация балки, как правило, происходит в горизонтальной плоскости. Причиной тому является удар одного из колес о вертикальное препятствие. Пластический изгиб в вертикальной плоскости крайне редкое явление, и оно может произойти по причине провала переднего колеса загруженного автомобиля в выбоину при движении с высокой скоростью. Скручивание балок наиболее вероятно при торможении с юзом груженого автомобиля с одновременным ударом колеса о препятствие.

Вышесказанное дает повод утверждать, что нормы прочности балок передних мостов необходимо принимать по горизонтальным и вертикальным изгибным напряжениям и по напряжениям кручения, так как пластическое деформирование балок приводит к нарушению управляемости автомобиля, повышению интенсивности изнашивания шин передних колес. За предельные значения статических напряжений должны быть при-

няты пределы материала балки по нормальным и касательным напряжениям, и запасы прочности должны устанавливаться относительно них. Тогда будут соблюдаться и требования к балкам по усталостной долговечности.

Для расчета запасов по статической прочности надо знать максимальные значения эксплуатационных напряжений в опасных сечениях балки, и пределы текучести материала балки. В автостроении в целях унификации часто одними и теми же балками мостов комплектуется все семейство автомобилей, несмотря на существенное различие у них осевых нагрузок. Поэтому нормы прочности должны быть разработаны на основе исследований напряженно-деформированного состояния балок автомобилей, эксплуатирующихся в наиболее тяжелых условиях. В роли таковых рекомендуется принять строительные и/или карьерные самосвалы. Значительный пробег самосвалов происходит в условиях бездорожья, например при строительстве дорог, где условия движения в корне отличаются от условий эксплуатации автомобилей на магистралях. Конструкции балок, разработанные для самосвалов, могут быть безболезненно распространены и на другие типы семейства.

Исследование напряженно-деформированного состояния балок передних мостов автомобилей семейства КАМАЗ в эксплуатации исследовалось на серийно выпускаемом строительном самосвале грузоподъемностью 13 т. Номинальная нагрузка на переднюю ось снаряженного самосвала по техпаспорту составляет 28,6 кН, а с грузом — 49,4 кН. Балка автомобиля изготовлена из стали 45Х методомковки ( $\sigma_T = 750$  МПа). Исследования деформаций на балке моста самосвала проводились на полигоне ФГУП ГНЦ "НАМИ". На исследуемую балку были наклеены 16 тензодатчиков типа 2ПКБ10-200 (рис. 1). В качестве тензометрической и регистрирующей аппаратуры были использованы шестиканальный тензоусилитель KWS/6A-5 и шлейфовый осциллограф К12-22. Записи деформаций проводились на полигоне ФГУП ГНЦ "НАМИ". Скорость движения автомобиля определялась исходя из дорожных условий. В частности, на треке со сменными неровностями скорость самосвала равнялась 10 км/ч, на "бельгийской мостовой" — 40 км/ч, торможение на асфальте производилось со скорости 70 км/ч до полной остановки автомобиля.

Максимальное напряжение на балке моста (табл. 1) наблюдается с наружной стороны рессорной площадки на верхней полке двутавра (датчик 13) при торможении автомобиля.

# КОНСТРУКЦИЯ

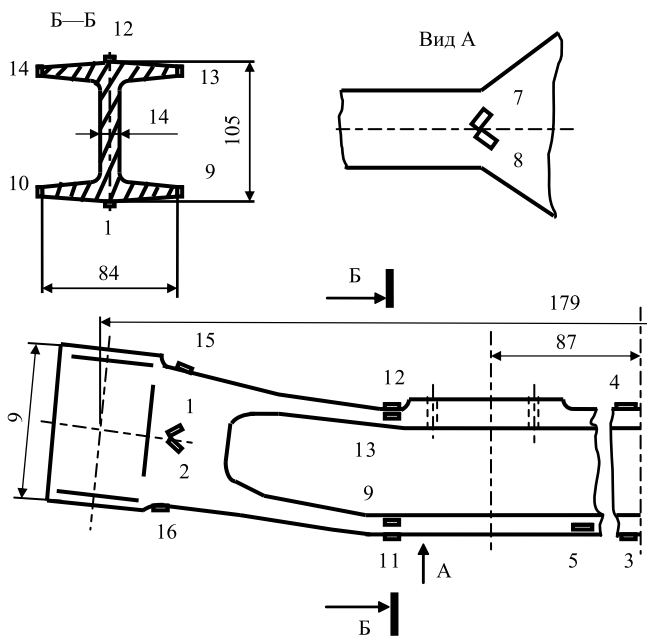


Рис. 1. Схема наклейки тензодатчиков на балку переднего моста самосвала грузоподъемностью 13 т

Максимальные напряжения сжатия в этой зоне доходят до 556 МПа. При статическом нагружении моста напряжения в этой зоне не превышают 86 МПа, т. е. коэффициент динамичности в зоне рессорной площадки на верхней полке двутавра доходит до 6,5. Напряжения в опасной зоне складываются из напряжений от вертикальных и горизонтальных нагрузок, действия которых при торможении суммируются и создают напряжения сжатия.

Исследования показали, что максимальные деформации растяжения наблюдаются на нижней полке с передней стороны балки в зоне установки датчика 6. Это объясняется тем, что на этой зоне происходит суммирование деформаций растяжения от вертикальных и горизонтальных нагрузок. При торможении грузового автомобиля максимальный коэффициент динамичности в этой зоне равнялся 4,2. На участке между рессорными площадками деформации меньше, чем со стороны колеса по сечению Б-Б, что отмечается и Марголисом С. Я. [3].

Таблица 1

Результаты измерений максимальных напряжений балки переднего моста автомобиля КАМАЗ-55111 грузоподъемностью 13 т, МПа

№ датчика	Статическое нагружение		Динамическое нагружение				Бельгийская мостовая (груженный)
	снаряженный	груженный	Торможение		Трек со сменными неровностями		
			снаряженный	груженный	снаряженный	груженный	
1	2,0	-2,0	140,0	177,0	-14,0	-22,0	24,0
2	-16,0	-30,0	-276,0	342	10	9	-47
3	94	122	184	130	163	226	290
4	-110	-148	-142	-220	-166	-240	-290
5	110	112	-64	-130	198	224	192
6	106	112	448	464	193	312	199
7	30	36	-270	52	-296	-73	-66
8	28	36	368	378	-132	124	92
9	60	76	-48	-101	116	140	148
10	56	78	306	343	186	278	208
11	70	94	174	232	159	183	131
12	-74	-102	-191	-270	-122	-244	-158
13	-58	-86	-498	-556	-253	-382	-270
14	-68	-92	252	260	-148	-179	-188
15	-52	-84	-97	-148	-156	-196	-108
16	64	106	134	290	130	306	173

# КОНСТРУКЦИЯ

Четыре датчика 7, 8, 11 и 12, которые расположены на верхней и нижней полках фиксировали напряжения от сил, расположенных на вертикальной плоскости. В зависимости от типа дорог напряжения в этих датчиках увеличивались относительно номинальных в 2–2,9 раза. Наибольший коэффициент динамичности от вертикальных нагрузок наблюдался при движении самосвала по "бельгийской мостовой" со скоростью 40...50 км/ч. Максимальное напряжение растяжения наблюдалось на нижней полке между рессорными площадками, равное 297 МПа. Это объясняется воздействием, кроме внешних сил, инерционных нагрузок от массы самой балки. При движении самосвала по "разбитой" грунтовой дороге суммарные напряжения от вертикальных и горизонтальных сил превышали статические напряжения от 2 до 4,5 раза.

Динамические коэффициенты нагруженности балки в ходе дорожных испытаний самосвала определялись относительно статических напряжений только от вертикальной номинальной нагрузки. Как видно из табл. 1, в наиболее нагруженной зоне (датчик 13) динамический коэффициент может возрасти до 6,5. Отсюда вывод, что запас статической прочности по изгибу в вертикальной плоскости для строительных самосвалов должен быть не менее 6,5. Данный запас прочности относится к сечению в зоне рессорной площадки. В этой зоне на нижней полке двутавровой

балки суммируется результат растягивающегося воздействия вертикальных и горизонтальных сил.

При проектировании размеры сечения балки в горизонтальной плоскости могут быть определены исходя из соотношения моментов сопротивления изгибу балки от вертикального и горизонтального изгибающего момента. Максимальные нагрузки на горизонтальной плоскости на балку моста наблюдаются при торможении груженого автомобиля юзом и/или при столкновении одного из колес с вертикальным препятствием. Коэффициент скольжения шин на сухой асфальтобетонной дороге составляет в пределах 0,32...0,50. Тогда на балку моста будет действовать горизонтальная сила, которая в 2–3 раза меньше, чем вертикальная. Практика показывает, что моменты сопротивления изгибу у значительного числа конструкций балок мостов находятся именно в этих пределах (табл. 2).

Испытания автомобилей в условиях эксплуатации показывают [2, 3], что напряжения в горизонтальной плоскости в среднем составляют 50 % от вертикальных, но в отдельных случаях, например при ударе колес о препятствие, напряжения могут достигать до 70 % от вертикальных. Исходя из анализа нагруженности балок мостов в экстремальных дорожных условиях, можно рекомендовать, что для автомобилей с осевой нагрузкой до 3 т отношение момента сопротивления изгибу в вертикальной плоскости ( $W_B$ ) к моменту сопро-

Таблица 2

Характеристики балок передних мостов некоторых типов автомобилей\*

Автомобиль	Осевая нагрузка, т	Масса балки, кг	Материал балки	Момент сопротивления изгибу, $10^{-6} \text{ м}^3$		Отношение $W_B/W_T$
				вертикальный	горизонтальный	
ЗИЛ-130	2,780	50,5	45	65,5	30,16	2,14
ГАЗ-53	1,775	35	30X	31,74	14,13	2,24
УАЗ-451М	1,200	32	40X	18,4	7,9	2,33
МАЗ-504В	4,410	75	40X	86,06	34,81	2,47
КАМАЗ-5320	4,375	66	45X	102	38,8	2,63
КАМАЗ-55111	4,470	66	45X	102	38,8	2,63
Ford Transit 900	0,980	17,9	30X	17,80	7,80	2,28
GMC-7500 (США)	4,000	63	45	46,12	14,50	3,18
International 190 (США)	4,000	70	45	80,65	43,11	1,87
Е-5320 (США)	3,920	78,6	45	92,38	38,90	2,37

\* При расчете моментов сопротивления изгибу балок не учтены штамповочные уклоны.

тивления изгибу в горизонтальной плоскости ( $W_T$ ) в пределах 2...2,3, а для автомобилей с осевой нагрузкой выше 3 т — в пределах 2,3...2,7.

Измерения показали, что максимальные прогибы балок осей с вышеприведенными значениями соотношения моментов сопротивления сечения в вертикальной и горизонтальной плоскости под действием статической осевой нагрузки при полной массе автомобиля составляли от 1 до 1,5 мм на 1 м колеи колес.

Важным оценочным показателем прочности балки моста является также запас прочности по кручению, который определяется как отношение момента кручения по текучести к максимальному крутящему моменту балки, реализуемому при экстремальном торможении на сухой асфальтобетонной дороге. В литературе отсутствуют какие-либо данные запаса прочности по кручению балок мостов, поэтому были проведены экспериментальные исследования на кручение балок мостов автомобилей КамАЗ первых выпусков и модернизированных, балки которых изготовлены из стали 45 ( $\sigma_T = 700$  МПа) и 45Х ( $\sigma_T = 720$  МПа) соответственно. Предел текучести по кручению у балок из стали 45 находится в пределах 20...22 кН·м, а из стали 45Х — в пределах 25...26 кН·м, т. е. больше на 18 %. В эксплуатации балки из стали 45 на автомобилях КамАЗ-55111, осевая нагрузка которых 44,7 кН, в отдельных случаях имели пластические деформации от крутящего момента, приложенного на балку.

Максимальный крутящий момент, реализуемый тормозным устройством исследуемого самосвала, составлял 1500 кГ·м. При этом надо учесть, что если при торможении колеса ударяются о препятствие, крутящий момент существенно возрастает. Не исключается возможность пластического скручивания балки, что недопустимо. При изготовлении балки из стали 45 запас прочности по кручению равнялся 1,4. В эксплуатации у балок из стали 45 были случаи пластического деформирования от крутящего момента, поэтому для изготовления балок начали применять сталь 45Х. При этом запас прочности балки по текучести на кручение повысился до 1,7. Балки мостов из стали 45Х в эксплуатации показали высокую надежность, не было зафиксировано ни одного случая потери формы. Можно сделать вывод, что запас прочности балок по кручению должен быть в пределах от 1,5 до 1,7. Необходимо отметить, что верхний предел запаса прочности рекомендуется для строительных самосвалов, а нижний — для магистральных автомобилей.

Балки мостов, как и все остальные несущие детали автомобиля, в эксплуатации подвергаются случайным переменным нагрузкам, поэтому целесообразно разработать для них нормы и по усталостной прочности. Проблема разработки норм усталостной долговечности в том, что на этапе разработки отсутствуют сведения об эксплуатационной нагруженности балок переменными во времени нагрузками. Кроме того, подтверждение соответствия изделия требованиям по усталостной долговечности требует значительных временных и материальных затрат, а числовое моделирование не всегда удовлетворяет требованию достоверности расчетов. Наиболее достоверная оценка долговечности детали может быть получена на этапе доводки автомобиля по данным режимометрирования в дорожных условиях и лабораторных испытаний по их результатам с целью определения усталостной долговечности. Усталостные испытания балок по результатам дорожного режимометрирования длятся долго и не всегда дают желаемый результат. Дело в том, что амплитуда переменных напряжений даже в наиболее нагруженных зонах, как правило, меньше амплитуд напряжений, соответствующих пределу выносливости балки моста. По этой причине при стендовых испытаниях не происходят усталостные разрушения, т. е. невозможно установить долговечность детали.

Проблема проверки детали на соответствие требованиям усталостной долговечности может быть решена путем его ускоренных испытаний под воздействием повышенных регулярных переменных нагрузок. Величину амплитуд нагрузок можно увязать с номинальной нагрузкой на мост. Проведя таким образом усталостные испытания, успешно рекомендовавших себя в эксплуатации конструкций и вновь спроектированных, можно сделать вывод об их соответствии эксплуатационным требованиям.

Испытаниями балок мостов самосвала с грузоподъемностью в 13 т в дорожных условиях было установлено, что амплитуда переменных напряжений в опасных зонах при экстремальном торможении не превышает 556 МПа (датчик 13). На неровной дороге амплитуда напряжений в этой зоне достигает 260 МПа. Режимометрические дорожные испытания показали, что коэффициент динамичности даже на самых наиболее нагруженных зонах на балках передних мостов не превышает значение 2,5. Кстати, в работе [3] при испытании балок ведущих и не ведущих передних мостов были получены аналогичные результаты. С целью максимального ускорения усталостные

испытания балок мостов рекомендуется проводить под нагрузкой в 2,5 раза превышающей номинальную статическую нагрузку на мост. При усталостных испытаниях отнулевая циклическая нагрузка с частотой в 7 Гц прилагается на рессорные площадки балки моста, т. е. также как в реальной конструкции. Описанный режим нагружения при стендовых испытаниях соответствует наиболее тяжелому нагружению балки моста самосвала в условиях эксплуатации. Тем самым происходит максимальное ускорение испытаний. Физические процессы накопления усталостных повреждений при ускоренных стендовых испытаниях и в эксплуатации должны быть идентичными. Для этого испытания балок мостов проводятся в сборе. При испытании на поворотные кулаки "надевают" специальные башмаки с закругленной опорной поверхностью. Башмаки опираются на металлические масляные ванны, которые неподвижно закреплены на раме стенда, оснащенного гидравлическими пульсаторами. В НТЦ ПАО "КАМАЗ" в роли нагружающего устройства, например, используют гидропульсаторы фирмы PZA (Германия) [4].

С целью проверки усталостной долговечности балок мостов 13-тонного самосвала были проведены усталостные испытания шести балок, три из которых были изготовлены из стали 45 ГОСТ 1050—88 и 3 — из стали 45Х ГОСТ 4543—71. Исходя из номинальной статической нагрузки на балку, равной 44,8 кН, был определен размах амплитуды от нулевой циклической нагрузки — 112 кН. Максимальное значение напряжения растяжения на нижней полке под рессорной площадкой балки при испытаниях составляло 306 МПа.

Усталостные испытания показали (табл. 3), что долговечность балок мостов до разрушения



**Рис. 2. Место разрушения балки переднего моста при усталостных испытаниях**

составляет от  $1,4 \cdot 10^6$  до  $1,6 \cdot 10^6$  циклов. Полученные результаты довольно высокие, что объясняется тем, что материалы, которые применяются для изготовления балок, имеют предел выносливости 320...420 МПа, а амплитуда переменных напряжений даже в опасных зонах от приложенных при испытании нагрузок обычно меньше этих величин. Обычно долговечность балок мостов существенно больше ресурса автомобиля до списания, на что указывает и автор работы [3]. Можно утверждать, что при обеспечении требуемой жесткости и запасов прочности по напряжениям изгиба и кручения балки передней оси она будет обладать и достаточной усталостной долговечностью.

Разрушения всех шести балок произошли по наиболее нагруженному сечению с концентратором напряжений — по сечению наружных отверстий под стремянки рессор (рис. 2). Трещины образовались на нижней полке в зоне сужения балки под стремянки. В ходе дорожных испытаний именно в этой зоне и были зафиксированы максимальные напряжения растяжения. Было также установлено, что долговечность балок у сталей 45 и 45Х практически одинаковая.

Практика проектирования и эксплуатации балок мостов показывает, что если балки мостов при ускоренных испытаниях вышеприведенной методики имеют долговечность более 1 млн циклов, то они в эксплуатации за весь срок службы не разрушаются под воздействием переменных во времени нагрузок. Следовательно, долговечность в  $1 \cdot 10^6$  циклов под циклической нагрузкой, в 2,5 раза превышающей номинальную статическую нагрузку на мост, может быть принята как норма усталостной прочности балок передних мостов.

Таблица 3

**Результаты усталостных испытаний балок передних мостов автомобиля самосвала грузоподъемностью 13 т**

Материал балки	Номер образца	Число циклов до разрушения, $N \cdot 10^{-6}$	Место разрушения
Сталь 45 ( $\sigma_T = 710$ МПа)	1	1,59	По отверстию под стремянки (рис. 2)
	2	1,47	
	3	1,50	
Сталь 45 ( $\sigma_T = 750$ МПа)	4	1,45	
	5	1,61	
	6	1,56	



## Выводы

1. Работоспособность в эксплуатации балок управляемых мостов, изготовленных из термически обработанных среднеуглеродистых сталей, определяется запасами прочности по статическим напряжениям изгиба и кручения. Балка моста, которая удовлетворяет требованиям исключения пластических деформаций под экстремальными нагрузками в эксплуатации, будет соответствовать требованиям и по усталостной долговечности.

2. Критериями прочности балок мостов являются запасы прочности по напряжениям изгиба и кручения, определенные из условия исключения пластических деформаций. Запас прочности балок управляемых мостов по напряжениям изгиба в вертикальной плоскости рекомендуется принимать не менее 7, а по кручению — 1,5...1,7. Для автомобилей с осевой нагрузкой до 3 т отношение момента сопротивления изгибу в вертикальной плоскости к моменту сопротивления изгибу в горизонтальной плоскости рекомендуется принимать в пределах 2...2,3, а для автомобилей с осевой нагрузкой выше 3 т — в пределах 2,3...2,7. Балка, сконструированная по этим нормам прочности, как правило, удовлетворяет требованиям по жесткости и усталостной долговечности.

3. Максимальные прогибы балок осей с вышеприведенными значениями соотношения моментов сопротивления сечения в вертикальной и гори-

зонтальной плоскости под действием статической осевой нагрузки при полной массе автомобиля не должны превышать 1,5 мм на 1 м колеи колес.

4. Балка моста из термически обработанной среднеуглеродистой стали, изготовленной с соблюдением вышеприведенных требований норм статической прочности при испытании под циклической нагрузкой в 2,5 раза превышающей номинальную нагрузку на мост, имеет усталостную долговечность более  $1 \cdot 10^6$  циклов, что достаточно для надежной эксплуатации балки моста за весь срок службы автомобиля.

5. Рекомендованные нормы прочности могут быть скорректированы с учетом условий эксплуатации автомобиля, применяемых материалов, требований его надежности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серенсен С. В. Несущая способность и расчеты на прочность деталей машин. — М.: Машиностроение, 1975. — 488 с.
2. Старк Д. А. Конструирование и испытание большегрузных автомобилей и тяжелых тракторов // Автомобильная промышленность США. — 1979. — № 2. — С. 21–27.
3. Марголис С. Я. Мосты автомобилей и автопоездов. М.: Машиностроение, 1983. — 160 с.
4. Фасхиев Х. А. Разработка норм прочности балок передних мостов грузовых автомобилей // Вестник УГАТУ. — 2014. — Т. 18. — № 3. — С. 106–111.

## ИЗДАТЕЛЬСТВО

### "ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ"

принимает подписку на журнал

### "ГРУЗОВИК"

### ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС. СПЕЦТЕХНИКА

на 2021 год

Подписавшись в издательстве, вы:

- 1) получаете без задержек журнал с первого номера;
- 2) экономите на стоимости почтовой доставки;
- 3) получаете скидку до 5 %.

Наши реквизиты:

E-mail: realiz@mashin.ru

Тел.: 8 (495) 785-60-69.

