

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство  
"Инновационное машиностроение"

Главный редактор **С.Н. ПЕДЕНКО**

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 "Изд-во  
Инновационное  
машиностроение"  
**А.Ф. Синельников**,  
канд. техн. наук, проф.  
**А.А. Солнцев**,  
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 № ФС 77-63955  
от 09.12.2015 г.

Подписной индекс:

по объединенному каталогу  
"Пресса России" 39799

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение»,  
"Грузовик", 2020

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:

### Эксплуатация. Ремонт

- 3** *Старунский А. В., Костенко М. Ю., Ремба-  
лович Г. К., Исаев И. В.* Повышение эффек-  
тивности технического обслуживания и  
контроля остаточного ресурса фильтрующих  
элементов агрегатов автотракторной техники

### Практика

- 7** *Касьянов В. Е., Теплякова С. В., Демчен-  
ко Д. Б., Косенко Е. Е., Хван Р. В.* Управле-  
ние надежностью технических систем
- 11** *Колесников В. П., Кирюшин И. Н., Ко-  
тов А. А., Пашуков С. А., Ретюнских В. Н.,  
Аникин Н. В.* Результаты испытания  
устройства для очистки отработавших  
газов двигателя внутреннего сгорания
- 16** *Картуков А. Г., Железняк Е. Г., Алексе-  
ев Н. С., Гирифлид М. С.* Использование  
индикатора состояния заряженности для  
технического диагностирования аккумуля-  
торных батарей

### Городской пассажирский наземный транспорт

- 19** *Мартынушкин А. Б., Барсукова Н. В.*  
Оценка уровня качества обслуживания  
населения региона автомобильным транс-  
портом: исследование проблемы и разра-  
ботка методики
- 25** *Свистунова А. Ю.* Методы транспортного  
обследования улично-дорожной сети

### Транспортный комплекс

- 29** *Ионов Е. В.* Перспективная методика  
оценки безопасности транспортных узлов
- 33** *Агуреев И. Е., Юрченко Д. А.* Определение  
загрузки улично-дорожной сети г. Тулы  
с учетом данных о функционировании  
придомовых стоянок автомобилей

### Безопасность

- 37** *Терентьев В. В., Андреев К. П., Киселев В. А.,  
Мелькумова Т. В., Шемякин А. В.* Прин-  
ципиальные предложения и решения по  
основным мероприятиям организации  
дорожного движения

### Пресс-тур

**43**

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House "Innovative Engineering"

Editor-in-Chief S.N. PEDENKO

### 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", 2020



## CONTENTS:

### Exploitation. Renovation

- 3 Starunsky A. V., Kostenko M. Yu., Rembalovich G. K., Isaev I. V. Improving the efficiency of maintenance and control of the residual life of filtering elements of automotive tractor units

### Practice

- 7 Kasianov V. E., Teplyakov S. V., Demchenko D. B., Kosenko E. E., Hwang R. V. Reliability management of technical systems
- 11 Kolesnikov V. P., Kiryushin I. N., Kotov A. A., Pashukov S. A., Retyunskikh V. N., Anikin N. V. Test results of an exhaust gas purification device for an internal combustion engine
- 16 Kartukov A. G., Zheleznyak E. G., Alekseev N. S., Girshflid M. S. Use of the indicator of state charge for technical diagnosis of batteries

### Public passenger land transport

- 19 Martynushkin A. B., Barsukova N. V. Assessment of the level of quality of service to the population of the region by road: study of the problem and development of methods
- 25 Svistunova A. Yu. Methods of transport inspection of the road network

### Transportation complex

- 29 Ionov E. V. A promising method of assessing the safety of transport hubs
- 33 Agureev I. E., Yurchenko D. A. Determining the loading of the street-road network in Tula, taking into account the data on the functioning of home car parks

### Security

- 37 Terentyev V. V., Andreev K. P., Kiselev V. A., Melkumova T. V., Shemyakin A. V. Principal proposals and decisions on the main activities of the organization of traffic

- 43 Press tour

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

УДК 629.3

**А. В. Старунский**, старший преподаватель, **М. Ю. Костенко**, д-р. техн. наук, доцент,  
**Г. К. Рембалович**, д-р. техн. наук, доцент, **И. В. Исаев**, магистрант, ФГБОУ ВО "Рязанский  
государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева", г. Рязань  
E-mail: andreistarunskiy@mail.ru

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ АГРЕГАТОВ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

*На основании анализа методов и средств диагностирования установлено, что одним из перспективных направлений является исследование и разработка встроенных (бортовых) средств диагностирования технического состояния объекта. Представлены способ и средства мобильной диагностики для повышения точности оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса фильтрующих элементов гидросистем с учетом их фактического технического состояния. В качестве основного критерия работоспособности предлагается использовать изменение показателя диэлектрической проницаемости смазочного масла и фильтрующих элементов агрегатов автотракторной техники.*

**Ключевые слова:** способ, диагностирование, гидросистема, фильтрующий элемент, диэлектрическая проницаемость, ресурс.

*On the basis of the analysis of methods and means of diagnostics it is established that one of the perspective directions is research and development of the built-in (onboard) means of diagnostics of a technical condition of object. The method and means of mobile diagnostics to improve the accuracy of the assessment of the technical condition and prediction of the residual life of the filter elements of hydraulic systems, taking into account their actual technical condition. As the main criterion of efficiency it is proposed to use the change in the dielectric constant of lubricating oil and filter elements of automotive equipment units.*