Отдел продаж, маркетинга, рекламы

WWW.MASHIN.RU

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

УДК 631.3

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-9-10-20

**С. М. Грушецкий**, канд. техн. наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), г. Санкт-Петербург  
E-mail: grushetsky.stanislav@yandex.ru

## НАУЧНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДОРОЖНЫХ МАШИН

*Как известно, система мониторинга дорожных машин является развивающейся системой, работа которой вызывает множество вопросов, как у специалистов, которые устанавливают данные системы на объектах работ, так и у лиц, осуществляющих эксплуатацию установленных систем мониторинга дорожных машин. Поэтому в данной статье рассматриваются основные виды датчиков и других элементов системы мониторинга дорожных машин, устанавливаемых практически на всех современных дорожных машинах. Речь пойдет об аппаратной части системы мониторинга дорожных машин — это элементы системы, которые устанавливаются непосредственно на объектах мониторинга. От точности и правильности установки датчиков, от точности передачи данных зависит объективность итоговой информации, а следовательно, сам результат работы системы мониторинга дорожных машин. Система мониторинга дорожных машин является сложной системой, которая имеет большое количество особенностей в работе. Целью данной статьи является выявить и проанализировать основные вопросы по установке и работе аппаратной части системы мониторинга дорожных машин, а также показать, как с помощью научного анализа работы системы мониторинга дорожных машин могут быть достигнуты значительные практические результаты при работе дорожных машин на конкретных объектах. Статья может иметь научный и практический интерес не только у лиц, занятых установкой и эксплуатацией системы мониторинга ДМ, но и у научных кадров, занимающихся исследованиями в данной области.*

**Ключевые слова:** дорожные машины, система мониторинга, датчики, эксплуатация, научная составляющая.

*As you know, the system of monitoring of road machines is a developing system, the work of which raises many questions, as well as among specialists who install these systems at the objects of work, as well as persons operating the installed systems of monitoring of road machines. Therefore, this article considers the main types of sensors and other elements of the monitoring system of road machines installed on almost all modern road machines. We will talk about the hardware part of the monitoring system of road machines — these are elements of the system that are installed directly at monitoring facilities. The accuracy and correctness of the installation, the accuracy of data transmission depends on the objectivity of the final information, and therefore the result of the work of the monitoring system of road machines. The monitoring system of road machines is a complex system that has a large number of features in operation. The purpose of this article is to identify and analyze the main issues on the installation and operation of the hardware of road machines. The article may have a scientific and practical interest not only among persons engaged in the installation and operation of the monitoring system of road machines, but also among scientific personnel engaged in research in this field.*

**Keywords:** road machines, monitoring system, sensors, operation of machines, scientific component.

---

Ссылка для цитирования

**Грушецкий С. М.** Научный анализ функционирования аппаратной части системы мониторинга дорожных машин // Журнал "Грузовик", 2021. № 9. С. 10—20.

Link for citation

**Grushetsky S. M.** Scientific analysis of critical reduction and increase of actual operational efficiency of road-building machines // Journal "Truck", 2021. No. 9. P. 10—20.

---

### Введение

На сегодняшний день существует пять поколений систем спутникового мониторинга ма-

шин. Работа систем первого и второго поколений ограничивалась техническими возможностями передачи получаемых данных. В системах первого поколения данные сбрасывались после прибытия

машин на базу. В системах второго поколения использовалась мобильная связь с сим-картами для передачи данных. С массовым распространением мобильного интернета системы первого и второго поколения утратили свою актуальность и на их смену пришли системы спутникового мониторинга машин третьего, четвертого и пятого поколений. Общим в работе данных систем является то, что передача данных на сервер в таких системах осуществляется с помощью мобильного интернета. Наиболее распространенной системой сегодня является система мониторинга машин третьего поколения [1]. В таких системах сервер устанавливается непосредственно у клиента и подключается к интернету и к локальной сети офиса. На сервер и на рабочие места пользователей устанавливается специализированное программное обеспечение. В некоторых случаях допускается аренда портов сервера. Системы четвертого и пятого поколений отличаются от систем третьего поколения использованием веб-технологий и объединением систем предыдущего поколения в единый, распределенный центр мониторинга мирового масштаба.

Как хорошо известно, любая система мониторинга дорожных машин (ДМ) состоит из аппаратной и программной части. Отличия систем по способу передачи данных имеют отношение прежде всего к программной части [2]. Поэтому, больше пойдет речь исключительно об особенностях функционирования аппаратной части системы мониторинга ДМ, которая, с одной стороны, в меньшей степени зависит от способа и особенностей передачи данных на сервер, но, с другой стороны, является одним из самых основных вопросов при получения объективных данных работы ДМ.

В зависимости от типа и функционального назначения ДМ сегодня существует и устанавливается большое количество датчиков, контролируемых рабочие параметры ДМ, но среди них есть датчики, которые устанавливаются прежде всего практически на всех ДМ. Это связано с необходимостью контроля положения и пройденного пути ДМ (локация), контроля уровня и расхода топлива, а также напряжения бортовой сети (устанавливается выборочно не на всех ДМ). Именно об элементах и датчиках, обеспечивающих контроль вышеуказанных основных параметров ДМ, и пойдет речь дальше.

Основой аппаратной части системы мониторинга ДМ является терминал. Терминалы устанавливаются в труднодоступных местах, закрываются защитной пленкой (включая винты) и пломби-

руются. Сами терминалы имеют герметичный корпус. Таким образом, достигается защита от агрессивной окружающей среды и от отрицательных действий (саботажа) со стороны операторов ДМ и третьих лиц. К сожалению, на практике довольно часто встречаются случаи, когда имеют место быть факты отсоединения проводов от терминала, попытки проникновения в сам терминал и т. д. На сегодняшний день терминалы системы мониторинга достаточно надежно защищены и хорошо себя зарекомендовали в работе. Им не страшны скачки напряжения, даже до 600 В, ошибки при подключении полюсов и т. д.

Поскольку целью данной статьи является проанализировать особенности работы аппаратной части системы мониторинга ДМ, то в конце раздела введения обозначим основные особенности работы аппаратной части системы мониторинга ДМ с целью их дальнейшего научного анализа [3].

*По локации работы ДМ.* Здесь можно встретить два основных вопроса. Первый — это "выбросы" системы. Под выбросами системы следует понимать неверные данные положения ДМ при ее работе. Второе — это расхождение между показаниями одометра ДМ и значением пробега ДМ, определенного навигационной системой мониторинга.

*По датчикам уровня топлива (ДУТ).* Наиболее распространенным явлением на практике является достаточно большая погрешность при измерении уровня топлива в баке из-за неправильности установки самого ДУТ. Кроме того, большая погрешность при измерении уровня топлива может быть из-за того, что при эксплуатации ДМ иногда пренебрегают сезонной перетарировкой при переходе с летнего на зимний периоды эксплуатации и наоборот. Также на работу ДУТ серьезное влияние оказывают загрязнения топливных баков, что является частым явлением при работе ДМ [4].

*По датчикам расхода топлива (ДРТ).* Объективность контроля данного параметра прямым образом зависит от правильности выбора и установки датчиков расхода топлива. Они могут быть однокамерные и двухкамерные. Первые применяются при отсутствии в топливной системе обратной магистрали, вторые применяются при наличии обратной магистрали в системе питания двигателя. Датчики второго типа еще называют дифференциальными.

*По датчикам контроля напряжения бортовой сети* можно отметить, что с теоретической и практической точек зрения данные датчики позволяют

достаточно объективно и быстро проверить многие рабочие параметры ДМ, а также проверить работу других систем ДМ, например, "выбросы" навигационной системы (см. выше) и других датчиков системы мониторинга ДМ.

## Материалы и методы

Рассмотрим и проанализируем отмеченные выше особенности работы аппаратной части системы мониторинга дорожных машин.

*По навигационным выбросам системы мониторинга ДМ.* Явление достаточно распространенное и неизбежное, суть которого заключается в том, что, например, ДМ в течение некоторого времени находилась в неподвижном состоянии, а система мониторинга показала передвижение ДМ на значительном расстоянии. Это происходит из-за ошибочных данных, не отражающих реальную ситуацию, в мобильном терминале системы, или из-за алгоритмической ошибки ГЛОНАСС/GPS модуля. Разделяют несколько типов навигационных выбросов: хаотичный, грубый, систематический [5].

Хаотичный навигационный выброс проявляется при движении ДМ с малой скоростью или при стоянке ДМ в течение непродолжительного времени. Причиной ошибок в работе оборудования являются помехи при отражении сигнала спутников от высотных зданий и других объектов [5].

Грубый навигационный выброс может проявиться при длительной стоянке ДМ. Характеризуется движением в некотором направлении

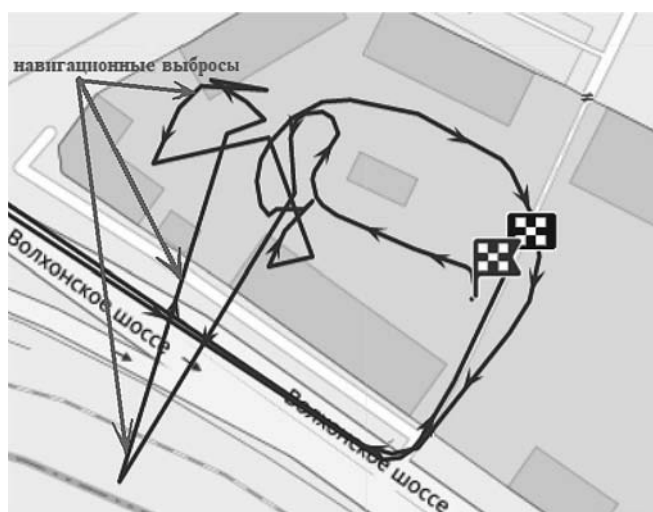


Рис. 1. Навигационные выбросы при работе дорожной машины

с постоянным ускорением в течение продолжительного интервала времени. Характерной особенностью данного вида выброса являются резкие скачки движения объекта на карте [5].

*Систематический навигационный выброс.* Заключается в отклонении координат местонахождения по одному или нескольким параметрам. Объясняется изменением условий приема сигналов со спутников [5].

Независимо от типа навигационных выбросов системы рассматриваемое явление оказывает отрицательное влияние на работу всей системы мониторинга ДМ. Для уменьшения вредного влияния выбросов в современных навигационных системах используют фильтрацию, что позволяет значительно уменьшить объемы обрабатываемой информации с сохранением ее достоверности. Фильтрация заключается в исключении избыточных данных, не приносящих значимых изменений о положении объекта, а также отсеивает выбросы, которые приводят к искажению данных и к ошибкам в определении местоположения ДМ. Можно выделить два вида фильтрации навигационных систем: это аппаратный, выполняемый системой ГЛОНАСС/GPS, и программный, выполняемый самим мобильным терминалом, установленным на ДМ [5].

На практике такие явления, как навигационные выбросы, выявляют путем комплексного анализа показаний других датчиков системы мониторинга ДМ, таких как: ДУТ, ДРТ и по показаниям напряжения бортовой сети ДМ [6]. Например, если во время выброса навигационной системы в определенный период времени расход топлива, его уровень не изменились, а показания напряжения бортовой сети стабильно находились на уровне состояния заряженной аккумуляторной батареи ДМ, то однозначно имело место проявление выброса навигационной системы.

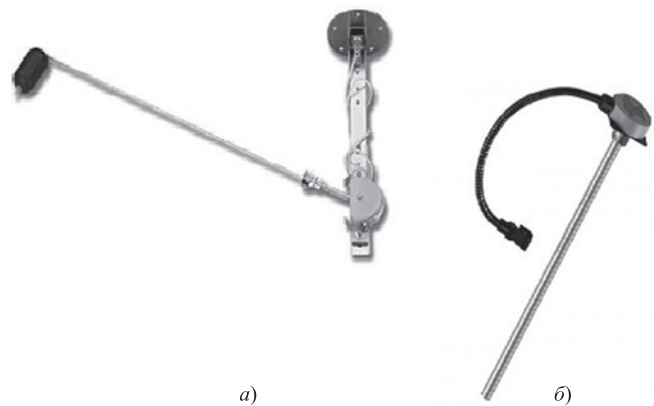
Теперь рассмотрим и проанализируем вопрос локации ДМ. Это расхождение показаний одометра ДМ и значений пробега (перемещений) ДМ. Явление достаточно распространенное на практике. Первым делом при рассмотрении данной ситуации необходимо исключить выбросы навигационной системы (см. выше). При их отсутствии расхождения в показаниях приборов можно объяснить тем, что одометр, по сравнению с навигационными спутниковыми системами имеет достаточно большую погрешность измерений. Кроме того, независимо от типа одометра: с механическим или электрическим приводом в основе принципа работы прибора за-

ложена частота вращения (количество оборотов) вала трансмиссии ДМ в рассматриваемый период времени. Количество оборотов вала трансмиссии за определенный период времени может сильно отличаться даже у двух одинаковых ДМ, которые даже, в порядке эксперимента, преодолеют одинаковые расстояния. Это может быть связано с разным давлением воздуха в шинах или разной степенью износа гусениц ДМ и ведущей звездочки, работой дифференциала при движении ДМ по кривой с объездом препятствий или при движении с разным давлением в шинах ДМ с правой и левой сторон. Кроме того, при работе ДМ осуществляется достаточно много маневрирования с движением задним ходом ДМ или, наоборот, отматывают показания прибора назад. В любом случае ориентироваться необходимо по показаниям навигационной спутниковой системы, сравнивая их с показаниями одометра и анализируя их с учетом вышеизложенного (с учетом навигационных выбросов).

**По ДУТ.** При работе ДУТ возникают два момента, которые значительно влияют на точность показаний. Это, во-первых, правильная установка самого датчика в топливном баке в месте, максимально приближенном к его геометрическому центру. Таким местом является условная точка в топливном баке ДМ, положение которой не меняется при любом отклонении плоскости топливного бака от плоскости горизонта. Во-вторых, это проведение перетарировки ДУТ при переходе с летнего на зимний периоды эксплуатации ДМ и наоборот, т. е. два раза в год. Кроме того, при проведении мероприятий по перетарировке ДУТ контролируется и обеспечивается в обязательном порядке чистота топливного бака ДМ.

Вначале о геометрическом центре топливных баков ДМ. Для того чтобы его найти необходимо хорошо знать конструкцию топливных баков ДМ. Теоретически его определить не сложно, например, путем пересечения двух центральных осей топливного бака в горизонтальном направлении. На практике дело обстоит намного сложнее, так как, как правило, именно в данном месте устанавливается заводское оборудование. Поэтому приходится устанавливать ДУТ рядом как можно ближе к геометрическому центру топливного бака.

ДУТ могут измерять только диэлектрические жидкости, которые не проводят электрический ток. К таким жидкостям в данном случае относятся: бензин, дизельное топливо, керосин, масла. Чем выше плотность измеряемой жидкости, тем



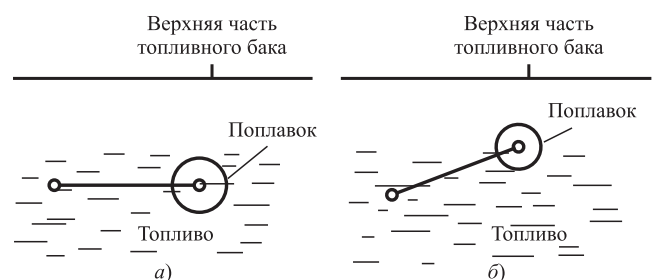
**Рис. 2. Датчики уровня топлива:**

*a* — поплавковый; *б* — емкостной

меньше погрешность измерения. Это объясняется меньшим количеством всплесков жидкости [7].

По принципу действия на сегодняшний день на ДМ устанавливаются, в основном, следующие ДУТ: это поплавково-резисторные, поплавково-герконовые и емкостные датчики.

Основой поплавково-резисторных и поплавково-герконовых датчиков (ДУТ) является поплавок. Поплавок изготавливается из пластика, наполненного воздухом. Масса поплавка не должна превышать веса объема вытесняемой им жидкости. Это позволяет находиться поплавку на поверхности жидкости, не выступая выше ее уровня, что значительно повышает точность измерения. В противном случае, если поплавок всплывал бы над уровнем жидкости, то пока уровень измеряемого объема жидкости не опустится на высоту выступания поплавка (при полной заправке топливного бака), то поплавок практически не сдвинется с места, упираясь в верхнюю часть топливного бака, и будет показывать максимальный уровень топлива в баке (рис. 3).



**Рис. 3. Правильное и неправильное по положение поплавка датчика уровня топлива в баке:**

*a* — правильное; *б* — неправильное положение поплавка датчика

Таблица 1

**Плотности основных эксплуатационных жидкостей  
дорожных машин**

№	Вид топливно-эксплуатационных материалов	~ плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	
		Летний период эксплуатации	Зимний период эксплуатации
1	Дизельное топливо	860	840
2	Бензин	775	720
3	Масло для гидросистем	895	876
4	Масло моторное	875	857
5	Масло трансмиссионное	907	915

Сами поплавки в таких ДУТ отличаются в зависимости от плотности жидкости в баке, т. е. от вида топлива (табл. 1).

Как видно из табл. 1, плотности основных эксплуатационных жидкостей значительно отличаются при их использовании в летний и зимний периоды эксплуатации при неизменных объемах топливного бака и других технических резервуаров. Это, безусловно, прямым образом влияет на работу ДУТ, так как условия их работы меняются. Поэтому два раза в год необходимо проводить перетарировку ДУТ. Об этом будет сказано немного ниже.

Возвращаясь к поплавково-резисторным и поплавково-герконовым ДУТ, необходимо отметить, что оба этих датчика являются аналоговыми и имеют достаточно высокую точность измерения. К недостаткам данных датчиков можно отнести более низкую надежность по сравнению с емкостными ДУТ из-за большего количества подвижных деталей и механических сочленений. Кроме того, на их работу можно повлиять со стороны третьих лиц. Поэтому такие типы ДУТ и другие рекомендуется пломбировать с помощью стального тросика с целью избегания негативных воздействий на работу ДУТ и повышения объективности их работы (рис. 4).

Сам принцип работы и установка поплавково-резисторных ДУТ просты. Измерительный зонд обрезается по высоте топливного бака. При этом необходимо оставлять расстояние порядка два сантиметра от нижней точки зонда до дна бака. Далее, через генератор частоты, устанавливаемый между измерительным зондом и процессором, сигнал проходит через аналого-цифровой пре-



**Рис. 4. Фотографии запломбированного ДУТ**

образователь (АЦП), где осуществляется преобразование частоты генератора в цифровой результат.

Поплавково-герконовые ДУТ состоят из трубки, внутри которой расположены герконы — герметичные контакты и наружное магнитное кольцо. Магнитное кольцо, перемещаясь вдоль трубки в зависимости от уровня топлива, замыкает контакты. Герконы — это не просто герметичные контакты, а контакты, реагирующие на магнитное поле. Соответственно, при перемещении магнитного кольца вдоль трубки происходит замыкание контактов — герконов внутри трубки с различной дискретностью. Высота трубки прямым образом зависит от высоты топливного бака. При установке ДУТ трубку обрезают в соответствии с высотой топливного бака. Для большей точности и плавности показаний в поплавково-герконовых ДУТ увеличивают количество герконов. Чем их количество больше, тем выше точность и плавность измерения уровня жидкости в баке. Если и количество герконов будет недостаточным, то показания на приборе будут ступенчатыми, так как пока не выработается топливо между герконами до следующего нижнего контакта (геркона), ДУТ будет сначала завышать фактический уровень топлива в баке, а потом резко значение на приборе "перепрыгнет" вниз.

Емкостные ДУТ работают по принципу измерения емкости между трубками обкладки конденсатора. Емкостные ДУТ являются самыми надежными, так как не имеют механических частей и по своей сути являются цифровыми датчиками. Емкостные ДУТ имеют несколько меньшую, можно даже сказать незначительную точность

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

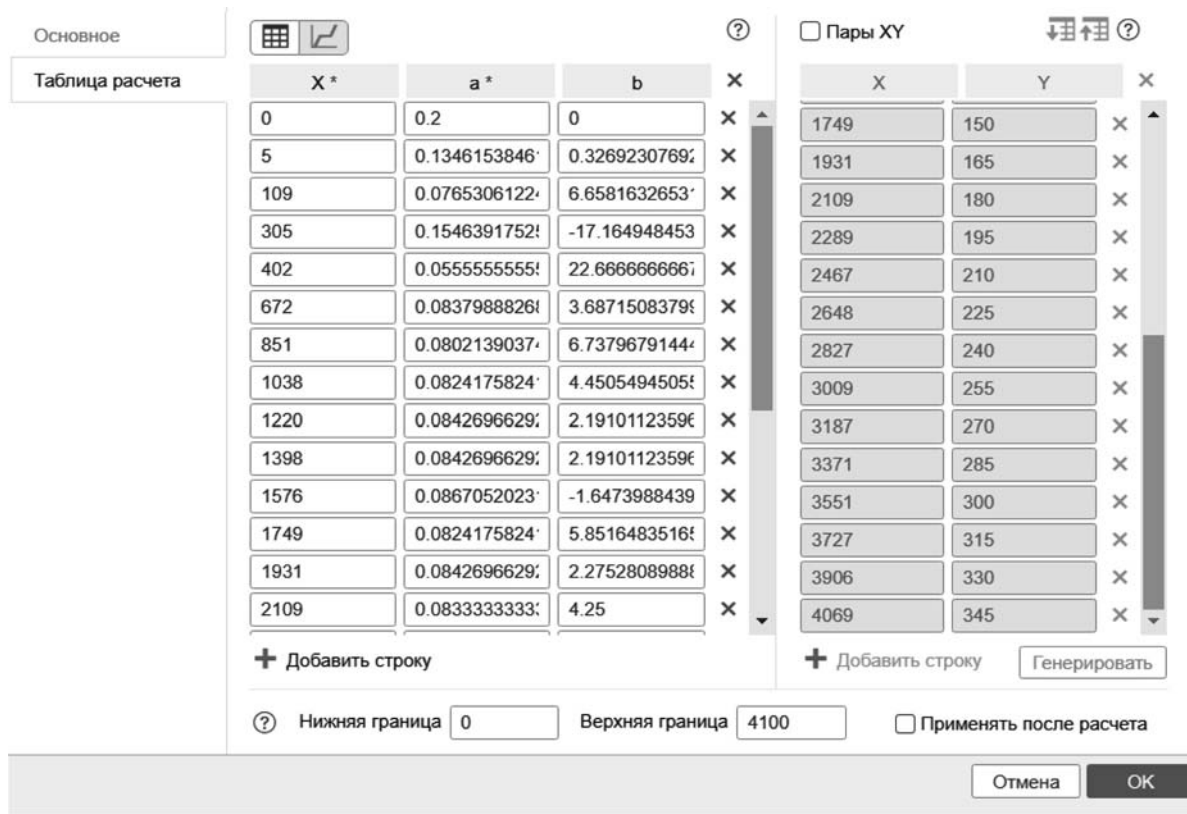


Рис. 5. Скрин окна процесса перетарировки датчика уровня топлива

измерения по сравнению с поплавковыми ДУТ, но вмешаться или повлиять на работу емкостного ДУТ практически невозможно. Это еще одна причина — почему емкостные ДУТ получили наибольшее распространение на практике.

Теперь по поводу перетарировки ДУТ в топливных баках ДМ. Данную процедуру необходимо производить как минимум два раза в год [8]. Это связано прежде всего с переходом с летнего на зимний период эксплуатации и наоборот (см. выше). Кроме того, сама процедура перетарировки положительно сказывается на работе ДМ; так как при этом топливный бак очищается и высушивается. При работе ДМ неизбежно в топливный бак попадают примеси загрязнений из окружающей среды (пыль, грязь приводят к образованию кокса как в самом топливном баке, так и в топливных трубопроводах), что негативно влияет на работу топливной системы ДМ и ресурс двигателя, а следовательно, и самой ДМ.

*По датчикам ДРТ.* Устанавливаются два вида датчиков расхода топлива: это однокамерные и двухкамерные (дифференциальные). Первого типа датчики устанавливаются в топливных системах, где нет обратной магистрали в топливный

бак. Второго типа датчики устанавливаются в топливных системах с обратной магистралью в топливный бак. Конечно, преимущественно на практике в основном применяются двухкамерные датчики расхода топлива (дифференциальные), т. е. второго вида. К таким ДРТ относятся Aquametro, DFM и Eurosens, которые себя хорошо зарекомендовали на практике. Они прекрасно определяют разницу между топливом, поступившим из топливного бака, и топливом, поступившим обратно в бак за интересующий период времени. Поэтому они имеют название дифференциальные. К особенностям их работы можно отнести ситуацию, когда двухкамерные датчики расхода топлива устанавливаются в топливных системах, не имеющих обратной топливной магистрали в бак. В этом случае вторую камеру датчика подключают к первой. Такая процедура носит название "закольцовка", которая негативно сказывается на работе топливной системы в целом и на работе самого датчика расхода топлива и т. д. Поэтому в таких случаях рекомендуется применять однокамерные датчики расхода топлива. В любом случае точность современных датчиков расхода топлива, устанавливаемых на ДМ, сегодня очень



высока, что позволяет достаточно объективно анализировать и прогнозировать количество потребляемого ДМ топлива.

*По датчикам напряжения бортовой сети ДМ.* Модуль данного датчика (при его наличии) находится в терминале системы мониторинга ДМ. Напряжение бортовой сети как параметр мониторинга ДМ не всегда контролируется на ДМ, несмотря на то что это очень эффективный способ контроля работы ДМ. К сожалению, часто осуществляют контроль работы ДМ по включенному замку зажигания. Данный способ является малоэффективным и объективным по следующим причинам:

1. Оператор ДМ может оставлять ключ в замке зажигания, при этом могут набегать моточасы работы ДМ, особенно при часовой оплате труда.

2. На практике можно встретить схему, когда в обход схемы подключения замка зажигания и питанием системы мониторинга ДМ устанавливаются тумблер с функцией включено-выключено. Поэтому объективность и защищенность такого метода находятся на низком уровне.

Гораздо более эффективный способ контроля работы ДМ по параметру напряжения бортовой сети ДМ [9]. Преимущество данного метода заключается в том, что позволяет удаленно диагностировать работу генератора ДМ и "обмануть" или повлиять на объективность получаемой информации либо невозможно, либо значительно сложнее, чем при традиционном подходе к данному вопросу.

Хотелось еще отметить, что на многих современных дорожных машинах применяется интеллектуальный режим заряда аккумуляторных батарей (АКБ). Система может автоматически поднимать обороты двигателя ДМ на холостом ходу в случае большого количества включенных потребителей или в случае длительного по времени их использования. Еще хотелось отметить одну особенность мониторинга напряжения бортовой сети ДМ. Только по данному параметру нельзя отследить положение или режим работы замка за-

жигания ДМ. Для этих случаев применяют верификацию по трем основным датчикам двигателей ДМ, это: датчик детонации, датчик положения коленчатого вала, датчик положения распределительного вала. Кроме того, можно использовать датчик давления масла, в том числе дискретного датчика — аварийного давления масла в системе смазки двигателя, который позволяет контролировать факт наличия или отсутствия давления масла в системе смазки двигателя.

Ниже, на рис. 6, 7, 8 представлены скрины окон работы системы мониторинга ДМ.

## Результаты и обсуждения

Анализируя вышеизложенное, можно отметить, что каждый датчик спутниковой системы мониторинга имеет свои особенности установки и работы. Каждый элемент и датчик системы контролируют свои параметры, передавая необходимую информацию на сервер. Далее осуществляется анализ контролируемых параметров, который часто выполняется на низком техническом уровне с точки зрения эффективности использования получаемой информации о работе дорожной машины на объекте. Это во многом связано с тем, что получаемую информацию о работе ДМ часто анализируют люди, порой не имеющие специального технического образования и, главное, специальной технической подготовки (экономисты и юристы). Информация о работе машин приходит в цифровом и графическом видах. Анализ статистических данных была всегда научной задачей, так как требуется не только умение прочесть получаемые данные, но и уметь увидеть и объяснить закономерности изменения (возрастания, убывания, экстремумы разрыва функции) [2]. Далее, необходимо проводить научный анализ не только одного контролируемого параметра работы ДМ, но и в комплексе анализировать изменение нескольких рабочих контролируемых параметров. Например, комплексный анализ нескольких ос-

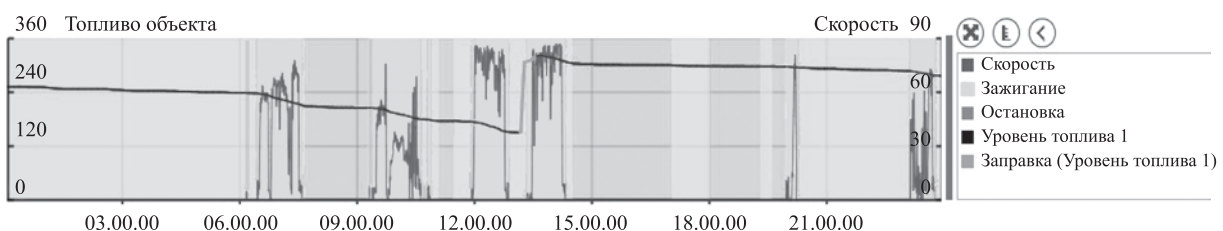


Рис. 6. Скрин окна системы мониторинга дорожной машины. Нормальная плановая работа дорожной машины



# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

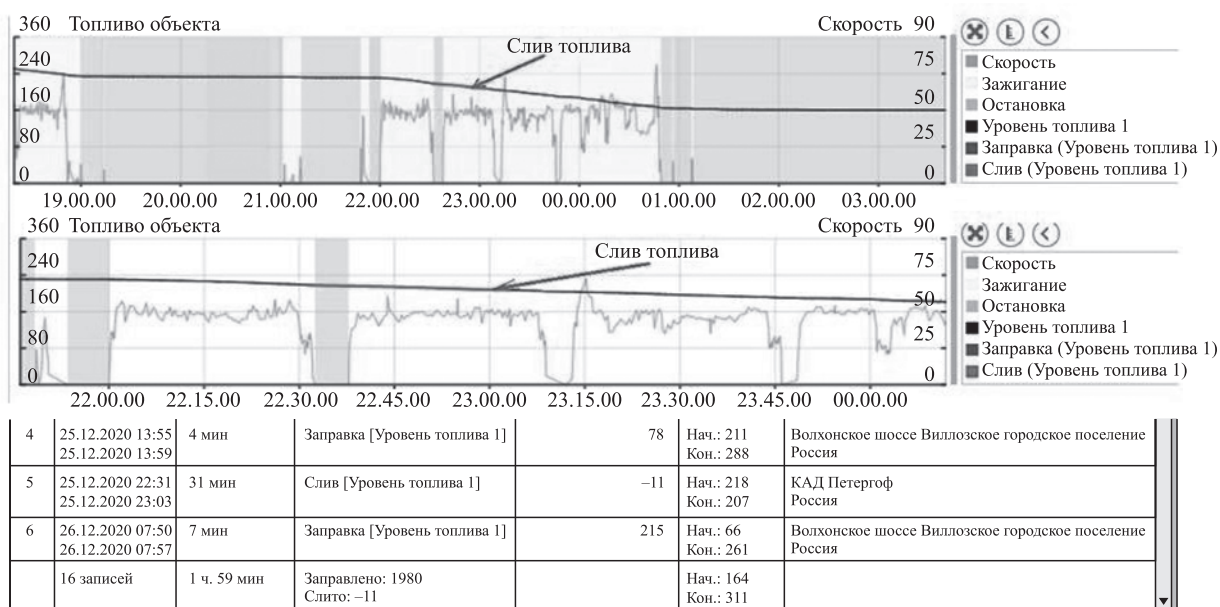


Рис. 7. Скрин окна системы мониторинга дорожной машины. Слив топлива при работе дорожной машины

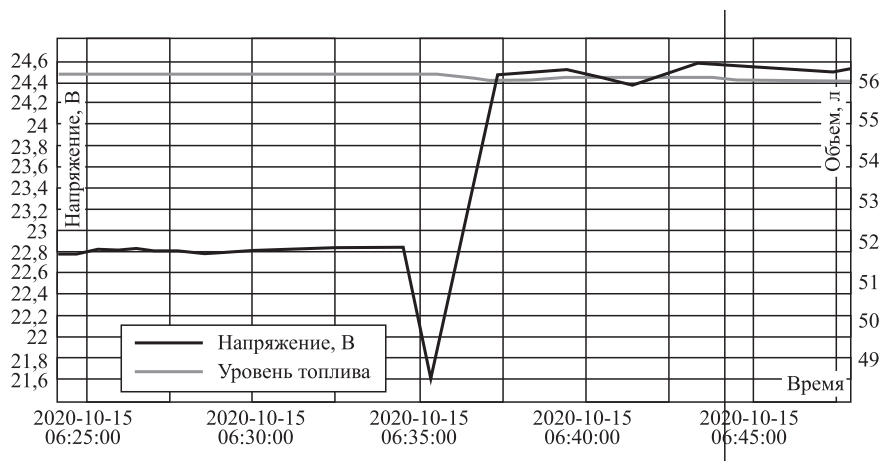


Рис. 8. Скрин окна системы мониторинга дорожной машины. Трудный запуск двигателя при работе дорожной машины

новых контролируемых параметров ДМ: локация ДМ, ДУТ, ДРТ и напряжения бортовой сети позволит получить реальную картину работы ДМ на объектах, а именно, какое расстояние преодолела ДМ, сколько израсходовала топлива, сколько осталось неизрасходованного топлива, сколько находилась без движения, не производя никакой работы, с включенным или выключенным двигателем за конкретный период времени. Кроме того, при таком подходе можно установить: правильность установки датчиков системы, наличие или отсутствие навигационных выбросов, факты

потери рабочего времени, факты несанкционированных воздействий на ДМ со стороны третьих лиц или операторов машин; причины снижения производительности ДМ. При грамотном научном анализе получаемых данных о работе ДМ во многих случаях можно предупредить и не допустить возникновения отказов в работе ДМ. Разумеется, речь идет о подконтрольных параметрах машин, которые являются прогнозируемыми. Те неисправности и отказы в работе ДМ, которые носят исключительно случайный (незакономерный) характер, например, повреждение шины колеса

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

или повреждение гусеницы ДМ, в этом случае не рассматриваются.

В рамках диссертационного исследования автором был проведен эксперимент, в результате которого были определены плановые и фактические объемы работ 78 дорожных машин, которые работали на объектах строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог (АД) в четырех регионах Российской Федерации. Это Нижегородская и Московская обл., г. Санкт-Петербург и Ленинградская обл. Во многом это было сделано с помощью системы мониторинга ДМ. В табл. 2 представлены суточные значения плановых и фактических объемов работ, выбранных для настоящей статьи девяти ДМ. Также в табл. 2 указана техническая производительность ДМ отдельной строкой.

После определения плановых и фактических объемов работ выбранных ДМ были определены средние суточные значения эксплуатационной плановой и фактической производительности

выбранных ДМ. Это было осуществлено путем интегрирования плановых и фактических объемов работ по времени по зависимостям (1) и (2).

$$P_{\text{ЭП}_j} = \int_i^{i_n} \frac{Q_{\text{П}_j} dt_i}{T_{\text{П}_j}}; \quad (1)$$

$$P_{\text{ЭФ}_j} = \int_i^{i_n} \frac{Q_{\text{Ф}_j} dt_i}{T_{\text{Ф}_j}}; \quad (2)$$

где  $P_{\text{ЭП}_j}$ ,  $P_{\text{ЭФ}_j}$  — средние значения часовой эксплуатационной, соответственно, плановой и фактической производительности для каждой  $j$ -й выбранной дорожной машины за одни сутки ее работы в рассматриваемый период времени по месяцам;  $i - i_n$  — дни месяцев в течение рассматриваемого периода времени;  $Q_{\text{П}_j}$ ,  $Q_{\text{Ф}_j}$  — суточные значения, соответственно, плановых и фактических объемов работ каждой  $j$ -й выбранной дорожной машины в рассматриваемый период времени по

Таблица 2

**Значения суточных планируемых объемов работ  $Q_{\text{П}}$  и времени работы  $T_{\text{П}}$ , фактических объемов работ  $Q_{\text{Ф}}$  и времени работы  $T_{\text{Ф}}$  девяти дорожных машин, участвовавших в эксперименте в течение первых семи дней одного месяца работы**

Машина	JCB 3CX			Volvo ABG P6820C			КАМАЗ-65115			Число месяцев
	до 5 лет	5—10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	5—10 лет	10 лет и старше	до 5 лет	5—10 лет	10 лет и старше	
$P_{\text{T}}$	23,5 м <sup>3</sup> /ч			250 м <sup>2</sup> /ч			90 000 м <sup>2</sup> /ч			
$Q_{\text{П}}/T_{\text{П}}$	224/16	231/16	66/8	1945/16	4923/24	421/8	1392/24	1038/16	646/16	1
$Q_{\text{Ф}}/T_{\text{Ф}}$	246/16	269/16	РЕМ	2262/16	5470/24	473/8	1547/24	1180/16	778/16	
$Q_{\text{П}}/T_{\text{П}}$	192/16	140/8	75/8	733/8	1908/16	699/8	808/16	702/16	1187/16	2
$Q_{\text{Ф}}/T_{\text{Ф}}$	228/16	143/8	88/8	894/8	2245/16	804/8	998/16	771/16	1413/16	
$Q_{\text{П}}/T_{\text{П}}$	231/16	441/24	282/16	2543/16	225/16	3854/24	368/8	1036/16	272/8	3
$Q_{\text{Ф}}/T_{\text{Ф}}$	282/16	795/24	313/16	2677/16	2649/16	4534/24	490/8	1264/16	320/8	
$Q_{\text{П}}/T_{\text{П}}$	99/8	140/8	64/8	2989/16	1659/16	2331/16	2064/24	847/16	1247/16	4
$Q_{\text{Ф}}/T_{\text{Ф}}$	121/8	159/8	61/8	3475/16	2272/16	2711/16	1985/24	1169/16	1401/16	
$Q_{\text{П}}/T_{\text{П}}$	440/24	194/16	160/16	4073/24	1299/8	3679/24	610/16	532/8	499/8	5
$Q_{\text{Ф}}/T_{\text{Ф}}$	506/24	226/16	190/16	5359/24	1547/8	4181/24	803/16	657/8	587/8	
$Q_{\text{П}}/T_{\text{П}}$	428/24	128/8	96/8	2576/16	1431/8	1635/16	1348/24	1561/24	1447/24	6
$Q_{\text{Ф}}/T_{\text{Ф}}$	503/24	158/8	107/8	3346/16	1684/8	2044/16	1498/24	1858/24	1702/24	
$Q_{\text{П}}/T_{\text{П}}$	402/24	199/16	332/24	3533/24	3389/24	2556/16	1890/24	591/16	448/8	7
$Q_{\text{Ф}}/T_{\text{Ф}}$	496/24	191/16	382/24	4308/24	4184/24	3156/16	2032/24	777/16	503/8	

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

Таблица 3

Средние суточные значения часовой эксплуатационной, соответственно, плановой и фактической производительности для девяти выбранных дорожных машин за семь дней их работы в начале месяца

Число месяца	Июль 2020 г.											
	Экскаваторы-погрузчики JCB 3СХ											
	до 5 лет				от 5 до 10 лет				10 лет и старше			
	П <sub>Эп</sub> , м <sup>3</sup> /ч	П <sub>Эф</sub> , м <sup>3</sup> /ч	К <sub>ТИ</sub>	К <sub>ТГ</sub>	П <sub>Эп</sub> , м <sup>3</sup> /ч	П <sub>Эф</sub> , м <sup>3</sup> /ч	К <sub>ТИ</sub>	К <sub>ТГ</sub>	П <sub>Эп</sub> , м <sup>3</sup> /ч	П <sub>Эф</sub> , м <sup>3</sup> /ч	К <sub>ТИ</sub>	К <sub>ТГ</sub>
1	14,0	15,4	1,10	0,65	14,5	16,8	1,16	0,72	8,3	Ремонт		
2	12,0	14,3	1,19	0,61	17,5	17,9	1,02	0,76	9,4	11,0	1,18	0,47
3	14,5	17,6	1,22	0,75	18,4	20,6	1,12	0,88	17,6	19,6	1,11	0,83
4	12,4	15,1	1,22	0,64	17,5	19,9	1,14	0,85	8,0	7,6	0,95	0,32
5	18,3	21,1	1,15	0,90	12,1	14,1	1,16	0,60	10,0	11,9	1,19	0,51
6	17,8	21,0	1,18	0,89	16,0	19,8	1,23	0,84	12,0	13,4	1,11	0,57
7	16,7	20,7	1,23	0,88	12,4	11,9	0,96	0,51	13,8	15,9	1,15	0,68

месяцам;  $T_{П_j}$ ,  $T_{Ф_j}$  — время работы каждой  $j$ -й выбранной дорожной машины в течение суток, соответственно, плановые и фактические значения [10].

Рассматривался период времени с 01 ноября 2019 г. до 01 ноября 2020 г., т. е. один год. Из-за ограниченности объема настоящей статьи ниже в табл. 3 представлены средние суточные значения эксплуатационной плановой и фактической производительности для выбранных выше трех экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ. Кроме того, ниже на рис. 9 для примера представлен график изменения средних суточных значений эксплуатационной плано-

вой и фактической производительности, выбранных выше трех экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ.

Анализируя полученные в том числе с помощью системы мониторинга ДМ значения технической и эксплуатационной плановой и фактической производительности, можно решить много практических задач. Главным преимуществом данного подхода является возможность обеспечения выполнения требуемых объемов работ путем научного анализа полученных графических зависимостей. Поясним сказанное на примере графика рис. 9. В случае, если на полученных графиках

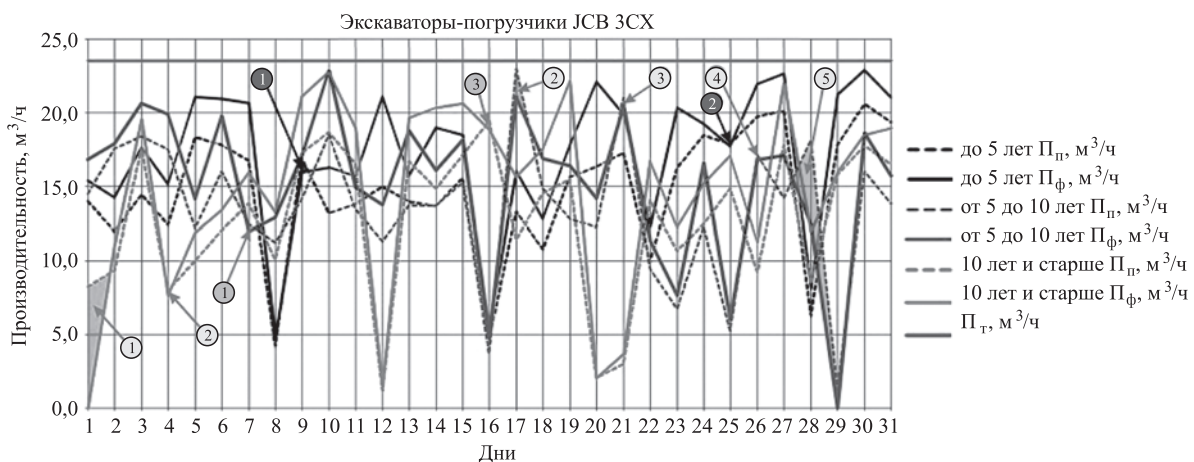


Рис. 9. График изменения средних значений часовой эксплуатационной плановой и фактической производительности трех экскаваторов-погрузчиков марки JCB 3СХ по дням в течение июля 2020 г.

происходит пересечение сплошной и прерывистой линий одного цвета, при этом сплошная линия направлена вниз, а прерывистая направлена вверх, такие места на графике отмечены кружками со стрелочками соответствующего цвета, происходит не выполнение требуемых объемов работ. Анализируя получаемые зависимости в режиме онлайн, можно предупреждать такие ситуации. Особую роль при этом играет система мониторинга ДМ, а именно своевременный, грамотный и глубокий анализ получаемой информации [3].