**Keywords:** method, diagnosis, hydraulic filter element, dielectric permeability, resource.

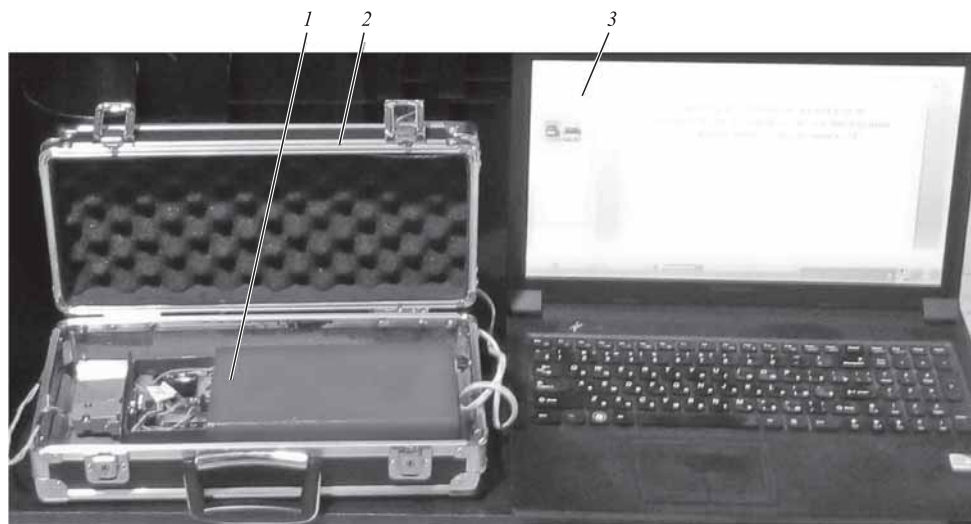
Своевременное и качественное проведение регламентных работ по поддержанию агрегатов и узлов мобильных и транспортных средств в работоспособном состоянии является основным условием их правильной эксплуатации. В процессе длительной эксплуатации изменяются физико-химические свойства смазочных масел с образованием в них вторичных структур, обладающих специфическими свойствами, которые могут обуславливать действия, приводящие к изменению интенсивности изнашивания трибосистемы.

Повышение эффективности эксплуатации мобильных энергетических и транспортных средств можно достичь расширением оперативной информативности бортовых систем диагностирования агрегатов на основе разработки и внедрения современных методов контроля технического состояния системы "агрегат—масло—фильтр" [1].

Анализ публикаций и работ в области организации оперативного диагностирования работоспособного состояния гидросистем агрегатов

и их узлов автотракторной техники позволил выделить в качестве наиболее перспективного и универсального электрофизического метода оценки диэлектрической проницаемости для определения различных параметров (количественный и качественный состав, загрязненность, массовая доля содержания продуктов износа, воды и топлива) [2, 3].

Целью работы является повышение эффективности контроля за процессом эксплуатации ДВС мобильных энергетических и транспортных средств, снижение экономических потерь в результате своевременного предупреждения от использования смазочного материала с некачественными рабочими свойствами за счет способа и устройства для контроля и прогнозирования остаточного ресурса фильтрующих элементов, обеспечивающих: оперативность измерения; мобильность использования; возможность прогнозирования остаточного ресурса по результатам проводимых измерений; экономическую доступ-



**Рис. 1. Общий вид устройства для диагностирования:**

1 — контрольно-измерительный блок с датчиками; 2 — кейс; 3 — ноутбук

ность для широкого круга потребителей в АПК и на автомобильном транспорте.

Основные изменения свойств смазочного масла в процессе эксплуатации происходят вследствие: высокотемпературного и окислительного воздействия; механохимических преобразований компонентов масла; накопления продуктов: износа, сгорания топлива, загрязнений, попадающих извне в виде пыли, песка и грязи; неправильно подобранного режима эксплуатации двигателя.

Такой диагностический параметр, как изменение величины диэлектрической проницаемости, можно использовать в качестве критерия работоспособности масла, на базе которого разработана методика определения рациональных сроков его замены.

В предлагаемом методе организации оперативного диагностирования и контроля определения состояния элементов гидросистем (фильтры и масла) [4] в процессе эксплуатации обеспечивается возможность интегрирования в существующие системы и агрегаты мобильных энергетических и транспортных средств, работу от их бортовой сети и совместимость с современным программным обеспечением компьютерных и диагностических средств (рис. 1).

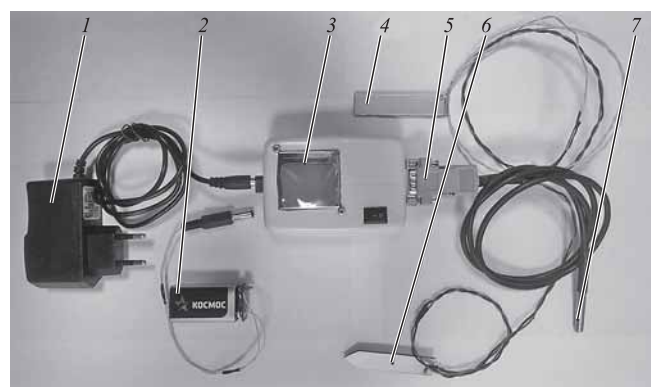
Мобильное устройство для диагностирования состояния гидросистем и их фильтрующих элементов состоит из следующих основных узлов: блока питания (для условий стационарной работы от сети напряжением 220 В), элемента питания напряжением 9 В для автономной работы, корпуса с жидкокристаллическим дисплеем для отображения оперативных данных о состоянии смазочной среды и фильтрующего элемента, адаптера с датчиками электропроводно-

сти, диэлектрической проницаемости и температуры [5–7]. Общий вид и принципиальная схема мобильного устройства для диагностирования гидросистем и их фильтрующих элементов представлены на рис. 2.