## Заключение

Таким образом, для объективной и эффективной работы навигационной спутниковой системы ДМ необходимо:

— проверить правильность установки датчиков контролируемых параметров как основных (см. выше), так и датчиков рабочих органов; так как часто датчики устанавливают лица, не имеющие специального технического образования и подготовки;

— как минимум, два раза в год проводить перетарировку ДУТ, очищая и высушивая при этом топливный бак ДМ;

— устанавливать датчики контроля напряжения бортовой сети ДМ.

После анализа контролируемых параметров работы ДМ необходимо проводить комплексный научный анализ контролируемых параметров ДМ. Данный анализ должны проводить компетентные лица с принятием конкретных решений и обоснований по воздействию как на систему технической, так и на систему производственной эксплуатации ДМ. При этом данные лица должны нести ответственность за результаты работы ДМ и за работу самой системы спутникового мониторинга ДМ.

Вышеуказанные несложные принципы обеспечивают надежную, объективную и эффективную работу навигационной спутниковой системы мониторинга ДМ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Мандровский К. П.** Возможные перспективы развития систем мониторинга дорожных машин при управлении эффективностью и техническом аудите // *Механизация строительства*. — 2016. — № 10. — Т. 77. — С. 47–55.
2. **Кудаев А. Н., Косенко А. А., Бобров Д. В., Бобров В. Н.** Исследование функционирования

аппаратных средств мониторинга транспортных средств специального назначения // *Современные наукоемкие технологии*. — 2016. — № 4-2. — С. 255–259.

3. **Евтюков С. А., Репин С. В., Грушецкий С. М., Карро Г. А.** Научные задачи исследования жизненного цикла дорожных машин в современных условиях // *Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета*. — 2020. — № 4 (74). — С. 442–451.
4. **Озорнин С. П., Бердников И. Е.** Совершенствование организации мониторинга изменений технического состояния машин в эксплуатации // *Вестник Забайкальского государственного университета*. — 2014. — № 8. — С. 64–69.
5. **Грушецкий С. М., Евтюков С. А., Репин С. В., Соболев А. А.** Особенности постановки научных задач при исследовании систем мониторинга дорожных машин в современных условиях // *Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)*. — 2021. — № 1 (64). — С. 30–37.
6. **Гаффарова С. Р.** Современные системы мониторинга и контроля технического обслуживания подъемно-транспортных и строительно-дорожных машин // *Сборник: совершенствование автотранспортных систем и сервисных технологий сборник научных трудов по материалам XIV Международной научно-технической конференции, посвященной 95-летию юбилею доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ Авдолькина Федора Николаевича (1923–1996)*. — 2018. — С. 107–115.
7. **Разработка универсальной системы сбора данных с функциями управления на основе аналогово-цифрового преобразователя / В. В. Колев, А. Г. Обухов, С. В. Созонов, Д. М. Бородин, Е. В. Половников // *Инженерный вестник Дона*. — 2015. — № 3. — С. 159–164.**
8. **Мандровский К. П.** Обобщенные характеристики надежности в системе мониторинга эффективности дорожных машин // *Вестник Тихоокеанского государственного университета*. — 2016. — № 3 (42). — С. 63–72.
9. **Производительность как качественный критерий оценки эффективности всех этапов системы жизненного цикла дорожных машин / С. М. Грушецкий, С. А. Евтюков, С. В. Репин, Г. А. Карро // *Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета*. — 2020. — № 4 (63). — С. 36–43.**
10. **Грушецкий С. М., Евтюков С. А., Репин С. В., Кузнецов А. А.** Определение технической и эксплуатационной производительности дорожных машин на основе анализа объемов работ // *Научно-технический вестник Брянского государственного университета*. — 2021. — № 1. — С. 38–52.

**В. Г. Губанов**, асп., Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет,  
г. Санкт-Петербург

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОГИБА ГИДРОЦИЛИНДРА В РЕЗУЛЬТАТЕ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО НАГРУЖЕНИЯ

Широко применяются на транспортно-технологических машинах гидроцилиндры двухстороннего действия с односторонним штоком. В процессе эксплуатации на такой гидроцилиндр действуют сжимающие нагрузки, в результате которых появляются деформации гидроцилиндра в продольной плоскости, т. е. появляется эксплуатационный прогиб. В результате появления такого прогиба значительно возрастают изгибающие нагрузки и реакции, действующие на гидроцилиндр и его элементы, что приводит к ускорению процесса изнашивания элементов гидроцилиндра, таких как поршень и направляющая втулка, и повышению вероятности гидроцилиндра выхода из строя.

**Ключевые слова:** гидроцилиндр, деформация, контакт, напряжения, прогиб.

Two-way hydraulic cylinders with a one-way rod are widely used on Transport and technological machines. During operation, compressive loads act on such a hydraulic cylinder, as a result of which there are deformations of the hydraulic cylinder in the longitudinal plane, i.e., there is an operational deflection. As a result of the appearance of such a deflection, the bending loads and reactions acting on the hydraulic cylinder and its elements significantly increase, which leads to an acceleration of the process of wear of the hydraulic cylinder elements such as the piston and the guide sleeve and an increase in the probability of the hydraulic cylinder failure.

**Keywords:** hydraulic cylinder, deformation, contact, stress, deflection.

Ссылка для цитирования

**Губанов В. Г.** Экспериментальные исследования прогиба гидроцилиндра в результате его эксплуатационного нагружения // Журнал "Грузовик", 2021. № 9. С. 21—26.

Link for citation

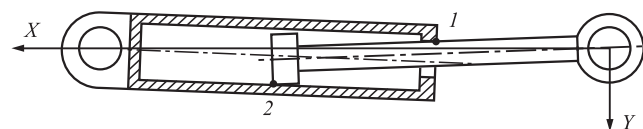
**Gubanov V. G.** Experimental studies of the deflection of the hydraulic cylinder as a result of its operational loading // Journal "Truck", 2021. No. 9. P. 21—26.

**Введение.** На транспортно-технологических машинах применяются, как правило, гидроцилиндры двухстороннего действия с односторонним штоком. Основные части таких гидроцилиндров: поршень, шток, корпус (гильза), направляющая втулка, уплотнители и направляющие герметизируемых сопряжений [1].

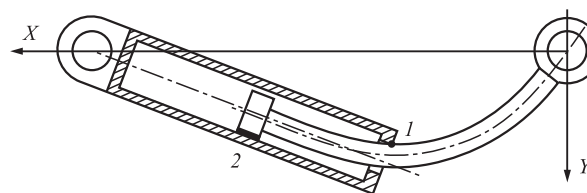
До начала эксплуатации гидроцилиндр имеет технологический прогиб от начального технологического прогиба его штока и гильзы, от прогиба в результате проектных зазоров в местах сопряжений поршня и гильзы, штока и втулки, а также от прогиба вследствие действия веса этих элементов, особенно для длинномерных гидроцилиндров (рис. 1).

В процессе эксплуатации гидроцилиндр подвергается значительным сжимающим нагрузкам, в результате воздействия которых прогиб гидроцилиндра увеличивается (рис. 2). Величина про-

гиба является плечом приложения изгибающего момента. Увеличение эксплуатационных усилий



**Рис. 1** Схема гидроцилиндра в процессе приложения нагрузки



**Рис. 2** Схема гидроцилиндра в процессе приложения нагрузки



и изгибающего момента приводит к увеличению реакций в сопряжениях гидроцилиндра в точках 1 и 2 (см. рис. 2). Условия работы в этих точках существенно ухудшаются, повышается температура, ускоряется интенсивность изнашивания. В элементах гидроцилиндра в гильзе, и особенно, в штоке появляются пластические деформации, а в некоторых случаях возникают остаточные пластические деформации. По мере изнашивания элементов гидроцилиндра в точках 1 и 2 (см. рис. 2) и возникновения остаточных пластических деформаций прогиб гидроцилиндра еще более увеличивается, что приводит к увеличению и ускорению описываемых процессов. В таких условиях надежность, работоспособность, ресурс гидроцилиндра значительно снижаются как по нагрузочной способности, так и по герметизирующей [3]. Кроме того, могут возникнуть значительные пластические деформации штока (изгиб), что приводит к заклиниванию и выходу гидроцилиндра из строя [3].

**Задача.** Разработка методов и средств диагностирования гидроцилиндров транспортно-технологических машин по величине полного прогиба, возникающего в процессе эксплуатации на примере гидроцилиндра рукояти одноковшового экскаватора. Определение полного эксплуатационного прогиба гидроцилиндра рукояти строительного экскаватора.

**Исходная информация.** Нормативными документами, определяющими параметры гидроцилиндров, являются ГОСТ 6540—68, ГОСТ 16514—96, а также ISO 2944, 3320, 3322 и 4393. В них регламентируются основные параметры гидроцилиндров по основному и дополнительному рядам, такие как: номинальное давление  $p = 0,63...63$  МПа, ход поршня (штока)  $z = 4...10\ 000$  мм, диаметры поршня  $D_1 = 4...900$  мм и штока  $D_2 = 4...900$  мм, соотношением площадей давления в поршневой и штоковой полостях  $\varphi = 1,06...5,26$ . Для гидроцилиндров транспортно-технологических эти параметры находятся, как правило, в диапазонах:  $p = 2,5...40$  МПа;  $z = 50...2000$  мм;  $D_2 = 32...250$  мм;  $\varphi = 1,33$  и  $1,6$ ; скорость перемещения штока  $dz/dt = 0,1...1,0$  м/с.

Для описанного исследования был выбран гидроцилиндр, который подвергается наибольшим нагрузкам во время эксплуатации транспортно-технологических машин. Это гидроцилиндр привода рукояти на одноковшовых экскаваторах IV—V размерных групп [6—8].

Описываемый эксперимент проводился в условиях эксплуатации на экскаваторах Liebherr R317 Litronic и Hitachi Zaxis 230.

Для эксплуатационных экспериментальных исследований разработано устройство и методика диагностирования гидроцилиндров по величине полного прогиба, возникающего в процессе эксплуатации.

Вышеуказанное устройство для диагностики состоит из излучателя лазерного луча (рис. 3—7) и двух приемников. Первый приемник (конечный)

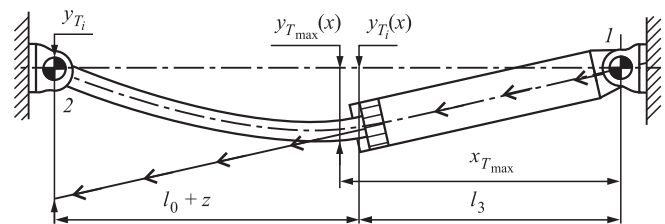


Рис. 3. Схема для определения прогиба гидроцилиндра

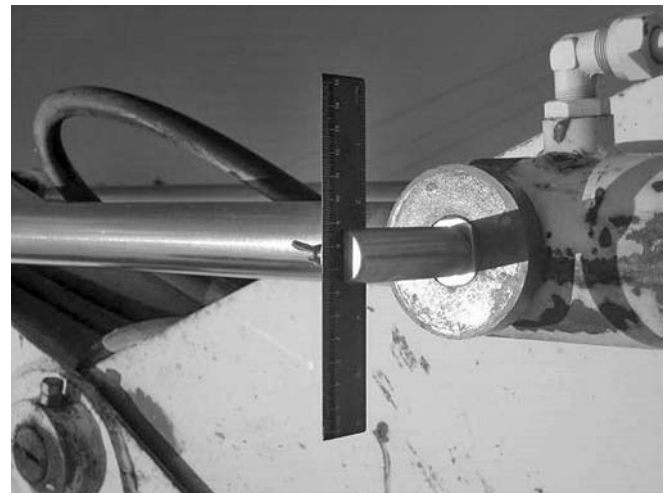


Рис. 4. Промежуточный приемник на гильзе гидроцилиндра

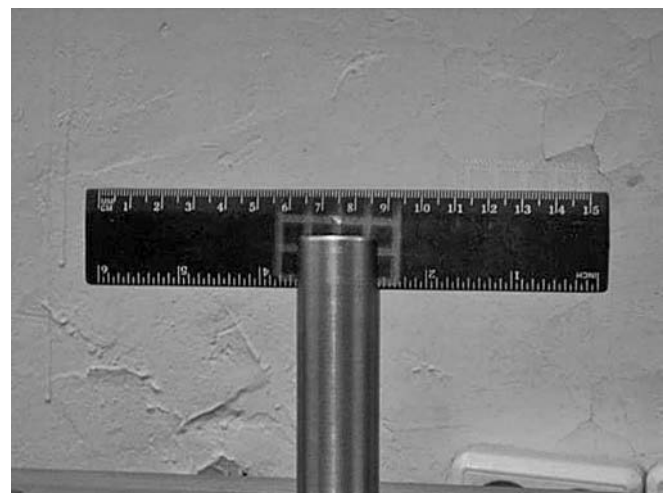


Рис. 5. Сигнал луча лазерного излучателя на приемнике

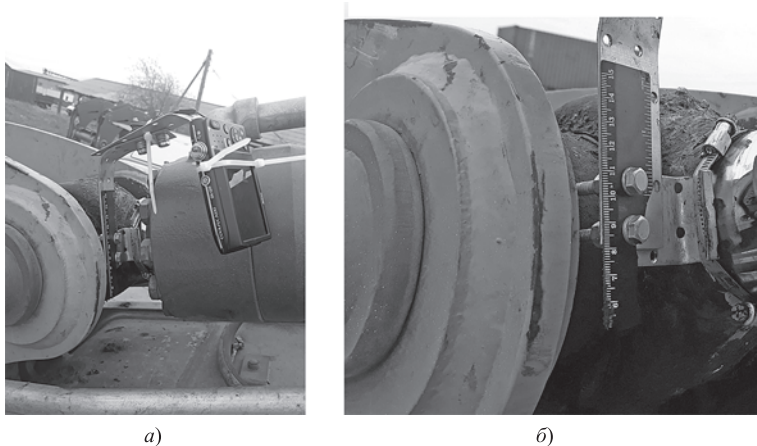


Рис. 6. Приемник и минивидеокамера на штоке исследуемого гидроцилиндра



а)



б)

Рис. 7. Излучатель устройства на корпусе (гильзе) исследуемого гидроцилиндра привода рукояти экскаваторов Liebherr R317 Litronic (а) и Hitachi Zaxis 230 с ковшем 1,4 м<sup>3</sup> (б)

закрепляется на проушине штока исследуемого гидроцилиндра. Второй приемник лазерного луча (промежуточный) крепится на направляющей втулке гидроцилиндра (рис. 5). Излучатель лазерного луча закрепляется на гильзе гидроцилиндра. Точка установки максимально удалена от приемников. Такое место — проушина гильзы гидроцилиндра. Луч лазерного излучателя отображается на втором приемнике как сетка. Калибровка оси, которая будет служить осью ординат исследуемого гидроцилиндра, осуществляется по линиям этой сетки.

## Экспериментальное исследование полного прогиба гидроцилиндра в результате его эксплуатационного нагружения

Экспериментальное исследование прогиба гидроцилиндра в результате его эксплуатационного нагружения [4] проводилось на основе предложенной технологии [5] по схеме (рис. 3) в условиях эксплуатации экскаватора с применением разработанных и изготовленных оригинальных приспособлений (см. рис. 4—7).

Прогиб  $y_T(x)$  гидроцилиндра в процессе эксплуатации на основе предложенной технологии производится в порядке, описанном ниже.

В начале производится тарировка. Шток гидроцилиндра вдвинут в гильзу полностью. Луч лазерного излучателя должен быть в центре шкалы приемника. Таким образом, для исследуемого гидроцилиндра строится ось абсцисс, по которой будет определяться величина прогиба  $y_T$ .

Затем в процессе штатного функционирования экскаватора (рис. 8), в условиях воздействия на исследуемый гидроцилиндр всего комплекса эксплуатационной нагрузки [6] посредством видеокамеры непрерывно фиксируется отклонение проекции  $y_{Ti}$  луча лазера на линейке приемника, которое впоследствии переводится в значение полного прогиба  $y_T(x)$ , в том числе в значение  $y_{T_{max}}(x)$  в точке  $x_{T_{max}}$  опасного сечения штока гидроцилиндра [3].

Нагружение для каждого положения штока исследуемого силового гидроцилиндра осуществляется силовой установкой экскаватора в процессе экскавации грунта либо упором ковша экскаватора в непреодолимое препятствие. Это осуществляется при величине давления рабочей жидкости в гидросистеме, установленном при помощи предохранительного клапана (рис. 8).



а)



б)

Рис. 8. Фрагменты нагружения исследуемого гидроцилиндра привода рукояти экскаватора Hitachi Zaxis 230 копанием, а экскаватора Liebherr R317 Litronic посредством упора его рабочего оборудования в непреодолимое препятствие при экспериментальном исследовании деформации гидроцилиндра в результате приложения эксплуатационного сжимающего усилия

Прогиб  $y_T(x) = y_{Tj}$  гидроцилиндра (см. рис. 3) в точке с координатами  $x = l_0 + z$ , составляет

$$y_T(x) = y_{Tj} = y_{Ti} \left[ \frac{l_3}{(l_0 + z) + l_3} \right], \quad (1)$$

а максимальный прогиб  $y_{T_{\max}}(x)$  для координаты  $x_{T_{\max}}$  равен

$$y_{T_{\max}}(x) = y_{Ti} \left[ \frac{x_{T_{\max}}}{(l_0 + z) + l_3} \right]. \quad (2)$$

Кроме этого, в процессе эксплуатации проводились экспериментальные исследования продольно-поперечной деформации гидроцилиндра привода рукояти экскаватора Hitachi Zaxis 230 при

разработке грунта III категории в процессе осуществления 13 циклов экскавации при загрузке грузового автомобиля, целью которых было выявление операций копания с наибольшими нагрузками, действующими на этот гидроцилиндр.

На рис. 9 и 10 представлены фрагменты этого исследования с фиксацией длины  $L = [l_3 + (l_0 + z)]$  гидроцилиндра привода рукояти и угла  $\theta$  его наклона к поверхности тяготения, которые, в частности [6], характеризуют его предельное нагружение.

При этом принималось во внимание, что экскаватор Hitachi Zaxis 230 использовался для создания котлована глубиной  $\approx 5$  м с зачисткой донной поверхности, образованной из песчаника,

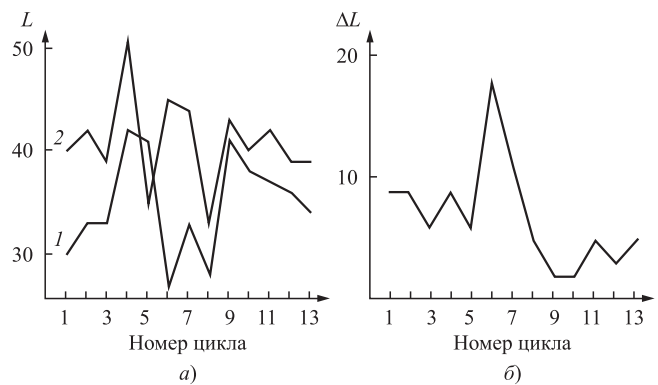


Рис. 9. Фрагмент экспериментального исследования нагружения гидроцилиндра привода рукояти с фиксацией изменения его длины  $L$  и ее разности  $\Delta L$  в начале (линия 1) и в конце (линия 2) операции копания экскаватора Hitachi Zaxis 230 (в единицах масштаба)

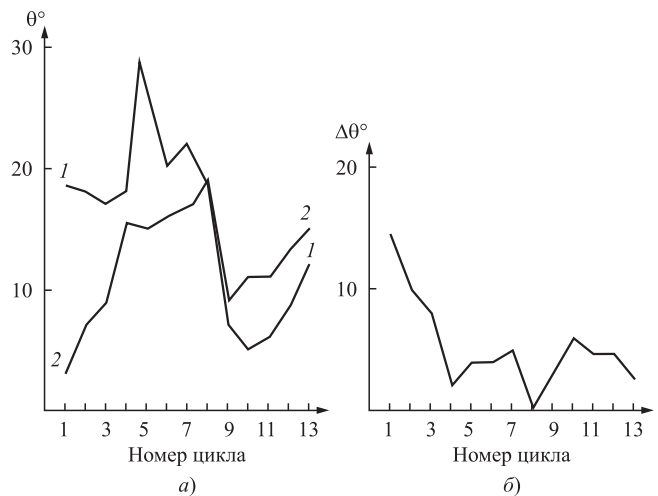


Рис. 10. Фрагмент экспериментального исследования нагружения гидроцилиндра привода рукояти с фиксацией угла  $\theta$  его наклона к горизонту и его изменения  $\Delta\theta$  в начале (линия 1) и в конце (линия 2) операции копания экскаватора Hitachi Zaxis 230



что вполне объясняет стохастический характер изменения этих величин.

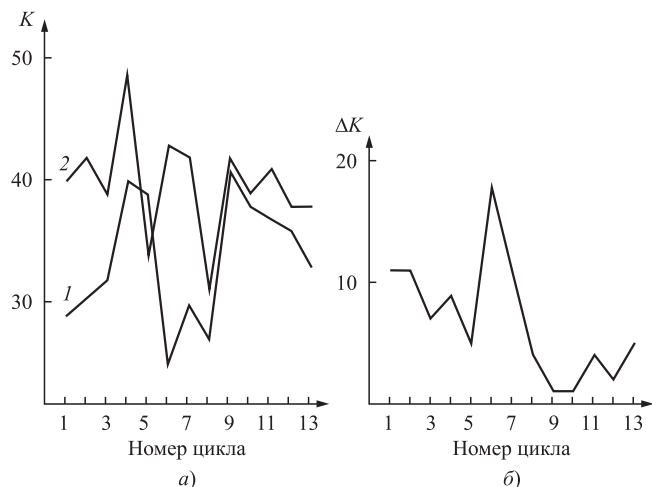
На рис. 9 представлен фрагмент проведенного эксплуатационного экспериментального исследования продольно-поперечного нагружения гидроцилиндра привода рукояти с фиксацией изменения длины  $L$  гидроцилиндра в начале (линия 1) и в конце (линия 2) операции копания, а также ее изменения  $\Delta L$ , применительно к экскаватору Hitachi Zaxis 230.

На рис. 10 представлен фрагмент исследования продольно-поперечного нагружения гидроцилиндра привода рукояти с фиксацией угла  $\Theta$  его наклона к горизонту в начале (линия 1) и в конце (линия 2) операции копания, а также величины его изменения  $\Delta\Theta$ , применительно к экскаватору Hitachi Zaxis 230.

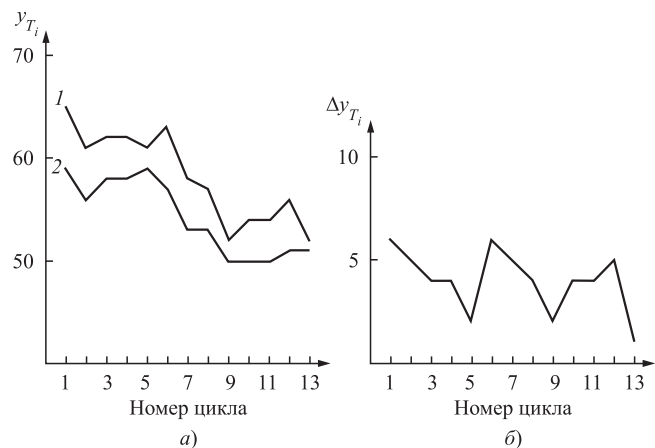
Однако использование эмпирических кривых, представленных на рис. 9 и 10, не всегда достаточно достоверно иллюстративно представляют области копания одноковшового экскаватора с наибольшими параметрами  $L$  и  $\Theta$  нагружения гидроцилиндра привода его рукояти.

С целью устранения этого недостатка при обработке полученной эмпирической информации с учетом уже названных величин  $L$  и  $\Theta$  целесообразно использовать критерий  $K$  наибольшего нагружения гидроцилиндра рабочего оборудования экскаватора: длина максимальная, положение горизонтальное, аналитически отображенного записью (3) и представленного на рис. 11:

$$K = L \cos \Theta \rightarrow \max. \quad (3)$$



**Рис. 11.** Фрагмент экспериментального исследования продольно-поперечного нагружения гидроцилиндра привода рукояти с оценкой критерия  $K$  и диапазона его изменения  $\Delta K$  в начале (линия 1) и в конце (линия 2) операции копания экскаватора Hitachi Zaxis 230



**Рис. 12.** Фрагмент экспериментального исследования нагружения гидроцилиндра привода рукояти с оценкой отклонения луча и диапазона его изменения в начале (линия 1) и в конце (линия 2) операции копания экскаватора Hitachi Zaxis 230

С этой позиции наибольший интерес эксплуатационного продольно-поперечного нагружения гидроцилиндра привода рукояти одноковшового экскаватора при разработке им грунта III категории в процессе осуществления 13 циклов экскавации представляют первый, второй, шестой и седьмой циклы, что подтверждается и кривыми  $y_{Ti}$  и  $\Delta y_{Ti}$  (рис. 12).

Думается, что предложенная технология экспериментального исследования продольно-поперечной деформации гидроцилиндров рабочего оборудования гидрофицированных машин, наряду с известными технологиями аналогичного назначения [7–11], представляет определенный интерес благодаря известной простоте и достоверности.

## Выводы

1. Разработана методика диагностирования гидроцилиндров транспортно-технологических машин по величине полного прогиба, возникающего в процессе эксплуатации.
2. Разработано устройство диагностирования гидроцилиндров транспортно-технологических машин по величине полного прогиба, возникающего в процессе эксплуатации.
3. Определены значения полного эксплуатационного прогиба гидроцилиндра рукояти строительного экскаватора.

Данная методика будет в дальнейшем использоваться при изучении эксплуатационного напряженно-деформированного состояния гидроцилиндров одноковшовых экскаваторов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Плешивцева С. В., Жмуров В. В., Кобзов Д. Ю.** Анализ конструкции и перспективы развития гидропривода возвратно-поступательного действия // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование.* Научный журнал ИргУПС, Иркутск. — 2007. — № 4 (16). — С. 39–44.
2. **О механизме** заклинивания гидроцилиндра / В. А. Тарасов, С. П. Ереско, В. В. Жмуров, И. О. Кобзова, Д. Ю. Кобзов // *Системы. Методы. Технологии.* Научный журнал БрГУ, Братск. — 2015. — № 1 (25). — С. 66–72.
3. **Кобзов Д. Ю., Усова С. В.** Экспресс-диагностика несущей способности гидроцилиндров машин // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование.* Научный журнал ИргУПС, Иркутск, 2009. — № 3 (23). — С. 174–179.
4. **Лапшин В. Л., Тарасов В. А., Жмуров В. В., Кобзов Д. Ю.** Гидроцилиндры дорожных и строительных машин. Часть 3. Несущая способность. // Братск. гос. ун-т. — Братск, 2011. — 88 с., ил., библиогр. 93 назв. — Рус. — Деп. в ВИНТИ РАН 27.01.2011, № 27-В2011.
5. **Устройство** для экспериментального исследования деформации длинноходового гидроцилиндра / Д. Ю. Кобзов, С. П. Ереско, В. Г. Губанов, А. Ю. Кулаков, А. А. Трофимов // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики [Электронный ресурс]: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной Дню космонавтики (10–15 апреля 2016 г., Красноярск): в 2 т.* Т. 1. Красноярск, 2016.
6. **Кобзов Д. Ю., Жмуров В. В., Кобзова И. О., Губанов В. Г.** Определение параметров наибольшего нагружения гидроцилиндров многозвенной машины // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование.* Научный журнал ИргУПС, Иркутск, 2016. — № 2 (50). — С. 49–58.
7. **Провести** исследование и разработать предложения по повышению надежности и эксплуатационных качеств одноковшовых экскаваторов. Часть 2. Экскаваторы с гидравлическим приводом ЭО-3322А, ЭО-4121, ЭО-4123, ЭО-5122, ЭО-6121, ЭО-4121А: Отчет о НИР/ВНИИСДМ 3. М., 1977. — 248 с.
8. **Ереско С. П.** Исследование влияния нагрузочного режима одноковшовых экскаваторов на надежность гидроцилиндров рабочего оборудования и их уплотнительных устройств: Дисс. ... канд. техн. наук / ЛИСИ. — Л., 1981. — 260 с.
9. **Алексеев В. И., Лажинцев К. В., Завадина Г. Г.** и др. Исследование температурного режима гидросистемы экскаватора и эксплуатационных показателей экскаваторов ЭО-4124ХЛ с целью повышения технического уровня и надежности: Отчет о НИР; ГР 01850064394, ИН 02870062653/НПО ВНИИСДМ, Красноярск, 1986. — 64 с.
10. **Елизарова В. Б., Смоляницкий Э. А.** Определение сопротивления грунта копанью экскаваторами // *Строительные и дорожные машины.* — 1987. — № 9. — С. 16–17.
11. **Тимошенко В. К.** Оптимизация параметров механизма привода рукоятки обратной лопаты гидравлического экскаватора // *Строительные и дорожные машины.* — 1991. — № 2. — С. 25–26.

---

## Семинар по качеству на "КАМАЗе"

В Международном институте техники, технологий и управления (МИТТУ), учебном центре "КАМАЗа", прошел семинар "Управление качеством" для руководителей, начальников и специалистов отделов по качеству.

Участниками первого семинара стали представители завода двигателей, прессово-рамного завода, Центра закупок, АО "Аэропорт "Бегишево", ООО "Челныводоканал", ООО "АвтоЗапчасть КАМАЗ", ООО ДААЗ, а также резиденты АО "Камский индустриальный парк "Мастер" (КИП "Мастер") — компании "ЛЕОНИ РУС" и ООО АР Си ЭР. Спикерами выступили начальник отдела менеджмента качества "Татпроф" Айрат Шарипов и начальник отдела качества "СиЭнйч Индастриал Руссия" Денис Гайнутдинов.

В своем выступлении Айрат Шарипов затронул вопросы грамотной постановки цели в области качества. Он привел опыт работы в российских и международных компаниях, затронул проблемы на пути создания системы качества и поделился своим опытом управления внутренним аудитом компании. Во второй половине семинара вместе с Денисом Гайнутдиновым участники вспомнили о том, кто является аудитором, насколько важна и ответственна эта роль, какие качества и навыки ему необходимы, какие могут возникнуть трудности на пути аудитора и как их можно решить.

В завершении встречи участники предложили темы для дальнейших семинаров, которые решено проводить ежеквартально. Присутствовать на них может любой желающий, причем как в роли слушателя, так и спикера. Также есть возможность подключиться к семинару дистанционно.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

УДК 621.113.066

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-9-27-32

**С. Г. Павлишин**, канд. техн. наук, e-mail: pavlishin-sg@mail.ru, г. Хабаровск,  
**А. А. Бянкин**, вед. инж., e-mail: 375199@mail.ru, ФГБОУ ВО "Тихоокеанский  
государственный университет", г. Хабаровск, **Ю. С. Павлишина**, преподаватель,  
КГБ ПОУ "Технический колледж", г. Хабаровск

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ОБЯЗАТЕЛЬНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОСМОТРЕ

*Решается задача по объединению операций технического осмотра транспортных средств в технологически совместимые группы и оптимальному распределению их по отдельным постам диагностической линии. Предложено планировочное решение поточной линии диагностирования грузовых автомобилей и автобусов, а также формула, позволяющая определять ее производительность.*

**Ключевые слова:** оператор технического осмотра, технологически совместимая группа, пост, поточная линия, операция, оборудование диагностическое.

*The task of combining operations into technologically compatible groups and optimally distributing them to separate posts of the diagnostic line of the vehicle technical inspection point is solved. Planning solution for production line for trucks and buses diagnostics and a formula that allows to determine that performance are proposed.*

**Keywords:** technical inspection operator, technologically compatible group, post, production line, operation, diagnostic equipment.

---

*Ссылка для цитирования*

**Павлишин С. Г., Бянкин А. А., Павлишина Ю. С.** Совершенствование организации контроля состояния транспортных средств при обязательном техническом осмотре // Журнал "Грузовик", 2021. № 9. С. 27—32.

*Link for citation*

**Pavlishin S. G., Byankin A. A., Pavlishina Yu. S.** The improving of monitoring the condition of vehicles organization during mandatory technical inspection // Journal "Truck", 2021. No. 9. P. 27—32.

---

С целью устранения условий, позволяющих оформлять диагностические карты без фактического осмотра транспортных средств (ТС), в том числе через Интернет, разработан и с 6 июня 2019 года вступил в действие Федеральный закон № 122-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее ФЗ). Он призван совершенствовать правоотношения в системе технического осмотра ТС.

В ФЗ внесены изменения, направленные на исключение случаев оформления диагностических карт без реального проведения процедуры техосмотра. Для реализации указанной задачи

предусмотрен комплекс мероприятий, а именно дополнительные требования к фотографическому изображению ТС, точности определения координат места и времени проведения технического осмотра, порядку оформления диагностических карт в электронном виде и их подписания усиленной квалифицированной цифровой подписью технического эксперта, проводившего техосмотр; установление требований к производственно-технической базе пунктов техосмотра, порядок аннулирования диагностической карты, а также ведение государственного контроля за соблюдением операторами техосмотра установленных требований к его проведению.

Для юридического и технологического обеспечения данного ФЗ разработаны следующие

нормативно-правовые акты, которые вступают в действие с 1 марта 2021 года:

— Постановление Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2020 года № 1434 "Об утверждении Правил проведения технического осмотра транспортных средств, а также о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации";

— Приказ Минтранса России от 30 апреля 2020 года № 151 "Об утверждении методики расчета значения пропускной способности пункта технического осмотра и типового перечня технологических операций по проведению технического диагностирования различных категорий транспортных средств и (или) видов городского наземного электрического транспорта".

Правила проведения технического осмотра ТС устанавливают: порядок оказания услуг по его проведению, включая процедуру подтверждения соответствия транспортных средств обязательным требованиям безопасности, проводимую в форме технического диагностирования, в целях допуска ТС к участию в дорожном движении, а также формы диагностических карт, в том числе для трамваев и троллейбусов; особенности проведения технического осмотра с использованием передвижных диагностических линий и порядок аннулирования диагностической карты.

Так, в пункте 13 Правил указывается, что проверка технического состояния ТС проводится с помощью средств технического диагностирования и методов органолептического контроля. А в пункте 14 данного документа установлена продолжительность технического диагностирования ТС всех категорий, в том числе она составляет для мотоциклов (L) — 10, легковых автомобилей (M<sub>1</sub>) — 30, автобусов (M<sub>2</sub>) — 59, (M<sub>3</sub>) — 72, грузовых автомобилей (N<sub>1</sub>) — 32, (N<sub>2</sub>) — 63, (N<sub>3</sub>) — 68 мин, где L, M и N — категории ТС в соответствии с классификацией, установленной в техническом регламенте Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств" 018/2011 (ТРТС) [1].

Также в приложении 1 Правил отражены более 80 обязательных требований безопасности ТС, предъявляемых к ним при проведении технического осмотра, например такие, как показатели эффективности тормозной системы и устойчивости ТС, требования к внешнему виду и техническому состоянию их отдельных элементов (наличие коррозии, утечек, подтеканий, механических повреждений, деформаций, трещин, нарушений формы, комплектности, работоспособ-

ности), к усилиям на органах управления (педали тормоза, рулевым колесе), к остаточной глубине рисунка протектора шин, содержанию загрязняющих веществ в отработавших газах бензиновых, дизельных и газовых двигателей, уровню шума, обзорности, светопропусканию ветрового стекла, наличию и состоянию ремней безопасности, наличию и, что следует отметить особо, соответствию требованиям изменений в конструкции ТС и т. п.

А в приказе Министерства транспорта Российской Федерации № 151 представлены Методика расчета значения пропускной способности пункта технического осмотра (приложение 1 к данному приказу) и Типовой перечень технологических операций по проведению технического диагностирования различных категорий транспортных средств и (или) видов городского наземного электрического транспорта (приложение 2).

В Типовом перечне и в диагностической карте оговорены обязательные операции и элементы ТС, которые необходимо проверить при оценке их технического состояния.

Указанный типовой перечень включает более 60 позиций и около 90 технологических операций технического диагностирования, в том числе и дополнительные для автобусов, специальных, специализированных, перевозящих крупногабаритные, тяжеловесные и опасные грузы ТС, троллейбусов и трамваев, а также ТС оперативных служб.

Представляет практический интерес решение задачи по объединению данных операций в технологически совместимые группы и оптимальному распределению их по отдельным постам диагностической линии пункта обязательного технического осмотра ТС. Технологически совместимая группа должна включать операции, которые позволяют использовать одни и те же посты, оборудование или приемы работ. Так, нами реализуется следующая концепция распределения операций контроля технического состояния ТС по технологически совместимым группам [2, 3]. На первом посту проводятся работы, требующие рабочей температуры охлаждающей жидкости двигателя (не ниже 60 °С) и наличия горизонтальной твердой площадки. На втором предусмотрены работы, включающие операции, проводимые снизу (под) ТС и требующие "холодных" тормозных механизмов [4].

Предлагается следующее распределение работ (операций) при проверке технического состояния в процессе обязательного технического осмотра

для автобусов категорий  $M_2$  и  $M_3$  (имеющих более 8 мест для сидения, помимо места водителя), грузовых автомобилей категорий  $N_2$  и  $N_3$  (имеющих технически допустимую максимальную массу свыше 3,5 т), прицепов и полуприцепов к ним по двум постам [5–7]. Номера позиций соответствуют типовому перечню технологических операций.

**Пост 1 (ровная площадка).** Проверить: 2.1. отсутствие рынков и заеданий (поворотом рулевого колеса на максимальные углы); 2.2. суммарный люфт в рулевом управлении (РУ) (произвести замер, установить на рулевое колесо прибор для измерения суммарного люфта в РУ); 2.5. работоспособность усилителя РУ (при работающем двигателе); 2.6. натяжение ремня привода насоса усилителя РУ; 2.7. уровень рабочей жидкости в резервуаре усилителя; 2.8. герметичность гидросистемы усилителя; 2.10. максимальный поворот рулевого колеса; 3.1. соответствие устройств освещения и световой сигнализации требованиям ГОСТ 33997–2016; 3.2. наличие и состояние рассеивателей внешних световых приборов; отсутствие не предусмотренных конструкцией светового прибора оптических элементов; 3.3. работоспособность и режим работы устройств освещения и световой сигнализации; 3.4. соответствие углов регулировки и силы света фар требованиям ТРТС; 3.5. работоспособность и режим работы сигналов торможения; 4.1. состояние и работу в установленном режиме стеклоочистителей ветрового стекла; 4.2. работоспособность стеклоомывателей ветрового стекла; 5.1. соответствие высоты рисунка протектора шин требованиям ТРТС; 5.2. состояние и пригодность шин к эксплуатации (осмотром с наружной и внутренней стороны); 5.3. наличие болтов или гаек крепления дисков и ободьев колес; 5.4. состояние дисков и ободьев колес; 5.5. осмотром форму и размеры крепежных отверстий в дисках колес; 5.6. осмотром соответствие установки шин по осям транспортного средства требованиям ТРТС; 6.1. содержание вредных веществ в отработавших газах ТС с бензиновыми и газовыми двигателями; 6.2. дымность отработавших газов ТС с дизельными двигателями; 6.4. работоспособность запорных устройств и устройств перекрытия топлива; 6.5. герметичность и соответствие системы питания газобаллонных ТС, ее размещение и установку требованиям ТРТС; 6.6. соответствие сроков периодического освидетельствования газовых баллонов; 6.8. соответствие уровня шума выпускной системы ТС требованиям ТРТС; 7.1. наличие, состояние и крепление зеркал заднего вида в со-

ответствии с требованиями ТРТС; 7.2. наличие работоспособного звукового сигнального прибора; 7.3. состояние стекол, отсутствие дополнительных предметов или покрытий, ограничивающих обзорность с места водителя, и соответствие полосы пленки в верхней части ветрового стекла; 7.4. отсутствие трещин на ветровом стекле в зоне очистки водительского стеклоочистителя; 7.5. соответствие светопропускания ветрового стекла, передних боковых стекол и стекол передних дверей требованиям ТРТС; 7.6. работоспособность: замков дверей; запоров бортов грузовой платформы; запоров горловин цистерн; механизмов регулировки и фиксирующих устройств сидений; устройства обогрева и обдува ветрового стекла; противоугонного устройства; 7.7. работоспособность аварийных выходов салона, устройств приведения их в действие, приборов внутреннего освещения салона, привода управления дверями и сигнализации их работы; 7.8. наличие обозначений аварийных выходов и табличек по правилам их использования; обеспечение свободного доступа к аварийным выходам; 7.9. работоспособность аварийного выключателя дверей и сигнала требования остановки; 7.10. наличие, крепление и состояние: заднего защитного устройства, грязезащитных фартуков и брызговиков; 7.11.1. работоспособность автоматического замка, ручной и автоматической блокировки седельно-сцепного устройства, отсутствие видимых повреждений сцепных устройств; 7.11.2. наличие работоспособных предохранительных приспособлений у одноосных прицепов и прицепов, не оборудованных рабочей тормозной системой; 7.11.3. оборудование прицепов (за исключением одноосных и роспусков) исправным устройством, поддерживающим сцепную петлю дышла в положении, облегчающем сцепку и расцепку с тяговым автомобилем; 7.11.4. отсутствие продольного люфта в беззазорных тягово-сцепных устройствах с тяговой вилкой для сцепленного с прицепом тягача; 7.11.6. соответствие размерных характеристик сцепных устройств требованиям ТРТС; 7.12. наличие знака аварийной остановки и медицинской аптечки; 7.13. наличие огнетушителей, соответствующих требованиям ТРТС; 7.14. наличие не менее двух противооткатных упоров; 7.15. оснащение транспортных средств исправными ремнями безопасности; 7.16. надежность крепления поручней в автобусах, запасного колеса, аккумуляторной батареи, сидений, огнетушителей и медицинской аптечки; 7.17. наличие и ширину надколесных грязезащитных устройств; 7.18.

соответствие вертикальной статической нагрузки на тяговое устройство автомобиля от сцепной петли одноосного прицепа (прицепа-ропуска) требованиям ТРТС; 7.19. работоспособность держателя запасного колеса, лебедки и механизма подъема-опускания запасного колеса; 7.20. работоспособность механизмов подъема и опускания опор и фиксаторов транспортного положения опор (для прицепов); 7.22. места установки государственных регистрационных знаков; 7.23. работоспособность устройства или системы вызова экстренных оперативных служб; 8.1. отсутствие изменений в конструкции ТС, внесенных в нарушение требований ТРТС.