На представленной схеме (рис. 3) контроллер может быть подключен двумя способами:

— при программировании, настройке или при передаче информации на компьютер через кабель связи с компьютером от USB порта;

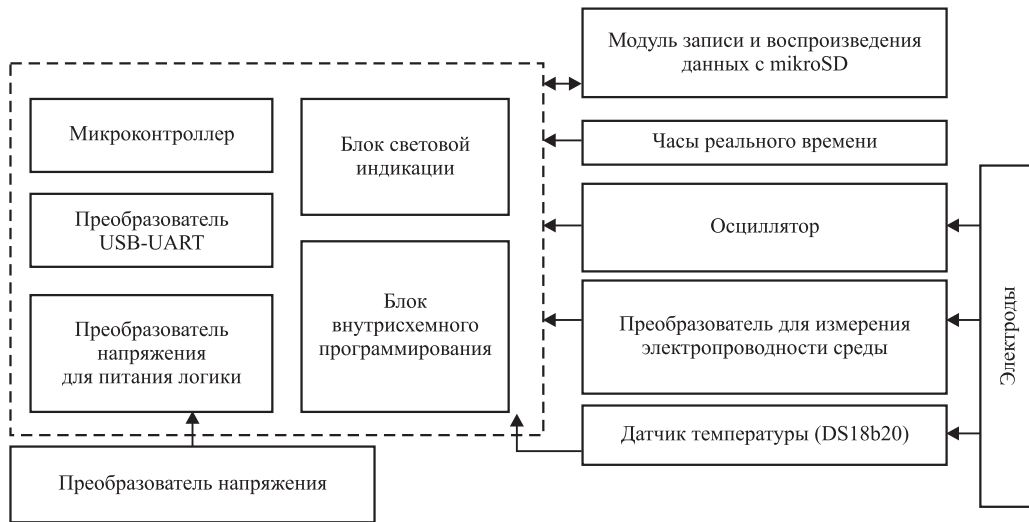
— в стационарном или мобильном варианте питание может быть осуществлено от внешнего источника питания напряжением 6–20 В. Допускается запитывание нестабилизированным напряжением, но с низким уровнем пульсаций.



**Рис. 2. Общий вид и принципиальная схема устройства для диагностирования гидросистем и их фильтрующих элементов:**

1 — блок питания; 2 — элемент питания для автономной работы; 3 — корпус; 4 — датчик диэлектрической проницаемости; 5 — адаптер; 6 — датчик электропроводности; 7 — датчик температуры

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ



**Рис. 3. Схема информационных потоков в интеллектуальной системе управления транспортом**

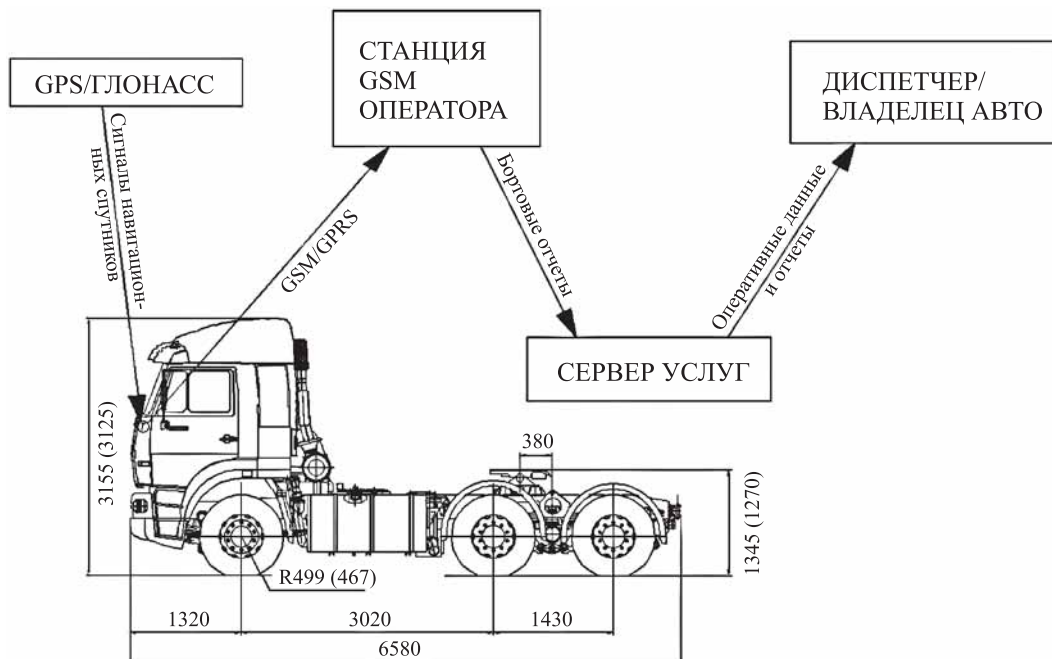
Для вывода информации применен ЖКИ индикатор Nokia 5110 с монохроматическим дисплеем и подсветкой.

В качестве осциллятора — генератора частоты применены микросхемы — мощные прецизионные таймеры с дополнительной обвязкой. Выход осциллятора соединяется с входом контроллера, имеющего внешнее прерывание (interrupt 0).

Преобразователь для измерения электропроводности сред основан на компараторе, с воз-

можностью подстройки или регулировки порога срабатывания датчика. Электроды выполнены из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм и слоем фольги 35 мкм.