**Пост 2 (осмотровая канава).** Проверить: 1.1. эффективность торможения и устойчивость ТС при торможении на стенде; 1.4.1. наличие утечек сжатого воздуха из элементов тормозного привода (снизу ТС на слух); 1.4.2. (определить) величину падения давления сжатого воздуха в тормозном приводе; 1.5. давление сжатого воздуха на контрольных выводах тормозного привода (произвести замер); 1.6. осмотром герметичность гидравлического тормозного привода; 1.7. работоспособность манометра пневматического (пневмогидравлического) тормозного привода; 1.8. работоспособность средств сигнализации и контроля тормозных систем, манометров пневматического и пневмогидравлического тормозного привода, устройства фиксации органа управления стояночной тормозной системы; 1.9. состояние элементов тормозных систем: наличие коррозии, грозящей потерей герметичности или разрушением; наличие механических повреждений тормозных трубопроводов; наличие деталей с трещинами или остаточной деформацией; наличие набухания тормозных шлангов под давлением, наличие трещин на них и видимых мест перетирания; расположение и длина соединительных шлангов пневматического тормозного привода автопоездов должны исключать их повреждения при взаимных перемещениях тягача и прицепа (полуприцепа); 2.3. осмотром снизу, используя люфт-детектор, отсутствие взаимных перемещений деталей рулевого привода, крепление картера рулевого механизма и рычагов поворотных цапф; 2.4. осмотром состояние деталей РУ: повреждения и отсутствие деталей крепления рулевой колонки и картера рулевого механизма, а также повышение подвижности деталей рулевого привода относительно друг друга или кузова (рамы), не предусмотренное изготовителем ТС (в эксплуатационной документации), не до-

пускаются; резьбовые соединения должны быть затянуты и зафиксированы способом, предусмотренным изготовителем транспортного средства; люфт в соединениях рычагов поворотных цапф и шарнирах рулевых тяг не допускается; устройство фиксации положения рулевой колонки с регулируемым положением рулевого колеса должно быть работоспособно; 2.8. герметичность гидросистемы усилителя РУ; 5.2. осмотром с наружной и внутренней стороны состояние и пригодность шин к эксплуатации; 5.4. состояние дисков и ободьев колес; 5.6. осмотром соответствие установки шин по осям ТС требованиям ТРТС; 6.3. герметичность системы питания ТС с бензиновыми и дизельными двигателями (по подтеканию и каплепадению топлива); 6.5. герметичность и соответствие системы питания газобаллонных транспортных средств, ее размещение и установку требованиям ТРТС; 6.7. систему выпуска отработавших газов на комплектность, отсутствие прогаров, механических пробоев и неплотностей в ее соединениях; 7.19. работоспособность держателя запасного колеса, лебедки и механизма подъема-опускания запасного колеса; 7.21. отсутствие каплепадения масел и рабочих жидкостей; 8.1. отсутствие изменений в конструкции ТС, внесенных в нарушение требований ТРТС. 9.1. на автомобиле-тягаче, предназначенном для работы с прицепами, наличие и работоспособность устройства, позволяющего в случае разрыва соединительных магистралей между тягачом и прицепом (полуприцепом) затормозить рабочим или аварийным тормозом; 9.2. на прицепе (полуприцепе) срабатывание устройства, обеспечивающего автоматическое затормаживание при разрыве соединительных магистралей с автомобилем-тягачом.

Учитывается, что продолжительность (трудоемкость) контроля технического состояния автобусов и грузовых автомобилей, указанных выше категорий, отличается незначительно и составляет около 70 мин. А это, в свою очередь, позволяет обеспечить ритмичность протекания производственного процесса и синхронизацию работы постов и исполнителей на линии техосмотра [2, 5, 8, 9].

Проведение некоторых операций предусмотрено одновременно на обоих постах, что обусловлено необходимостью учета различий в конструкции ТС (например, размещение запасного колеса сзади, сбоку или снизу под автомобилем), а также проверки отдельных элементов сбоку, снизу или с внутренней стороны (например, состояние дис-

ков и ободьев колес или отсутствие изменений в конструкции ТС).

Исходя из предложенного распределения операций контроля технического состояния предлагается планировочное решение поточной линии для грузовых автомобилей и автобусов (рисунок).

Предлагаемая организация контроля технического состояния ТС и планировочное решение поточной линии также учитывает требования приказа Минтранса России от 09.07.2020 № 232 "Об утверждении требований к производственно-технической базе оператора технического осмотра и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых лицами, претендующими на получение аттестата аккредитации оператора технического осмотра, и операторами технического осмотра обеспечивает их соответствие требованиям аккредитации" (см. прил. 1 к данному приказу) и могут быть использованы при совершенствовании работы существующих и открытии новых пунктов технического осмотра [5, 9].

Также предлагается формула для расчета годовой пропускной способности (производительности) поточных линий операторов технического осмотра (ОТО) [2, 5, 9]:

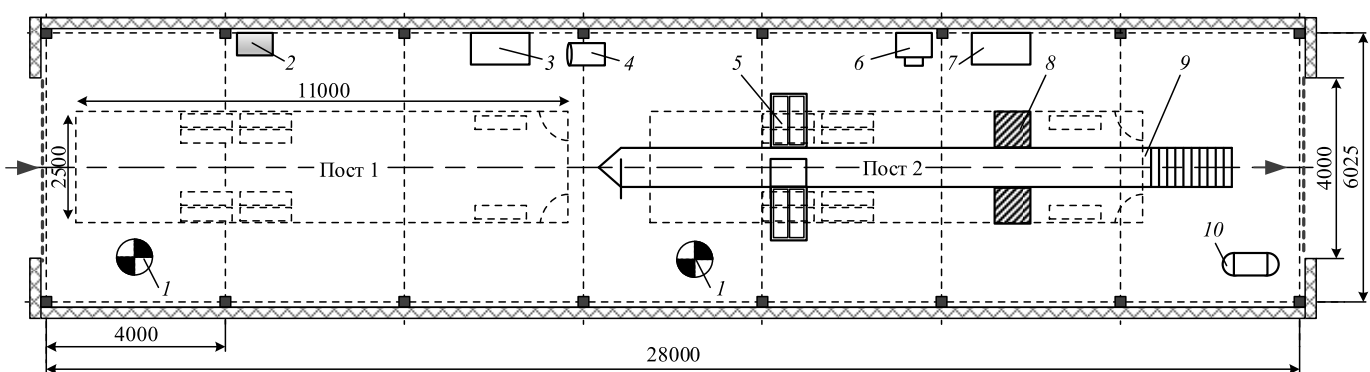
$$A = \frac{60ПТР\eta}{(t+a)(1+\phi)}C, \quad (1)$$

где П — количество рабочих постов на линии; Т — продолжительность работы пункта технического осмотра (ПТО), часов в сутки; Р — среднее

число технических экспертов, одновременно работающих на посту (1—2);  $\eta$  — коэффициент использования рабочего времени поста (0,9—0,95);  $t$  — продолжительность технического диагностирования ТС (согласно Правилам проведения технического осмотра). Она включает продолжительности контроля легкового  $t_{л}$ , автобуса  $t_{а}$  и грузового  $t_{г}$  ТС, умноженные на вероятности их поступления в ПТО  $x_i$ , т. е.  $t = x_1t_{л} + x_2t_{а} + x_3t_{г}$  (чел·мин), причем  $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ , если область аккредитации ОТО охватывает все виды ТС;  $a$  — время, затрачиваемое на установку (съезд) и перемещения ТС с поста на пост (13 мин) [2, 5];  $\phi$  — коэффициент неравномерности поступления автомобилей в ПТО (0,15—0,25);  $C$  — число рабочих дней ПТО в год. Величину  $x_i$  не сложно определить на основании данных о количестве проверенных конкретным ПТО легковых, грузовых автомобилей и автобусов за предшествующий период работы или при долгосрочном планировании (прогнозировании) исходя из процентного соотношения указанных ТС в регионе.

Данная формула позволяет решать и обратную задачу, т. е. при заданной годовой производственной программе техосмотров рассчитать необходимое количество постов и (или) технических экспертов.

Предлагаемые решения позволяют операторам технического осмотра обеспечить требуемое качество проверки состояния ТС (в том числе исключить пропуски отдельных операций) при оптимальных трудовых и материальных затратах и нормативной продолжительности их диагностирования.



### Планировка линии диагностики транспортных средств категорий М<sub>2</sub>, М<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> и N<sub>3</sub>:

1 — местный отсос отработавших газов с насадками на выхлопные трубы; 2 — газоанализатор и дымомер; 3 — стеллаж для приборов и инструментов (переносная электролампа 12 В, прибор для проверки светопропускания стекол, течеискатель, люфтомер, шумомер, нутромер (штангенциркуль), линейка и досмотровое зеркало); 4 — прибор для проверки и регулировки автомобильных фар; 5 — тормозной роликовый стенд; 6 — рабочее место оператора тормозного стенда (пульт управления); 7 — стеллаж для приборов и инструментов (переносная электролампа 12 В, комплект манометров с насадками и секундомер); 8 — люфт-детектор; 9 — осмотровая канава; 10 — компрессор

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Технический** регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 (с изменениями на 11 июля 2016 года) О безопасности колесных транспортных средств. — М.: Стандартинформ, 2016.
2. **Павлишин С. Г.** Расчет нормативов обеспеченности населения пунктами технического осмотра АМТС // Автотранспортное предприятие. — 2012. — № 6. — С. 27–32.
3. **Руководство** по диагностике технического состояния легковых автомобилей и созданных на базе их агрегатов грузовых автомобилей и автобусов при государственных технических осмотрах / С. Г. Павлишин, А. В. Гопко, А. И. Остапенко. — Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 1999. — 28 с.
4. **ГОСТ 33997—2016.** Межгосударственный стандарт. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки, утвержден приказом Росстандарта от 18 июля 2017 г. № 708-ст, введен в действие 1 февраля 2018 г. — М.: Стандартинформ, 2017.
5. **Техническая** эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е. С. Кузнецов и др. 3-е изд. — М.: Наука, 2001. — 535 с.
6. **Захаров Н. С.** Факторы, влияющие на продолжительность простоя транспортно-технологических машин в текущем ремонте / Н. С. Захаров, С. А. Савин, М. М. Иванкив, А. А. Лушников // Нефтяное хозяйство. — 2014. — № 4. — С. 82–84.
7. **Лянденбургский В. В.** Формирование рациональной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей / Ponte Academic Journal. — 2017. — Vol. 73. — No. 5.
8. **Волков Е. В.** Тяговая и тормозная динамика автомобиля: монография. — Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2017. — 180 с.
9. **Тузов Н. С., Попов Е. В.** Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие. — Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2018. — 258 с.

## "Газпром", Минпромторг России, КАМАЗ и Правительство Санкт-Петербурга объединят усилия по развитию экологичного транспорта в городе



Председатель Правления ПАО "Газпром" Алексей Миллер, Министр промышленности и торговли Российской Федерации Денис Мантуров, Губернатор г. Санкт-Петербурга Александр Беглов и генеральный директор ПАО "КАМАЗ" Сергей Когогин подписали соглашение. Документ нацелен на развитие в Санкт-Петербурге комфортной городской среды и снижение воздействия на окружающую среду. Стороны объединят усилия для поэтапного перевода в 2021–2023 гг. автомобильного и водного пассажирского транспорта, коммунальной техники на природный газ — самое экологичное и экономичное топливо.

Согласно документу "Газпром" продолжит развивать в Санкт-Петербурге собственную газозаправочную сеть. Планируется, что к 2024 г. она вырастет в 2,5 раза — до 25 объектов (в основном — автомобильных газонаполнительных компрессорных станций).

Дополнительно компания проработает варианты создания инфраструктуры для заправки городского и водного транспорта сжиженным природным газом (СПГ).

Компания также изучит возможность долгосрочной, до конца 2030 г., фиксации стоимости реализации в Санкт-Петербурге газомоторного топлива на уровне не более 50 % стоимости дизельного топлива.

Правительство Санкт-Петербурга, в свою очередь, планирует расширять парк муниципальной газомоторной техники, стимулировать перевод коммерческого и частного автомобильного транспорта на газ. Кроме того, подготовит и направит в Министерство транспорта РФ предложения об упрощенном порядке согласования и регистрации переоборудования судов для работы на СПГ. Будут проработаны меры поддержки предприятий, использующих водный транспорт для перевозки пассажиров.

КАМАЗ произведет автомобильный пассажирский транспорт и коммунальную технику на природном газе в необходимом городе количестве и ассортименте. На базе учебного центра в Санкт-Петербурге будет организовано обучение персонала городских предприятий правилам эксплуатации, обслуживания и ремонта газомоторной техники. Также в сфере ответственности автопроизводителя — развитие существующей системы сервисно-технического обслуживания такой техники дилерской сетью ПАО "КАМАЗ" в Санкт-Петербурге.

Минпромторг России рассмотрит возможность предоставления мер государственной поддержки, включая субсидии. Они могут применяться как для разработчиков и производителей автомобильных и водных транспортных средств, работающих на природном газе, так и для предприятий, приобретающих такую технику либо переоборудующих существующий водный транспорт.

Перечень конкретных мероприятий и сроки их реализации будут закреплены в четырехсторонней Дорожной карте по реализации проекта "Развитие рынка газомоторного топлива в Санкт-Петербурге" на 2021–2023 гг.

*Пресс-центр ПАО "Газпром"*



# ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.072.6

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-9-33-38

**А. В. Шемякин**, д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева", г. Рязань, e-mail: shem.alex62@yandex.ru,

**М. В. Стоян**, ст. преподаватель, ФГБОУ ВО "Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина", г. Рязань,

**А. С. Терентьев**, канд. техн. наук, доцент, ФКОУ ВО "Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний", г. Рязань, e-mail: asterentev.78@mail.ru,

**В. В. Терентьев**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева", г. Рязань, e-mail: vvt62ryazan@yandex.ru,

**К. П. Андреев**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева", г. Рязань, e-mail: kosta066@yandex.ru,

**А. Б. Мартынушкин**, канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева", e-mail: martinyshkin@mail.ru

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ ГОРОДСКИМ ТРАНСПОРТОМ

*Интенсификация общественного транспорта в городских районах в связи с повышением мобильности на региональном и государственном уровнях, расхождения между городскими районами с одинаковым населением и отсутствие статистических данных, связанных с эффективностью и качеством услуг общественного транспорта, являются основными факторами нашей работы. Необходимо провести границы между качеством услуг и показателями эффективности работы системы общественного транспорта. Качество услуг — это субъективный результат множества нематериальных переменных. К качеству обслуживания можно подходить с четырех сторон: с точки зрения пассажира, производительности транспортного средства, специализированной компании по пассажирским перевозкам и Правительства. Доступность, комфорт и удобство — вот основные показатели, которые должны быть оценены населением, как имеющие высокие оценки за хорошее качество городских транспортных услуг. Инструментом, используемым для сбора данных, является опрос предпочтений.*

**Ключевые слова:** качество услуг, общественный транспорт, оценка, эффективность, методы, пассажир, опрос.

*The intensification of public transport in urban areas due to increased mobility at the regional and state levels, discrepancies between urban areas with the same population and the lack of statistics related to the efficiency and quality of public transport services are the main factors of our work. It is necessary to draw boundaries between the quality of services and the performance indicators of the public transport system. The quality of services is the subjective result of many intangible variables. The quality of service can be approached from four sides: from the point of view of the passenger, the performance of the vehicle, the specialized passenger transportation company, and the Government. Accessibility, comfort and convenience—these are the main indicators that should be evaluated by the population as having high ratings for the good quality of urban transport services. The tool used to collect the data is the preference survey.*

**Keywords:** service quality, public transport, evaluation, efficiency, methods, passenger, survey.

---

Ссылка для цитирования

**Шемякин А. В., Стоян М. В., Терентьев А. С., Терентьев В. В., Андреев К. П., Мартынушкин А. Б.** Оценка качества обслуживания пассажиров городским транспортом // Журнал "Грузовик", 2021. № 9. С. 33—38.

Link for citation

**Shemyakin A. V., Stoyan M. V., Terentyev A. S., Terentyev V. V., Andreev K. P., Martynushkin A. B.** Assessment of the quality of passenger service by urban transport // Journal "Truck", 2021. No. 9. P. 33—38.

---

# ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Одним из важнейших участников процесса транспортного обслуживания является перевозчик. На основе законодательства Российской Федерации перевозку пассажиров городским транспортом общего пользования осуществляют муниципальные организации, юридические лица различных форм собственности и индивидуальные предприниматели. Каждый перевозчик независимо от формы собственности законодательно обязан обеспечивать качество перевозки, так как качество транспортных услуг находится под постоянным контролем государства и муниципалитета. Но контроль качества обычно ограничивается проверкой документации. К сожалению, оперативная оценка качества перевозочного процесса практически не проводится ни одним контролирующим органом. Как правило, при проведении контрольных рейдов проверяются водители и их состояние, транспортные средства, документы и условия перевозки. Перевозчик в первую очередь преследует цель максимизации прибыли. Ввиду того что прибыль перевозчика ограничена жесткой тарификацией стоимости проезда, поэтому единственный выход — это минимизация издержек. Минимизация издержек очень часто оказывает негативное влияние на качество транспортных услуг. Говоря о качестве услуг, необходимо в первую очередь провести проверку соответствия услуг требованиям современной системы оценки качества [1—3].

Среди услуг, оказываемых населению, очень важную роль играют услуги общественного транспорта. Общественный транспорт пассажиров — это вид транспортной операции, которая осуществляется с помощью городского транспорта, в том числе метрополитена, в пределах административно-географической зоны городской территории, не пересекая ее границ.

Совершенно необходимо соотнести ожидания жителей городского района с представлениями об услугах. Результат необходим для оценки качества обслуживания.

Словари определяют качество как характеристику, измерение, и цель данной работы — найти формулу определения качества услуг общественного транспорта. Возникает несколько вопросов: когда услуги общественного транспорта будут приемлемы качественно? Когда службы общественного транспорта определяют недовольных граждан? Когда общественный транспорт имеет высшее качество?

В случае услуг субъективность — это переменная, которая может быть экономически интер-

претирована как полезность. Так, исследование, проведенное в США, выявило (75—80 % респондентов) среднее расстояние, которое пассажиры готовы пройти пешком от начальной точки поездки до первой доступной точки сбора общественного транспорта (400 м), что соответствует 5 мин ходьбы.

Полезность услуги включает в себя абстрактные факторы, такие как безопасность, материальные ценности, уверенность, чувствительность. С другой стороны, качество — это результат потребностей. Две стороны, необходимые для определения качества, ожидания и восприятия, и различия между ними приводят к удовлетворенному, неудовлетворенному или недовольному клиенту.

Обеспечение хорошего качества становится результатом сотрудничества между общественными силами, такими как Местные советы, Министерства, Правительства и специализированные компании общественного транспорта, когда им предлагается внедрить и улучшить имидж услуг, предоставляемых гражданам, в городской местности. На баланс ставится общественное благосостояние и максимизация доходов от транспортных услуг. Необходимо подчеркнуть, что необходимо провести границу между различными терминами, такими как качество или уровень обслуживания, и оценкой эффективности работы системы общественного транспорта [4—7].

Производительность системы общественного транспорта может быть измерена качественно. Она также может быть измерена в абсолютных величинах и обычно относится к конкретному аспекту транспорта. К качеству обслуживания можно подходить только с точки зрения потребителя.

Измерительная услуга — это оценка с количественной точки зрения потребителя (эффективности). Показателями эффективности системы общественного транспорта могут быть: доступность, мониторинг услуг, влияние на сообщество, время в пути, безопасность и охрана, строительство и техническое обслуживание транспортных средств, экономический эффект, транспортная пропускная способность (количество пассажиров).

Измерение качества услуг — это процедура, которая должна рассматриваться с точки зрения: потребителей государственных услуг, транспортного средства (и водителя), частной компании, управляющей услугами общественного транспорта, и сообщества.

Доступность может быть измерена как пространственная доступность (например, покры-

тие сети), временная доступность, доступность информации и доступность пропускной способности.

Комфорт и удобство являются результатом совместного действия таких переменных, как время в пути, часы обслуживания, надежность, время ожидания, безопасность, свободные места в транспортном средстве, чистота транспортного средства, стоимость перевозки и количество транзитов до конечного пункта назначения, сравнительная оценка среди других видов транспорта [8–10].

Опрос предпочтений и метод оценки качества — SERVQUAL.

Прежде чем проводить опросы потребителей, проводится мозговой штурм с целью определения наиболее важного аспекта для потребителей при оценке услуг общественного транспорта: доступности и осязаемости.

Опрос состоит из 19 вопросов, которые описывают потребителя услуг общественного транспорта. Семь вопросов дают подробную информацию, связанную с социальным и экономическим статусом потребителя относительно: возраста, пола, рода занятий, учебы, статуса, района, в котором живет, и доходов. Есть 13 вопросов, которые дают подробную информацию, связанную с: типом транспорта, известным потребителям, наиболее часто используемым типом транспорта, факторами, которые являются детерминантами низкой удовлетворенности потребителей (наличие и цена билетов, задержки, время в пути, частота, покрытие сети, часы обслуживания, чистота и запахи интерьера, общий внешний вид салона транспортного средства, техническое обслуживание транспортных средств и остановочных пунктов, технические способности транспортных средств и остановочных пунктов, общий внешний вид и поведение персонала). Каждый фактор раскрывает абстрактное общее качество услуги, такое как доступность или осязаемость. Собрана информация о частоте, других видах транспорта, объеме перевозок, значительных задержках, возникших при транспортировке, и средствах транспорта, которые вызвали задержки, наличии графика работы (как наличие информации) и интересе к методам транспортировки экологического типа как к вопросу устойчивости [11, 12].

Респондентам предлагается внести свои предложения по совершенствованию существующей городской транспортной сети.

Итоговые данные показывают взаимосвязь между социально-экономическим статусом и ка-

чеством городского транспорта абстрактными измерениями.

SERVQUAL — это комплексный метод, который оценивает все пробелы в качестве услуг. Он проявляется как субъективный результат оказанной услуги. Метод SERVQUAL позволяет завершить исследование путем количественной оценки абстрактных измерений транспортных услуг.

Данный инструмент оценки качества предполагает измерение качества услуги с помощью количественного показателя — индекса качества SQI (Service Quality Index), отражающего соотношение воспринятого и ожидаемого качества услуги. Расчет индекса качества основывается на результатах анкетирования потребителей услуги. При этом используются две базовые анкеты — для измерения ожиданий потребителя и его восприятия качества полученной услуги. Базовые анкеты адаптируются с учетом специфики деятельности организации, особенностей предоставляемой услуги. Респонденты отвечают на вопросы с помощью семибалльной шкалы Лайкерта ("Абсолютно не согласен" — "Абсолютно согласен"). При обработке вопросы можно сгруппировать в блоки по 4–5 в соответствии с показателями (критериями) качества.