Обработка данных проводится с широким частотным диапазоном в режиме реального времени. Текущие значения контролируемых параметров записываются запоминающим устройством, данные о величине прогнозируемого остаточного ресурса фильтрующего элемента через информа-



**Рис. 4. Принципиальная схема работы устройства для диагностирования в системе ГЛОНАСС**

ционное устройство передаются водителю (оператору) для принятия решения о планировании (корректировке) или проведении регламентных работ по техническому обслуживанию смазочной или гидравлической систем с учетом фактического технического состояния фильтра и масла [8—11]. Устройство может использоваться совместно с персональным компьютером посредством USB-интерфейса. Предусмотрена полуавтоматическая компьютерная калибровка по заданным данным или перерасчет, а также сохранение результатов измерения в памяти компьютера для дальнейшего анализа в форматах TXT или CSV.

Принципиальная схема реализации работы устройства для диагностирования в системе ГЛОНАСС представлена на рис. 4.

Принцип работы системы следующий: данные о состоянии системы смазки агрегата (двигателя) с датчика-фильтра непрерывно поступают на терминал, установленный в автомобиле, также на терминал поступают данные навигационных спутников. От терминала данные в виде GSM/GPRS сигнала поступают на станцию GSM оператора. Бортовые отчеты со станции оператора поступают на сервер услуг, далее отправные данные и отчеты поступают диспетчеру, либо владельцу автомобиля на персональный компьютер или смартфон.

Применение спутниковой навигационной системы в комплекте с устройством для диагностирования обеспечивает возможность постоянного контроля технического состояния фильтрующего элемента с целью определения наличия неисправности в агрегате с высокой точностью на расстоянии, а также своевременно предотвратить выход из строя агрегата (при резком изменении показателя диэлектрической проницаемости и сигнала датчика).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Интерактивная диагностика** мобильной техники в сельском хозяйстве / В. В. Акимов и др. // Международный научный журнал. — 2017. — № 2. — С. 106—111.
2. **Организация** предварительного контроля свойств работающего масла методами экспресс-диагностики / Ю. А. Власов, А. Н. Ляпин, О. В. Ляпина, Р. Ю. Таньков // Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса: материалы III МНПК. — Новокузнецк: Изд-во фил. КузГТУ, 2013. — С. 81—84.
3. **Выбор** методики исследований диагностических параметров масляного фильтра автотракторных двигателей / А. В. Старунский, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко и др. // Сб.: Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы 69-й Международной научно-практической конференции. — Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. — 2018. — Часть II. — С. 333—339.
4. **Пат. РФ № 2607852.** Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / А. А. Голиков, А. В. Старунский, В. В. Акимов и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО РГТУ. — № 2015124080; заявл. 12.10.2015; опубл. 20.01.2017. Бюл. № 2.
5. **Старунский А. В., Костенко М. Ю., Рембалович Г. К.** Устройство для функционального диагностирования и методика определения остаточного ресурса фильтрующих элементов мобильных энергетических и транспортных средств // Сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции. — Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. — 2017. — С. 169—174.
6. **Диагностирование** фильтрующих элементов по диэлектрической проницаемости / А. В. Старунский, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк и др. // Сельский механизатор. — 2018. — № 2. — С. 40—41.
7. **Актуальные** вопросы совершенствования транспортного обеспечения сельскохозяйственных процессов с применением интерактивной диагностики / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, А. В. Старунский // Актуальные вопросы материально-технического снабжения органов и учреждений угольно-исполнительной системы. Сборник материалов всероссийского научно-практического круглого стола. Академия ФСИН России; под общей редакцией Р. В. Фокина. — 2017. — С. 28—35.
8. **Диагностирование** состояния моторного масла с помощью фильтра-датчика / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, А. В. Старунский, И. В. Исаев // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием. — Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. — 2018. — С. 154—157.
9. **Диагностирование** состояния системы смазки автомобильных двигателей / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, А. В. Старунский, И. В. Исаев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. — 2018. — № 2 (7). — С. 78—83.
10. **Диагностирование** состояния гидросистем и агрегатов автотракторной техники средствами мобильной диагностики / А. В. Старунский, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, И. В. Исаев // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции 22 ноября 2018 г. — Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. — Часть I. — С. 387—392.
11. **Инженерные** решения по применению мобильных средств контроля и диагностирования параметров масел и фильтрующих элементов агрегатов автотракторной техники / А. В. Старунский, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, И. В. Исаев // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции 21 марта 2019 г. Рецензируемое научное издание. — Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. — С. 90—94.

# ПРАКТИКА

УДК 629.018

**В. Е. Касьянов**, д-р техн. наук, профессор, **С. В. Теплякова**, канд. техн. наук, доцент,  
**Д. Б. Демченко**, канд. техн. наук, доцент, **Е. Е. Косенко**, канд. техн. наук, доцент,  
**Р. В. Хван**, аспирант, Донской государственный технический университет  
E-mail: a123lok@mail.ru

## УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Рассмотрены цель и основы управления надежностью технических систем. Показано место надежности среди остальных пяти свойств качества. Рассмотрен простой вариант системы управления. Отмечен наш опыт по управлению надежностью одноковшовых экскаваторов и приведена подробная схема поэтапной реализации управления на Донецком экскаваторном заводе. Отмечено, что появление и внедрение ГОСТов по управлению надежностью на основе международных стандартов произошло спустя более двадцати лет.*

**Ключевые слова:** управление, надежность, технические системы, анализ ГОСТов, практический опыт.

*The purpose and foundations of reliability control of technical systems are considered. The place of reliability among the other five quality properties is shown. A simple version of the control system is considered. Our experience in managing the reliability of single-bucket excavators has been noted and a detailed scheme of phased implementation of control at Donetsk excavation plant is presented. It was noted that the appearance and implementation of GOST on reliability management on the basis of international standards took place after more than twenty years.*

**Keywords:** management, reliability, technical systems, guest analysis, practical experience.

Целью управления является получение заданного или оптимального значения вероятности безотказной работы детали за заданный ресурс. Управление — это реализация корректировок опасного сечения, действующих напряжений, геометрии, прочности, технологии детали.