По каждому из показателей рассчитывается частный индекс качества (разность между воспринятым и ожидаемым уровнем качества услуги). Полученные значения усредняются с учетом приоритетности для потребителя оцениваемых критериев, что дает общий индекс качества SQI. О высоком качестве предоставляемой услуги свидетельствует неотрицательное значение SQI (воспринятое качество полученной услуги оценивается не ниже, чем ожидаемое).

Этот метод использует утверждения, связанные с пятью измерениями любой услуги: надежность, отзывчивость, уверенность, сочувствие, осязаемость. Заявления применяются к потребителям до и после оказания услуги. Каждое утверждение должно оцениваться по семибалльной шкале от "полностью согласен" (7 класс) до "полностью не согласен" (1 класс). Для каждой пары утверждений рассчитывается балл. Если оценка высока, это означает, что сервис предоставляет некачественную составляющую. Если оценка низкая или нулевая, то качество обслуживания не влияет.

Настоящее исследование представляет собой оценку качества обслуживания как результирующей между ожидаемым и поставленным качеством обслуживания с точки зрения потребителя [13, 14]. Была разработана анкета, основываясь на выше описанных показателях согласно Госу-

# ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Таблица 1

## Вопросы для метода SERVQUAL

Показатель	Утверждение
Экономические показатели	1. В автобусе всегда имеются льготы для пассажиров. 2. В автобусе всегда присутствует система бесконтактной оплаты
Информационного обслуживания	1. В автобусе всегда имеется информация об отправлении и прибытии автобуса. 2. В автобусе всегда имеется информация о предоставляемых услугах и их стоимости. 3. В автобусе всегда оповещают о ближайшей остановке. 4. В автобусе всегда имеется маршрутная карта. 5. На интернет-ресурсах и официальном сайте имеется расписание автобусов и интервалы между автобусами. 6. Перевозчик всегда обеспечивает информацию об изменениях в расписании маршрута. 7. В автобусе всегда присутствует беспроводная сеть wifi. 8. Всегда имеется возможность написать отзыв на сайте компании
Показатели комфортности	1. В автобусе всегда имеются свободные сидячие места. 2. В автобусе всегда присутствует достаточно личного пространства. 3. В автобусе всегда чисто. 4. В автобусе всегда комфортная температура. 5. В автобусе всегда хорошее освещение. 6. В автобусе всегда допустимые значения шума, вибрации и влажности. 7. В автобусе всегда имеются технические средства для пассажиров с ограниченными возможностями. 8. Персонал автобуса всегда вежлив и приветлив. 9. В автобусе всегда ведется видеосъемка салона
Показатели скорости	1. Поездка всегда максимально быстрая. 2. Автобусы всегда останавливаются на всех остановочных пунктах на пути
Показатели своевременности	1. Автобусы должны всегда приходить по расписанию. 2. Интервал движения всегда соблюдается
Показатели безопасности	1. Водители автобуса всегда соблюдают все правила дорожного движения. 2. В автобусе всегда присутствует кондуктор и водитель. 3. Автобус всегда соблюдает следование без поломок

дарственному Стандарту Российской Федерации. Для ответов к вопросу предложено применить семибалльную шкалу Лайкерта ("Абсолютно не согласен" — "Абсолютно согласен"). Данная шкала позволит применить метод качественной оценки показателей на городском маршруте № 7 г. Рязани. Вопросы для метода SERVQUAL представлены в табл. 1.

В опросе приняло участие 84 респондента разного возраста и пола. Анкетирование проходило как в режиме онлайн, путем заполнения онлайн — опросника, так и путем интервьюирования людей на остановочных пунктах (рисунок).

Результаты оценки по методу SERVQUAL изображены в табл. 2.

Таблица 2

## Результаты оценки по методу SERVQUAL

Показатель	Утверждение	Ожидание	Реальность	Разница
Экономические показатели	1. В автобусе всегда имеются льготы для пассажиров.	6,2	4,67	-1,53
	2. В автобусе всегда присутствует система бесконтактной оплаты	5,83	5,67	-0,16
Информационного обслуживания	1. В автобусе всегда имеется информация об отправлении и прибытии автобуса.	5,23	3,45	-1,78
	2. В автобусе всегда имеется информация об предоставляемых услугах и их стоимости.	4,73	4,90	0,17
	3. В автобусе всегда оповещают о ближайшей остановке.	5,90	5,60	-0,30
	4. В автобусе всегда имеется маршрутная карта.	6,20	5,57	-0,63
	5. На интернет-ресурсах и официальном сайте имеется расписание автобусов и интервалы между автобусами.	4,33	4,67	0,34
	6. Перевозчик всегда обеспечивает информацию об изменениях в расписании маршрута.	3,90	1,33	-2,57
	7. В автобусе всегда присутствует беспроводная сеть wifi.	4,70	1,13	-3,57
	8. Всегда имеется возможность написать отзыв на сайте компании	5,33	4,00	-1,33

# ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Окончание табл. 2

Показатель	Утверждение	Ожидание	Реальность	Разница
Показатели комфорта	1. В автобусе всегда имеются свободные сидячие места.	5,07	2,23	-2,84
	2. В автобусе всегда присутствует достаточно личного пространства.	5,40	2,27	-3,13
	3. В автобусе всегда чисто.	4,67	2,83	-1,84
	4. В автобусе всегда комфортная температура.	4,47	3,23	-1,24
	5. В автобусе всегда хорошее освещение.	5,13	4,17	-0,96
	6. В автобусе всегда допустимые значения шума, вибрации и влажности.	4,90	3,43	-1,47
	7. В автобусе всегда имеются технические средства для пассажиров с ограниченными возможностями.	5,50	6,17	0,67
	8. Персонал автобуса всегда вежлив и приветлив.	4,40	3,50	-0,90
	9. В автобусе всегда ведется видеосъемка салона	4,30	6,33	2,03
Показатели скорости	1. Поездка всегда максимально быстрая.	6,23	4,17	-2,06
	2. Автобусы всегда останавливаются на всех остановочных пунктах на пути	5,26	6,33	1,07
Показатели своевременности	1. Автобусы должны всегда приходить по расписанию.	5,92	5,00	-0,92
	2. Интервал движения всегда соблюдается	5,39	3,30	-2,09
Показатели безопасности	1. Водители автобуса всегда соблюдают все правила дорожного движения.	4,90	4,50	-0,40
	2. В автобусе всегда присутствует кондуктор и водитель.	5,00	6,66	1,66
	3. Автобус всегда соблюдает следование без поломок	6,57	6,43	-0,14
Средние значения	—	5,21	4,30	-0,91



Интервьюирование пассажиров в г. Рязань (ООП Университет МВД России)

## Выводы

По результатам анализа было выявлено, что разница между средними значениями ожидания и реальными показателями составляет 0,91. Наибольшая разница (>2) отмечалась на таких показателях как: "Перевозчик всегда обеспечивает информацию об изменениях в расписании маршрута", "В автобусе всегда присутствует беспроводная сеть wi-fi", "В автобусе всегда имеются свободные сидячие места", "Интервал движения всегда соблюдается", "Поездка всегда максимально быстрая", "В автобусе всегда присутствует достаточно личного пространства". SERVQUAL может быть использован для оценки и улучшения государственных услуг в любом секторе.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Андреев К. П., Терентьев В. В., Темнов Э. С.** Проблемы качества транспортного обслуживания населения // В сб.: Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. Материалы Международной очно-заочной научно-технической конференции. — 2017. — С. 105—110.
2. **Некоторые** вопросы оценки качества работы общественного пассажирского транспорта в г. Рязани / А. С. Терентьев, И. Н. Кирюшин, Н. В. Аникин, К. П. Андреев, В. В. Терентьев // Бюллетень транспортной информации. — 2020. — № 4 (298). — С. 3—7.
3. **Терентьев В. В., Андреев К. П., Шемякин А. В.** Повышение качества транспортного обслуживания населения города // В сб.: Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. Сборник научных трудов. — 2019. — С. 39—43.
4. **Вопросы** управления городскими транспортными системами / И. Е. Агуреев, В. А. Пышный, Л. Е. Кушенко, И. А. Новиков, А. Г. Шевцова // В книге: Современные социально-экономические процессы: Проблемы, Закономерности, Перспективы. Монография. — Пенза, 2017. — С. 72—94
5. **Астраханцева А. С., Горячкина И. Н.** Повышение качества городских пассажирских перевозок // В сборнике: Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее. Сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции. Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет; Рязанский государственный агротехно-
- логический университет имени П. А. Костычева. — 2019. — С. 49—52.
6. **Андреев К. П., Терентьев В. В., Шемякин А. В.** Повышение качества обслуживания населения // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых—2017: Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А. А. Горохов. — 2017. — С. 31—33.
7. **Моделирование** при оптимизации городского пассажирского транспорта в макроскопической модели / К. П. Андреев, Е. С. Дерр, И. Н. Горячкина, В. В. Терентьев, Д. С. Рябчиков, А. В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. — 2018. — № 12 (282). — С. 28—34.
8. **Андреев К. П., Терентьев В. В., Агуреев И. Е.** Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети // Грузовик. — 2017. — № 8. — С. 6—9.
9. **Горячкина И. Н., Карпов Е. С.** Проблемные вопросы развития пассажирского транспорта // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. — 2020. — С. 99—103.
10. **Аникин Н. В., Андреев К. П., Терентьев В. В.** Пути решения проблем в организации городского движения // Воронежский научно-технический Вестник. — 2020. — Т. 2. — № 2 (32). — С. 109—119.
11. **Принципиальные** предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения / В. В. Терентьев, К. П. Андреев, В. А. Киселев, Т. В. Мелькумова, А. В. Шемякин // Грузовик. — 2020. — № 3. — С. 37—42.
12. **Бышов Н. В., Борычев С. Н., Рембалович Г. К.** и др. Экономическая эффективность деятельности автотранспортного комплекса. Характеристика и анализ состояния транспорта Рязанской области: Учебное пособие // Рязань, 2020. — 276 с.
13. **Мартынушкин А. Б., Барсукова Н. В.** Оценка уровня качества обслуживания населения региона автомобильным транспортом: Исследование проблемы и разработка методик // Грузовик. — 2020. — № 3. — С. 19—24
14. **Самородов А. С., Карпов Е. С., Горячкина И. Н.** Эффективность функционирования системы городского пассажирского транспорта общего пользования // В сборнике: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. — 2020. — С. 403—407.

**Г. И. Мамити**, д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО "Горский Государственный аграрный университет", г. Владикавказ,

**Э. А. Маргиев**, ст. преподаватель, ФГБОУ ВО "Северо-Кавказский горно-металлургический институт", г. Владикавказ,

**С. А. Сланов**, магистрант, ФГБОУ ВО "Горский Государственный аграрный университет", г. Владикавказ

E-mail: avtofak.ggau@yandex.ru

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

*Снежные лавины, селевые потоки, оползни, камнепады и другие склоновые явления в горных регионах мира издавна и в настоящее время относятся к мощным стихийным бедствиям. На Кавказе, в Кордильерах, Альпах и других горных районах мира склоновые явления в виде ледниковых обрушений чрезвычайно катастрофичны [1]. Для обеспечения безопасности движения автотранспорта в этих условиях в Северо-Кавказском государственном техническом университете разработаны лавинозащитные системы с целью радикального сокращения человеческих жертв, экологического и социально-экономического ущерба [2]. В рамках этой работы исследованы влияние поперечного профиля автомобильной дороги на аварийность в горных условиях движения и устойчивость земляного полотна [3, 4]. Предлагаем поставленную цель обеспечивать и при помощи эксплуатационных свойств самого автомобиля.*

**Ключевые слова:** обеспечение, безопасность движения, автотранспорт, стихийное бедствие, горный регион, параметр, лавинозащитная система, управляемость и устойчивость автомобиля.

*Snow avalanches, mudflows, landslides, rockfalls and other slope phenomena in mountain regions of the world have long been and are now considered powerful natural disasters. In the Caucasus, in the Cordillera, Alps and other mountainous regions of the world, slope phenomena in the form of glacial collapses are extremely catastrophic [1]. To ensure the safety of motor transport in these conditions, the North Caucasus state technical University has developed avalanche protection systems in order to radically reduce human casualties, environmental and socio-economic damage [2]. In this work, the influence of the cross-section of the highway on the accident rate in mountain traffic conditions and the stability of the roadbed was studied [3, 4]. We offer to provide this goal with the help of the performance properties of the car itself.*

**Keywords:** provision, traffic safety, motor transport, natural disaster, mountain region, parameter, avalanche protection system, vehicle handling and stability.

---

Ссылка для цитирования

**Мамити Г. И., Маргиев Э. А., Сланов С. А.** Обеспечение безопасности движения автомобиля // Журнал "Грузовик", 2021. № 9. С. 39—41.

Link for citation

**Mamiti G. I., Margiev E. A., Slanov S. A.** Ensuring vehicle safety // Journal "Truck", 2021. No. 9. P. 39—41.

---

Различают активную безопасность дорожного движения автомобиля, направленную на предупреждение дорожно-транспортных происшествий (ДТП), и пассивную безопасность автомобиля, направленную на снижение последствий ДТП.

Безопасность управления автомобилем — результат гармоничной конструкции подвески колес,

рулевого управления, тормозов и выбора оптимальных динамических характеристик автомобиля.

Условия безопасного движения связаны с поддержанием физиологических напряжений, которым подвергаются пользователи автомобиля (колебания, шум, климатические условия), на возможно более низком уровне.

Колебания в пределах диапазона частот 1—25 Гц (преодоление неровностей, неустойчивость движения и т. п.), наводимые колесами, воздействуют на пользователей автомобиля непосредственно через кузов, сиденье и рулевое колесо.

Шумы в качестве акустических помех автомобиля могут возникать и распространяться от внутренних (двигатель, коробка передач, карданный вал, мосты) или внешних источников (шум от контакта шин с дорожным покрытием, от ветра).

Меры по уменьшению шума, с одной стороны, связаны с разработкой бесшумно работающих компонентов и с другой — с использованием изолирующих или звукопоглощающих материалов. Климатические условия внутри автомобиля, главным образом, связаны с влиянием температуры, влажности и давления воздуха, а также скорости воздушного потока в пассажирском салоне [5].

Непрерывно меняющаяся дорожная обстановка требует от водителя корректировать характер движения колесной машины (автомобиля, трактора, мотоцикла и др.). Для этого машина должна иметь возможность легко и быстро изменять свое положение на дороге при воздействии на рулевое управление.

Управляемость оценивают по следующим параметрам: критическая скорость по управляемости; поворачиваемость машины, соотношение углов поворота управляемых колес; стабилизация управляемых колес и их угловые колебания.

Можно выделить два режима поворотов машины: с малыми радиусами и невысокими скоростями, что характеризует в основном маневренность, и с большими радиусами, высокими скоростями, что характеризует устойчивость и управляемость [6].

Под потерей устойчивости понимают опрокидывание или скольжение (занос) машины. В зависимости от направления опрокидывания и скольжения различают продольную и поперечную устойчивость. Вероятнее и опаснее потеря поперечной устойчивости, вызываемая центробежной силой, поперечной составляющей силы тяжести машины, боковым ветром, боковыми воздействиями неровностей дороги на колеса машины.

Устойчивость машины оценивают по следующим измерителям: критические скорости по устойчивости (скорости начала опрокидывания и начала заноса) при движении на повороте;

критические углы косогора, соответствующие началу поперечного скольжения колес и опрокидывания машины.

Обнаруженное в 1925 г. Г. Брулье явление бокового увода шин привело к созданию современной теории управляемости и устойчивости, основоположником которой считают М. Оллея, работы которого, начиная с 1934 г., положили начало широким исследованиям в области управляемости и устойчивости автомобилей с учетом эластичности шин. М. Оллей ввел понятие избыточной и недостаточной поворачиваемости и впервые использовал термин "критическая скорость" в том смысле, который сейчас является общепринятым.

Необходимо отметить, что теория автомобиля в том виде, в котором она излагается в учебниках ошибочна, что показано в работах [7—12].

В основу традиционной теории движения автомобиля положены отставшие от времени представления, поэтому ее выводы не подтверждаются экспериментально и практикой эксплуатации автомобилей и, следовательно, ошибочны. Строгое следование теории приводит к далеким от истины результатам. Но она остается базисом для проведения исследований, которые неизбежно приводят к результатам, не соответствующим действительности. Может ли эта теория быть опорой для современных исследований? Конечно, нет.

Отставание от времени невосвратно. Вектор времени необратим.

Неотвратимы в настоящем и будущем материальные и социальные потери, связанные с автотранспортом, особенно в горных регионах любой страны, в том числе Российской Федерации, и в частности, Республики Северная Осетия-Алания (РСО-Алания).

Отсюда первоочередной задачей ученых и практических работников служб безопасности движения автотранспортных предприятий (АТП) является разработка практических рекомендаций для Государственной автомобильной инспекции (ГАИ), учитывающих конкретные особенности и часто возникающие ситуации в подконтрольных местностях.

Для обеспечения безопасности движения могут быть использованы результаты изучения причин [13—19] ее потери, с целью недопущения при проектировании автомобиля, выбора конструктивных параметров, прямо или косвенно способствующих ей.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Донин А. К.** В царстве снега. — Новосибирск: Наука, 1983. — 160 с.
2. **Кортиев Л. И., Кортиев А. Л., Цховребов И. П., Маргиев Э. А.** Исследования и практика противолавинной защиты коммуникаций и территорий горных районов // Горный журнал. — 2015. — № 8. — С. 28—32.
3. **Маргиев Э. А.** Влияние поперечного профиля автомобильной дороги на аварийность в горных условиях // Евразийское Научное Объединение. — 2019. — № 8 (54). С. 71—72.
4. **Маргиев Э. А.** Устойчивость земляного полотна на горных дорогах // Евразийское Научное Объединение. — 2019. — № 8 (54). — С. 72—76.
5. **Автомобильный справочник BOSCH** / Пер. с англ. — М.: ЗАО КЖИ "За рулем", 2002. — 896 с.
6. **Мамити Г. И.** Теория движения двухосной колесной машины: В 2 кн. — Владикавказ: Изд-во Горский ГАУ, 2012. — 216 с.; 168 с.
7. **Мамити Г. И.** Прорыв в науке? Пусть ответит непредвзятый читатель // Автомобильная промышленность. — 2017. — № 7. — С. 21—30.
8. **Мамити Г. И.** Влияние на скорость движения автомобиля радиуса колес и высот расположения центров парусности и масс // Автомобильная промышленность. — 2018. — № 2. — С. 15—17.
9. **Мамити Г. И., Льянов М. С., Ким В. А.** Использование основного понятия механики "сила", в теории движения и расчета механизмов автомобиля // Автомобильная промышленность. — 2018. — № 6. С. 18—20.
10. **Мамити Г. И.** Новая теория движения автомобиля // Автомобильная промышленность. — 2019. — № 1. — С. 20—24.
11. **Основные** понятия и допущения теории движения колесных машин / Г. И. Мамити, А. Х. Абаев, А. М. Умирзоков, З. Т. Кочиев, С. А. Сланов // Кишоварз (Земледелец) теоретический и научно-практический журнал. — 2019. — № 3. — С. 96—98.
12. **Качение** колеса / Г. И. Мамити, М. С. Льянов, В. А. Ким, Т. Т. Агузаров, А. Е. Гагкуев, С. А. Сланов // Автомобильная промышленность. — 2019. — № 10. — С. 21—23.
13. **Коллинз Д., Моррис Д.** Анализ дорожно-транспортных происшествий. Пер. с англ. — М.: Изд-во "Транспорт", 1971. — 128 с.
14. **Джонс И. С.** Влияние параметров автомобиля на дорожно-транспортные происшествия. Пер. с англ. — М.: Машиностроение, 1979. — 207 с.
15. **Бобровский Б. Е.** Безопасность движения автомобильного транспорта. — Л.: Лениздат, 1984. — 304 с.
16. **Байэтт Р., Уоттс Р.** Расследование дорожно-транспортных происшествий. Пер. с англ. — М.: Транспорт, 1983. — 288 с.
17. **Грайс Р. Дж.** Эвакуация поврежденных автомобилей. Пер. с англ. — М.: Транспорт, 1984. — 71 с.
18. **Иларионов В. А.** Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. — М.: Транспорт, 1989. — 255 с.
19. **Волошин Г. Я., Мартынов В. П., Романов А. П.** Анализ дорожно-транспортных происшествий. — М.: Транспорт, 1987. — 240 с.

## Шарнирно-сочлененный самосвал высокой грузоподъемности Т-35

Завод "Тонар" представил публике свою последнюю разработку — шарнирно-сочлененный самосвал высокой грузоподъемности Т-35 (7507). При проектировании машины были привлечены специалисты фирмы Bell (ЮАР) — одной из ведущих в этой области. В результате совместных усилий получился величественный землевоз грузоподъемностью 35 т.

Кабина здесь — одноместная, поскольку пассажиров на таких самосвалах не возят. Правда, предусмотрено небольшое откидное сиденье для инструктора, необходимого для обучения персонала.

Агрегаты выполнены в "северном" варианте, с учетом климата большинства месторождений, где будет работать этот гигант. То же касается и материалов, прежде всего кузова. Все шесть колес — ведущие, а тормоза (заметьте!) — многодисковые с принудительным масляным охлаждением. Это обеспечивает интенсивный отвод тепла, надежность и безопасность при многокилометровых спусках по карьерным "серпантинам".

На самосвале установлен шестицилиндровый рядный дизель Cummins QSZ13 рабочим объемом 13 л и мощностью 450 л. с. при 2100 мин<sup>-1</sup>, но планируется вариант и с российской V-образной 15-литровой "восьмеркой" ЯМЗ-6585 мощностью 420 л. с. при тех же оборотах.

Коробка передач — гидроавтомат Allison 4700 или 4500, раздаточная коробка, редукторы мостов и прочие агрегаты, в том числе кабина, — собственной разработки.

Длина машины — 11,5 м, ширина — 3,2 м, высота — 4,1 м. При этом в кузове с "шапкой" умещается до 20 кубометров породы.

Основное поле деятельности нового самосвала — строительство дорог, глобальная переделка ландшафта, работа в угольных, песчаных и рудных карьерах.

# ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС

УДК 625.7/.8

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-9-42-47

**Э. Л. Жебрик**, асп., Институт государственной службы и управления РАНХиГС, начальник отдела сопровождения проектной деятельности Департамента экономики и проектов Минтранса России, г. Москва  
E-mail: elzazhebrik@yandex.ru

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА

*В статье проведен анализ текущего состояния и перспектив дальнейшего развития сети автомобильных дорог на территории субъектов, входящих в состав Дальневосточного федерального округа, с точки зрения обеспечения экономической безопасности региона.*

**Ключевые слова:** региональная экономическая безопасность, транспорт, автомобильные дороги, нормативное состояние, опорная сеть, Дальний Восток.

*The article analyzes the current state and prospects for further development of the road network in the Far Eastern Federal District in terms of ensuring the economic security of the region.*

**Keywords:** regional economic security, transport, roads, standard condition, backbone network, Far East.

---

*Ссылка для цитирования*

**Жебрик Э. Д.** Современное состояние и перспективы развития сети автомобильных дорог на территории Дальнего Востока в контексте обеспечения экономической безопасности региона // Журнал "Грузовик", 2021. № 9. С. 42—47.

*Link for citation*

**Zhebrik E. L.** The current state and prospects for development of the road network in the Far East in the context of providing economic security of the region // Journal "Truck", 2021. No. 9. P. 42—47.

---

Одним из ключевых факторов, предопределяющих возможность ускоренных темпов социально-экономического развития Дальневосточного федерального округа в качестве приоритетного направления современной государственной политики Российской Федерации, является эффективно функционирующая транспортная инфраструктура, способствующая обеспечению географической связанности территории и эффективному функционированию всех отраслей экономики.

Действительно, особое место транспортной отрасли в экономике России подтверждается ее существенной долей в структуре валового внутреннего продукта, которая в период 2015—2020 гг. в среднем составляла 6,5 % (Япония — 5 %, Китай — 4,5 %, Германия — 4 %).

В июле 2021 г. Президентом России утверждена обновленная редакция Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, в которой одним из стратегически национальных приоритетов, направленных на обеспечение и защиту национальных интересов, определена экономическая безопасность страны. При этом согласно указанному документу достижение целей экономической безопасности Российской Федерации требует в том числе развития эффективной транспортной инфраструктуры и обеспечения транспортной связанности страны, укрепления единства экономического пространства страны, сокращения дифференциации субъектов Российской Федерации по уровню и темпам социально-экономического развития, а также стиму-

# ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС

лирования развития экономического потенциала регионов [1].

Вместе с тем в рамках Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 г. в контексте обеспечения экономической безопасности страны развитие экономического потенциала Дальнего Востока является ключевой задачей для реализации сбалансированного пространственного и регионального развития и укрепления единства экономического пространства России [2].

Стратегией пространственного развития Российской Федерации на период до 2035 г. субъекты Российской Федерации, входящие в состав Дальневосточного федерального округа, включены в перечень геостратегических территорий России, которые имеют существенное значение для обеспечения устойчивого социально-экономического развития, территориальной целостности и безопасности Российской Федерации [3].

Роль Дальнего Востока для экономики России трудно переоценить: минерально-сырьевой, агропромышленный, гидроэнергетический, транспортно-логистический и транзитный потенциал, благоприятное географическое положение, обуславливающие доступность международных транспортных коридоров и крупных экспортных рынков, уникальные природно-рекреационные ресурсы — указанные факторы предопределяют необходимость реализации эффективных мер по ускорению социально-экономического развития региона.

Принимая во внимание специфику географического положения, особое значение для социально-экономического развития территории Дальнего Востока играет транспортная инфраструктура, обеспечивающая как жизнедеятельность населения посредством связанности

территорий, так и функционирование ключевых отраслей экономики за счет доступа к рынкам сырья, производства и сбыта готовой продукции, о чем свидетельствует высокая доля транспорта в структуре валового регионального продукта региона, которая по данным за 2019 г. практически на треть превышает среднероссийский уровень (табл. 1) [4].

Исторически автодорожная инфраструктура занимает особое место в транспортной системе Дальневосточного федерального округа с точки зрения обслуживания внутренних и межрегиональных перевозок, а также международных перевозок с приграничными к Российской Федерации странами.

Вместе с тем речь идет преимущественно о перевозках на небольшие расстояния, что во многом обусловлено недостаточной развитостью сети автомобильных дорог общего пользования, сдерживающей дальнейшее развитие экономики и повышение качества жизни населения региона.

В контексте оценки текущего состояния автомобильных дорог на Дальнем Востоке одним из ключевых факторов является обширная площадь региона, занимающая порядка 40,6 % территории Российской Федерации, на которую приходится менее 10 % автомобильных дорог страны. Как следствие, порядка 1300 населенных пунктов региона не обеспечены круглогодичной автомобильной связью с сетью дорог общего пользования с твердым покрытием.

По данным 2020 г. доля автомобильных дорог с твердым покрытием на территории Дальневосточного федерального округа в совокупной протяженности дорог общего пользования составила порядка 66 % (всего в России — более 70 %), в том числе автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием — около 37 и 62 % соот-

Таблица 1

Доля транспортировки и хранения в структуре валового регионального продукта

Федеральный округ (Россия)/показатель	ДФО	СЗФО	ЮФО	СФО	ЦФО	ПФО	УФО	СКФО	Всего по России
Валовый региональный продукт (ВРП), млрд рублей	<b>5 971,5</b>	10 522,6	6 598,7	9 178,5	32 937,7	14 097,8	13 227,7	2 296,7	94 831,2
В том числе: транспортировка и хранение (ТХ), млрд рублей	<b>629,7</b>	1 063,4	631,8	724,6	2 175,1	824,6	771,4	118,7	6 939,3
<b>Доля ТХ в ВРП, %</b>	<b>10,5</b>	<b>10,1</b>	<b>9,6</b>	<b>7,9</b>	<b>6,6</b>	<b>5,8</b>	<b>5,8</b>	<b>5,2</b>	<b>7,3</b>

# ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС

ветственно, а их плотность оказалась более чем в пять раз ниже среднероссийского уровня [4].

Кроме того проблематику дополняет низкая обустроенность автомобильных дорог Дальнего Востока, которые не обеспечены телефонной связью, механизмами пыле- и шумоподавления, а также не приспособлены для размещения объектов придорожного сервиса. Отдельное место с точки зрения обеспечения жизнедеятельности Дальнего Востока ввиду особенностей природно-климатических условий занимают так называемые "автозимники" — зимние автомобильные дороги, необходимые для поставок грузов в отдаленные регионы, законодательное определение и специализированное регулирование создания и эксплуатации которых в настоящее время отсутствует.

Дальнейший анализ соответствия нормативным требованиям к транспортно-эксплуатационным показателям по данным 2019 г. в разрезе общепринятой классификации автомобильных дорог в зависимости от значения также свидетельствует о существующей проблематике развития автодорожной инфраструктуры на территории Дальнего Востока (табл. 2) [4].

С учетом изложенного в целях развития транспортного потенциала и обеспечения транспортной доступности Дальнего Востока в ключевых программных документах поставлены задачи по увеличению доли автомобильных дорог, соответствующих нормативным требованиям к транспортно-эксплуатационным показателям, и приведению в нормативное состояние улично-дорожной сети в населенных пунктах с численностью населения свыше 20 тыс. чел., предопределяющие вектор государственной политики в регионе.

В части развития автомобильных дорог общего пользования федерального значения в соответ-

ствии с федеральной адресной инвестиционной программой на 2021 г. и на плановый период 2022 и 2023 гг. на их строительство, реконструкцию и обустройство на территории Дальневосточного федерального округа запланировано выделение средств федерального бюджета в объеме порядка 33 млрд руб. с вводом в эксплуатацию около 27 км и более 1000 пог. м [5].

Вместе с тем в целях развития автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального, местного значения бюджетам субъектам Российской Федерации, входящим в состав Дальневосточного федерального округа, оказывается государственная поддержка реализации мероприятий в области дорожного хозяйства в рамках государственной программы Российской Федерации "Развитие транспортной системы" в виде субсидий и иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета.

Федеральным законом от 8 декабря 2020 г. № 385-ФЗ "О федеральном бюджете на 2021 г. и на плановый период 2022 и 2023 гг." в период 2021—2023 гг. предусмотрено предоставление субсидий в объеме порядка 28 млрд руб. [6].

Кроме того, в соответствии с положениями Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года" в целях увеличения доли автомобильных дорог регионального значения, соответствующих нормативным требованиям, в их общей протяженности не менее чем до 50 % и доведения в городских агломерациях доли автомобильных дорог, соответствующих нормативным требованиям, в их общей протяженности до 85 % реализуется национальный проект "Безопасные качественные дороги" (далее — БКД), источником финансирования которого являются как иные

Таблица 2

**Доля автомобильных дорог Российской Федерации и Дальневосточного федерального округа, соответствующих нормативным требованиям**

Вид автомобильных дорог	Доля автомобильных дорог, соответствующих нормативным требованиям, %	
	всего по России	ДФО
Автомобильные дороги федерального значения	82,9	79,2
Автомобильные дороги регионального или межмуниципального значения	44,2	37,3
Автомобильные дороги местного значения	52,0	42,6

межбюджетные трансферты из федерального бюджета, предоставляемые бюджетам субъектов Российской Федерации на финансовое обеспечение дорожной деятельности, так и дополнительные доходы региональных дорожных фондов, связанные с доведением норматива зачисления в бюджеты субъектов Российской Федерации акцизов на нефтепродукты до 100 % [7].

В связи с этим необходимо отметить, что в настоящее время порядка 35 % доходной части дорожных фондов субъектов Российской Федерации составляют акцизы на нефтепродукты, что тесно связано с рисками сокращения производства традиционного топлива в контексте перспектив перехода на автомобильный транспорт на альтернативных видах топлива и, как следствие, снижением в долгосрочной перспективе объемов наполнения дорожных фондов.

В настоящее время реализация мероприятий БКД предусмотрена на территории всех субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа. При этом объем финансирования программ дорожной деятельности на территории Дальнего Востока в рамках БКД с 2019 по 2024 г. составляет порядка 70 млрд руб. [8].

Плановые значения по показателям федеральных проектов БКД в части дорожного хозяйства по Дальнему Востоку установлены на уровне среднероссийского или выше него к 2024 г. Вместе с тем по показателю "Доля автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения, соответствующих нормативным требованиям" у отдельных субъектов плановые значения не достигают среднероссийского уровня (табл. 3) [8].

В связи с этим в настоящее время ведется работа по внесению изменений в бюджетное законодательство, предусматривающих увеличение ассигнований Федерального дорожного фонда за счет направления части акцизов на нефтепродукты с целью направления данных средств субъектам, не достигающим среднероссийского уровня значений нормативного состояния региональных дорог, в том числе субъектам Российской Федерации, входящим в состав Дальневосточного федерального округа, в объеме порядка 20 % от общей суммы предусмотренных средств.

Вместе с тем необходимо отметить, что Национальной программой социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года и на перспективу до 2035 года для 7 из 11 субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа

(Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Забайкальский край, Камчатский край, Хабаровский край, Магаданская область, Чукотский автономный округ), недостаточный уровень обеспеченности транспортной инфраструктурой, в том числе низкая плотность автомобильных дорог, определен в качестве ключевого фактора, сдерживающего потенциал их социально-экономического развития [9].

Одним из инструментов комплексного подхода к вопросу развития транспортной инфраструктуры региона, по мнению автора, представляется формирование на базе положений региональных транспортных программ опорной транспортной сети Дальнего Востока (далее — ОТС), скоординированной с Единой опорной транспортной сетью Российской Федерации (далее — ЕОТС), с выделением в ее составе приоритетно развиваемой опорной сети автомобильных дорог Дальнего Востока (далее — ОСАД).

ОСАД должна представлять собой совокупность ключевых автомобильных дорог, отобранных на основе транспортно-географических параметров, критериев востребованности и социальной значимости — дорожный каркас транспортной системы региона, обеспечивающий устойчивые транспортные связи для субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа.

Формирование ОСАД следует по аналогии с ЕОТС осуществлять с учетом следующих задач:

- ликвидация инфраструктурных ограничений и "узких мест";
- повышение связности и транспортной доступности Дальнего Востока;
- приведение транспортной инфраструктуры в соответствие нормативным требованиям к транспортно-эксплуатационным показателям и обеспечение ее долговременной эксплуатации;
- снижение времени в пути "от двери до двери";
- внедрение стандартов качества и доступности транспортной инфраструктуры;
- сокращение сроков доставки грузов на внутренних перевозках;
- развитие международных коридоров, проходящих через территорию Дальнего Востока.

Учитывая стратегическое значение Дальнего Востока для России, особенности его географического положения, обуславливающие невысокие показатели интенсивности движения, а также необходимость приоритизации потребностей развития транспортной инфраструктуры с учетом ограниченности финансового обеспечения, формирование как ОСАД, так и ОТС в

# ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС

Таблица 3

## Целевые показатели БКД в разрезе субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа

Субъект Российской Федерации	Базовое значение	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
<b>Доля автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения, соответствующих нормативным требованиям, %</b>					
<i>Российская Федерация</i>	44,9	45,80	46,80	48,60	50,90
Амурская область	34,7	35,20	36,90	38,30	39,45
Еврейская автономная область	36,7	37,30	42,03	45,56	52,50
Забайкальский край	30	33,40	37,28	40,96	45,12
Камчатский край	43,4	45,30	47,80	48,90	50,00
Магаданская область	18,28	26,40	34,60	42,80	55,29
Приморский край	47,19	48,08	48,77	49,51	50,20
Республика Бурятия	47,9	48,20	48,70	49,20	50,00
Республика Саха (Якутия)	34,49	36,16	37,88	39,83	41,69
Сахалинская область	53,3	53,70	54,40	54,90	55,10
Хабаровский край	55,6	57,20	58,20	59,00	60,60
Чукотский автономный округ	63,91	64,20	64,27	64,60	64,65
<b>Доля дорожной сети городских агломераций, находящаяся в нормативном состоянии, %</b>					
<i>Российская Федерация</i>	69	73	77	81	85
Амурская область	77,6	78	80	82	85
Еврейская автономная область	30,8	45	58	71	85
Забайкальский край	55,7	64	71	78	85
Камчатский край	82	82	83	84	85
Магаданская область	66,3	71	76	80	85
Приморский край	72	79	82	83	85
Республика Бурятия	44,3	57	66	75	85
Республика Саха (Якутия)	47,8	55	65	75	85
Сахалинская область	58,1	64	71	77	85
Хабаровский край	58,3	67	73	80	86
Чукотский автономный округ	82	82	83	84	85

целом следует осуществлять на основе расчета социально-экономических эффектов, в том числе внетранспортного мультипликативного эффекта при строительстве автомобильной дороги в конкретном населенном пункте.

В частности, речь идет об оценке транспортно-экономического баланса, который представляет собой целевую модель распределения грузовых и пассажирских перевозок по видам транспорта для достижения максимального социально-экономического эффекта исходя из фактических и прогнозных объемов, позволяющую осуществлять подбор видов транспорта для конкретного маршрута на основе следующих составляющих:

— экономические затраты, включающие прямые затраты на оплату транспортной услуги перевозчикам, бюджетные расходы на поддержание инфраструктуры, экологический ущерб от вредных выбросов и экономические потери из-за нетрудоспособности граждан вследствие аварийных ситуаций;

— наличие необходимой транспортной инфраструктуры или соответствующих природных условий;

— типичный для груза размер партии или объемы пассажирских перевозок;

— зависимость груза от сроков доставки и затраты времени пассажира на поездку.

Ключевым условием реализации и последующей качественной бесперебойной эксплуатации ОСАД является увеличение объемов региональных дорожных фондов, в том числе за счет решения следующих задач:

— выделение дополнительного финансового обеспечения за счет средств федерального, региональных и местных бюджетов на приоритетные проекты;

— привлечение финансирования за счет внебюджетных источников в рамках государственно-частного партнерства;

— увеличение нормы зачисления акцизов на нефтепродукты до 100 % до 2024 г. с одновременной проработкой инструментов возможной компенсации выбытия доходов дорожных фондов от перехода на альтернативные виды топлива путем увеличения доли иных статей доходов (например, применение принципа "пользователь платит" на региональных дорогах);

— распространение системы взимания платы за проезд грузовых автомобилей на региональные дороги.

Таким образом, опережающее развитие Дальнего Востока в качестве геостратегической тер-

ритории с точки зрения экономической безопасности России непосредственно коррелирует с вектором государственной политики в транспортной отрасли. К настоящему времени, принимая во внимание особую роль автодорожной инфраструктуры для региона, предпринят широкий спектр мер в отношении дорожной сети Дальневосточного федерального округа. Вместе с тем вышеизложенное определяет возможные направления дальнейшего развития автодорожной инфраструктуры с учетом потребностей региона и потенциала его социально-экономического развития.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Указ** Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. № 400 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации". URL: <https://www.garant.ru/>
2. **Указ** Президента Российской Федерации от 13 мая 2017 г. № 208 "О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года". URL: <https://www.garant.ru/>
3. **Распоряжение** Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. URL: <https://www.economy.gov.ru/>
4. **Единая** межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://www.fedstat.ru/>
5. **Федеральная** адресная инвестиционная программа на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов. URL: <https://faip.economy.gov.ru/>
6. **Федеральный** закон от 8 декабря 2020 г. № 385-ФЗ "О федеральном бюджете на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов". URL: <https://www.garant.ru/>
7. **Указ** Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года". URL: <https://www.garant.ru/>
8. **Подсистема** управления национальными проектами государственной интегрированной информационной системы управления общественными финансами "Электронный бюджет". URL: <http://budget.gov.ru/>
9. **Распоряжение** Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2020 г. № 2464-р об утверждении Национальной программы социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года и на перспективу до 2035 года. URL: <https://www.garant.ru/>



# ИНФОРМАЦИЯ

## ВЫСТАВКИ • КОНФЕРЕНЦИИ • ПРЕЗЕНТАЦИИ

### "КАМАЗ" ПРЕЗЕНТОВАЛ САМЫЙ БОЛЬШОЙ РОССИЙСКИЙ КАРЬЕРНЫЙ САМОСВАЛ

Новая разработка инженеров компании — карьерный самосвал КАМАЗ-65807 — презентован на международной выставке машин и оборудования для горнодобывающей и горнообработывающей промышленности MiningWorld Russia-2021.

На крупнейшей специализированной бизнес-площадке, проходившей с 20 по 22 апреля в международном выставочном центре "Крокус Экспо", ведущая машиностроительная компания показала КАМАЗ-65807-0000002-90 — самый большой российский карьерный самосвал полной массой 95 т, грузоподъемностью 65 т. Грузовик разработан и изготовлен в Научно-техническом центре "КАМАЗа".

Это уже второй представитель абсолютно нового семейства автомобилей в камазовской линейке настоящих карьерных самосвалов (см. "Грузовик" № 3/2021). Напомним, первая модель этого ряда — КАМАЗ-65805 была презентована на аналогичной выставке в октябре 2020 г. Дебютировавший прошлым летом 60-тонный автомобиль КАМАЗ-65805, как и новая модель — 65-тонный КАМАЗ-65807, предназначен для транспортировки скальной и горной породы в средних и малых карьерах в районах с умеренным и холодным климатом. Семейство будет состоять из карьерных самосвалов с колесной формулой 8×4 и 10×6, грузоподъемностью от 45 до 70 т.

Как пояснил главный конструктор инновационных автомобилей Научно-технического центра компании Сергей Назаренко, в силу своих технических характеристик новейшая разработка ком-

пании — КАМАЗ-65807 обеспечивает лучшие показатели в отрасли. Длина самосвала — 11 040 мм, ширина — 3500 мм, высота — 4100 мм. При этом, несмотря на свои внушительные размеры, машина обладает маневренностью на уровне самосвалов 8×4.

Под капотом КАМАЗ-65807 установлен новый рядный 12-литровый дизельный двигатель КАМАЗ Р6 (910.10-550) экологического класса "Евро-5", мощностью 550 л. с. Коробка передач представляет собой гидромеханический семиступенчатый автомат, что для карьерной техники в таком классе грузоподъемности является самым подходящим решением, так как позволяет переключать передачи без разрыва потока мощности.

Колесная формула автомобиля — 10×6. Три задних моста — ведущие. При этом две первые оси и последний задний мост — управляемые, т. е. их колеса поворачиваются. Такое решение позволяет повысить маневренность автомобиля при работе в карьере. На ведущие колеса приходится более 72 % сцепного веса автомобиля, что выше, чем у дорожных самосвалов 8×4, и практически достигает показателей самосвалов 6×4. Это обеспечивает высокие показатели проходимости автомобиля, в том числе и по мокрой дороге внутри карьера.

Задние ведущие мосты представляют собой полноценный тридем, т. е. распределение крутящего момента происходит в равной пропорции между ними. Самосвальная платформа с днищем и боковинами из специальной стали увеличенной толщины используется для погрузки больших и твердых глыб горной породы. Благодаря ее обогреву отработавшими газами двигателя решен вопрос с примерзанием мокрого зимнего грунта. Кузов, угол наклона которого равен 50°, имеет специальный защитный козырек над кабиной, защищающий водителя, агрегаты и узлы самосвала от падения скальной породы. Объем самосвальной платформы в скальном исполнении — 30 м<sup>3</sup>. Внутренняя ширина самосвальной платформы — 3 м.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*



Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 22.06.2021. Подписано в печать 15.08.2021. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5,88.

Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.

Оригинал-макет: ООО "Авансед солишнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: [www.aov.ru](http://www.aov.ru)