Управление в деятельности человека известно с незапамятных времен. Имеются в виду первобытно-общинный строй и люди, которые несознательно использовали управление, например, при охоте на слона (рис. 1). Процесс управления применяется человеком на работе, в домашнем хозяйстве, в хобби и т. п.

Термин "управление" происходит от греческого слова "кибернетикос", т. е. это человек, управляющий лодкой. По мере применения кибернетики, человек использовал управление для стабильной работы, например, паровой машины, дизельного двигателя.

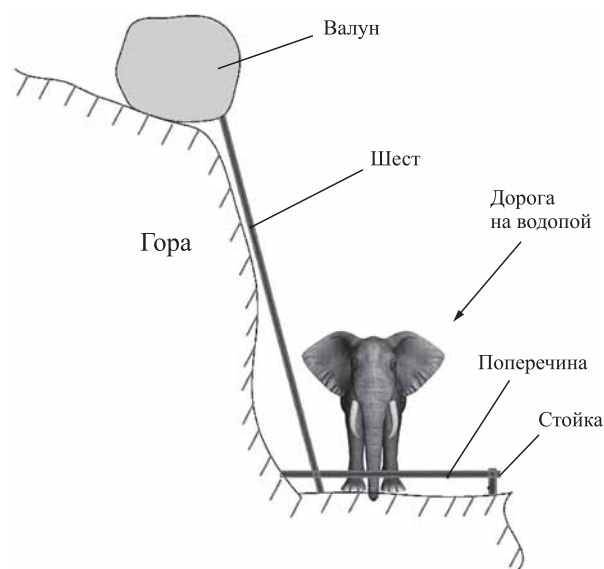
Считается, что наука кибернетика началась с 1948 г., когда вышла в свет книга американского специалиста Норберта Виннера под названием "Кибернетика, или управление и связь в животном и машине" [1].

Системы управления использовались в основном двух видов [2]:

— автоматические устройства (практически без участия человека);

— автоматизированные системы (человеко-машинные ЭВМ).

В упрощенном виде система управления представлена на рис. 2.



**Рис. 1.** Простейшая система управления для охоты на слона

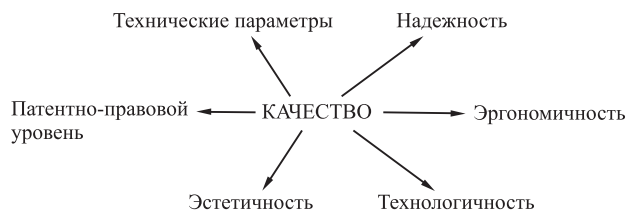


Рис. 2. Свойства качества

С развитием компьютерных систем как результат появились научные исследования для производства АСУ.

Как известно, надежность является одним из шести свойств качества [3, 4] (рис. 2). Вместе с тем остается важный вопрос о значимости каждого свойства качества, в том числе свойства "надежность". Если надежность низкая, то машина простаивает в ремонте и техническом обслуживании. При этом другие свойства качества остаются невостребованными. В таком случае свойства качества могут быть представлены на рис. 3.

В данном случае надежность располагается в центре и имеет связи с каждым из других свойств качества. Когда машина не работает, то связи между надежностью и свойствами качества разрываются (рис. 4), следовательно, надежность является главным свойством качества машин; по мнению Кузнецова Н. Д. [5], надежность — это ядро качества.

Рассматривая систему управления надежностью машины (рис. 5) следует выделить в качестве объекта управления именно надежность. При этом вход — это конструкция, технология

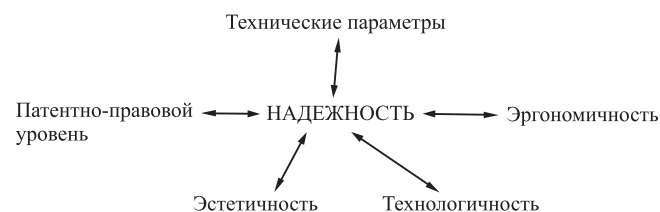


Рис. 3. Связи между надежностью и другими свойствами качества

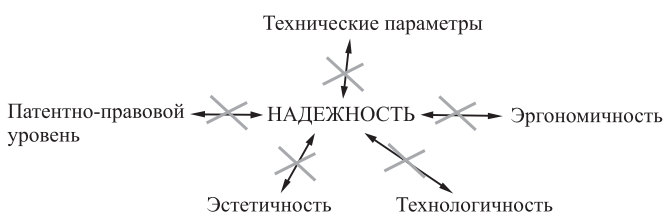


Рис. 4. Связи между надежностью и другими свойствами качества

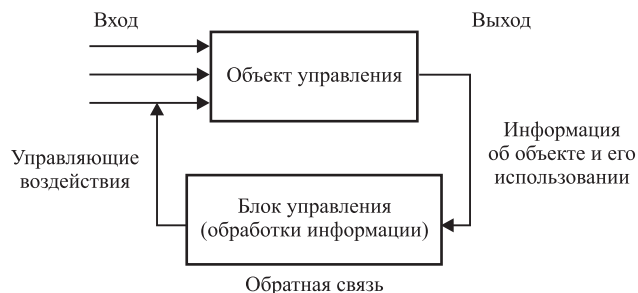


Рис. 5. Система управления

изготовления, эксплуатация, а также материалы и комплектующие; выход — это информация об использовании (эксплуатации) машины с точки зрения надежности. Эта информация — начало обратной связи между выходом и входом.

Данная информация поступает в блок управления (обработки информации и принятия решений) для обоснования управляющих воздействий.

В состав этих воздействий входит корректировка: конструкции, геометрических размеров, действующих напряжений в опасном сечении, прочности, технологии и др. с целью достижения заданного или оптимального значения вероятности безотказной работы за заданный ресурс.

Наш опыт по управлению надежностью машин (одноковшовых экскаваторов, сложная и дорогая машина) относится к началу 70-х годов XX века. Первая публикация [6] (1973 г.), в которой в первом приближении рассматривается система управления надежностью одноковшовых экскаваторов Э-652Б.

Кроме этого, нами выполнялась НИР по управлению надежностью механизированной крепи МК97К, применяемой в угольных шахтах [7].

Продолжая НИР по управлению надежностью изделий машиностроения и координируя эту работу с разработками ВНИИНМАШа, подготовили и опубликовали методические рекомендации МР133-84 [8].

Обобщая опыт разработки систем управления надежностью экскаваторов и шахтных крепей, применили этот опыт к схемным решениям создаваемых систем управления качеством [9].

Вместе с тем для Донецкого экскаваторного завода разработали структурную схему системы управления надежностью экскаваторов (рис. 6).

В соответствии со структурной схемой управления надежностью экскаваторов вход системы — это стадия проектирования, в которую входят:



# ПРАКТИКА

распределение требований к надежности составных частей машин; расчет гамма-процентного ресурса основных деталей; технико-экономический анализ надежности; разработка рабочих чертежей и технологических карт.

На первом этапе объектом управления является производство опытных и серийных экскаваторов: входной контроль материалов и комплектующих изделий; изготовление экскаваторов и запасных частей; пооперационный и выходной контроль деталей; ускоренные стендовые испытания ответственных узлов и деталей.

Выходом являются экскаваторы и запасные части.

В эксплуатации осуществляется сбор информации о работе, ремонте и техническом обслуживании экскаваторов. Собранная информация является начальным этапом обратной связи между выходом и входом системы управления.

Обратная связь включает в себя: экспериментальное определение надежности по выборке экскаваторов за полный ресурс; анализ надежности экскаватора и его составных частей;

обоснование способов повышения надежности; выбор стратегии повышения надежности; способы повышения конструктивной надежности (в это понятие входят: определение причин отказов и увеличение гамма-процентного ресурса деталей; оптимизация допусков на параметры деталей); прогнозирование повышения надежности (способы повышения эксплуатационной надежности (оптимизация объема технического обслуживания; периодичности предупредительных замен деталей; состава ЗИПа; запасных частей для текущего ремонта); оптимизация при повышении надежности; интегральная оценка при повышении и оптимизации надежности; обоснования задаваемых значений показателей надежности; техническое задание на показатели надежности; управляющее воздействие на вход системы управления надежностью экскаваторов.

Следует отметить разработку системы управления надежностью, например Институтом горного дела им. А. А. Скочинского, а также работы В. П. Моломина [10] для авиационной техники.

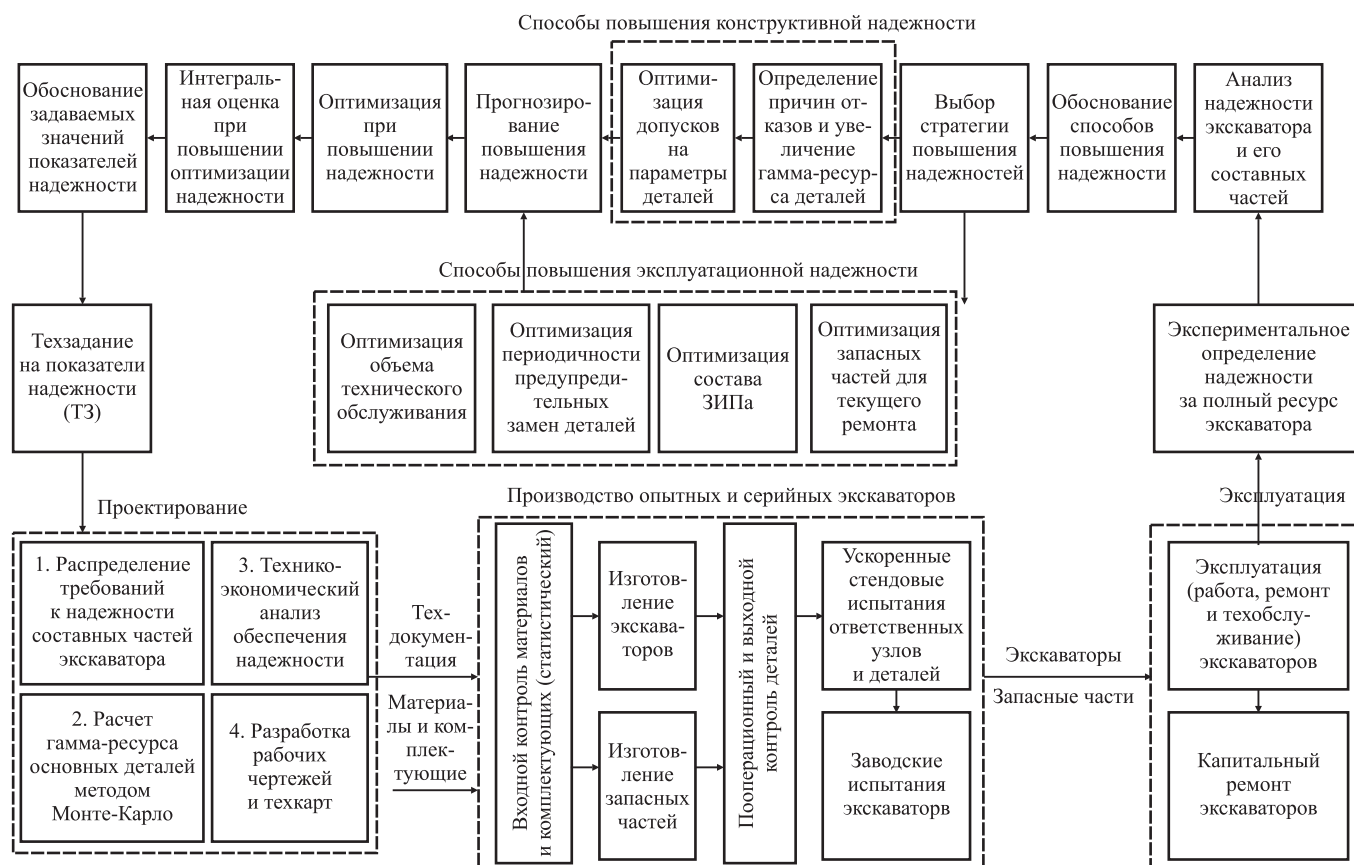


Рис. 6. Структурная схема систем управления надежностью экскаваторов

Спустя более 20 лет Росстандарт утвердил и ввел в действие группу стандартов с 2002 г. по управлению надежностью различных систем. Особенностью этих стандартов является управление надежностью различных объектов (технологических систем по ГОСТ Р 51901—2002; техники по ГОСТ Р 27.001—2009; систем и изделий по ГОСТ Р 27.003—2011; продуктов по ГОСТ Р 27.202—2012 и по ГОСТ Р 27.203—2012; изделий по ГОСТ Р 27.606—2013 и по ГОСТ Р 27.607—2013).

Изучение содержания этой группы ГОСТов показало, что они не базируются на понятии "кибернетика" (управление) и не используют ключевые слова теории управления: вход, выход, объект управления, обратная связь, управляющее воздействие.

Появление этой группы ГОСТов по управлению надежностью с использованием международных стандартов относится к 2002 г. Эти ГОСТы неожиданно появились после публикации ряда отечественных статей в интервале 1971—1975 гг.

Сопоставляя эту группу стандартов 2002—2013 гг. с публикациями о нашем опыте по управлению надежностью одноковшовых экскаваторов, можно утверждать, что наши публикации имеют практическую направленность и характеризуют полученный опыт управления надежностью экскаваторов.

Таким образом, обобщая многолетнюю НИР по управлению надежностью одноковшовых экскаваторов, можно рекомендовать методическую часть изложенного материала для применения к другим видам технических систем.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Винер Н.** Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958.
2. **Эшби У. Р.** Введение в кибернетику. — М.: Изд. иностранной литературы, 1959. — 432 с.
3. **ГОСТ 27-503—81 (СТ СЭВ 2836—81).** Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Методы оценки показателей надежности / А. И. Кубарев, Д. М. Беленький, В. Е. Касьянов и др. — М.: Изд-во стандартов, 1981.
4. **ГОСТ 27.401—84 (СТ СЭВ 4492—84).** Надежность в технике. Порядок и методы контроля показателей надежности, установленных в нормативно-технической документации. Общие требования / Д. М. Беленький, В. Е. Касьянов, В. Ф. Курочкин и др. — М.: Изд-во стандартов, 1984.
5. **Кузнецов Н. Д.** Обеспечение надежности двигателей для гражданской авиации. В кн.: Основные вопросы теории и практики надежности. — М.: Советское радио, 1975. — С. 27—42.
6. **Касьянов В. Е.** Системы управления надежностью одноковшовых экскаваторов Э-652Б // Надежность машин. — Вып. 3. — Ростов-на-Дону: Рост. инж.-строит. ин-т, 1973. — С. 98—107.
7. **Система управления** надежностью механизированной крепи МК97К / Д. М. Беленький, В. Е. Касьянов, Л. П. Шулькин // Известия СКНЦ ВШ, Ростов-на-Дону, 1973. — С. 56—59.
8. **МР 133—84.** Управление надежностью изделий машиностроения с применением интегрального показателя надежности / Беленький Д. М., Касьянов В. Е., Пешкерова И. А. — М.: ВНИИИНАШ, 1984.
9. **Касьянов В. Е.** Системное обеспечение надежности машин, применяемых в мелиоративном строительстве // Автореферат дисс. ... д-ра техн. наук. — Ростов-на-Дону, 1991.
10. **Моломин В. П.** К формализации процесса управления надежностью сложных информационных систем / Вопросы технической диагностики: Тр. РИСИ. Вып. 15. — Ростов-на-Дону, 1976. — С. 48—56.

---

## Ростов-на-Дону протестировал

В Ростове-на-Дону на территории аэроклуба "Доступное небо" прошел тест-драйв седельного тягача КАМАЗ-54901.

На промоакцию, которая несколько лет подряд проводится в регионах России, традиционно приглашаются представители транспортных компаний и потенциальные покупатели камазовской автотехники. В 2019 г. всем им выпала уникальная возможность лично протестировать новейший продукт компании — магистральный тягач премиум-сегмента КАМАЗ-54901. Кроме того, участники тест-драйва в Ростове-на-Дону смогли пообщаться с представителями Торгово-финансовой компании "КАМАЗ" и узнать все подробности об автомобиле, включая технические характеристики и условия специального сервисного контракта.

Ростов-на-Дону стал третьим городом, в котором проводился тест-драйв КАМАЗ-54901. Ранее аналогичные мероприятия с большим успехом прошли в Москве и Санкт-Петербурге. Высокий интерес к камазовской новинке проявили именно логистические компании, поскольку КАМАЗ-54901 идеально подходит для магистральных перевозок.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

УДК 629.11.02

**В. П. Колесников**, канд. техн. наук, АНО "Инженерная экология",

**И. Н. Кирюшин**, канд. техн. наук, доцент, e-mail: aitts@rimsou.ru,

**А. А. Котов**, старший преподаватель, e-mail: kis-65@mail.ru,

**С. А. Пашуков**, канд. техн. наук, доцент, e-mail: pashukov52@mail.ru,

**В. Н. Ретюнских**, канд. техн. наук, доцент, Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, e-mail: vnret@yandex.ru,

**Н. В. Аникин**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева"

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Представлено устройство для очистки отработавших газов двигателя внутреннего сгорания электроискровым методом. Рассмотрено современное состояние вопроса очистки отработавших газов. Описана методика проведения экспериментального исследования. Приведены результаты исследования.*

**Ключевые слова:** автомобиль, двигатель внутреннего сгорания, токсичность отработавших газов, нейтрализатор, очистка выхлопных газов.

*A device for cleaning the exhaust gases of an internal combustion engine by electric spark method is presented. The current state of the issue of exhaust gas purification is considered. The technique of experimental research is described. The results of the study are presented.*

**Keywords:** car, internal combustion engine, exhaust gas toxicity, neutralizer, exhaust gas purification.

---

Работа двигателей внутреннего сгорания (ДВС) оценивается целым комплексом эксплуатационно-технических показателей, среди которых эффективная мощность, удельная мощность и массогабаритные показатели, динамические качества, показатели топливной экономичности. В настоящее время, в связи с ускоряющимися процессами изменения климата на планете и увеличением роли автомобильного транспорта в этих процессах, на первый план выходят показатели токсичности отработавших газов (ОГ), т. е. количество выбрасываемых двигателем вредных веществ (оксиды азота, оксиды углерода, несгоревшие углеводороды, твердые частицы и др.). Это обусловлено как ухудшением экологической обстановки, так и ужесточением требований, предъявляемых к двигателям внутреннего сгорания современными экологическими стандартами.

Как основной источник энергии для транспортных средств ДВС является потребителем топлив на углеводородной основе, при сгорании которых образуются вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу. Двигатели внутреннего

сгорания играют существенную роль в загрязнении окружающей среды. В крупных городах они являются одним из главных источников токсичных веществ, выбрасываемых в атмосферу. Так, например, доля автомобильного транспорта в выбросе вредных веществ составляет в США 60,6 %, в Англии — 33,5 %, во Франции — 32 % [1, 2]. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы ОГ вносят ДВС автомобильного и автотракторного назначения.

В настоящее время отечественный автомобильный парк ежегодно выбрасывает в атмосферу 13...15 млн т оксидов углерода и 1,2...1,5 млн т оксидов азота. При этом до 22 % всех выбросов диоксида углерода, около 50 % веществ, вызывающих кислотность атмосферы, и 60...90 % смога приходится на эмиссию вредных веществ с ОГ транспортных средств. Особенно тяжелая экологическая обстановка складывается в крупных городах. Например, в Москве годовые суммарные выбросы вредных веществ автотранспортом достигают 1,7 млн т. Данные о загрязнении атмосферы двигателями внутреннего сгорания, рабо-

Таблица 1

**Выбросы вредных веществ бензиновыми и дизельными двигателями**

Вредные вещества	Выбросы вредных веществ, кг, на 1 т топлива, сжигаемого в двигателе	
	Бензиновый двигатель	Дизельный двигатель
Оксиды азота NO <sub>x</sub>	20	33
Монооксид углерода CO	395	9
Легкие несгоревшие углеводороды CH <sub>x</sub>	34	20
Оксиды серы SO <sub>x</sub>	1,6	6,0
Альдегиды, органические кислоты	1,4	6,1
Твердые частицы	2	16

тающими на нефтяных топливах — бензине и дизельном топливе, приведены в табл. 1 [1].

Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания представляют собой сложную многокомпонентную смесь газов, паров, капель жидкостей и дисперсных твердых частиц. Всего в ОГ двигателей внутреннего сгорания содержится около 280 компонентов, среди которых можно выделить продукты полного сгорания топлива (диоксид углерода CO<sub>2</sub> и водяной пар H<sub>2</sub>O), вещества, образующиеся в результате термического синтеза из воздуха при высоких температурах (оксиды азота NO<sub>x</sub>), продукты неполного сгорания топлива (монооксид углерода CO, углеводороды CH<sub>x</sub>, дисперсные твердые частицы, основным компонентом которых является сажа), а также оксиды серы, альдегиды, продукты конденсации и полимеризации [1, 3—10, 13]. Кроме продуктов сгорания топлива в ОГ присутствуют продукты сгорания смазочного масла и вещества, образующиеся из присадок к топливу и маслу. В незначительных количествах (1...2 %) ОГ содержат водород H<sub>2</sub> и инертные газы — аргон Ar и др.

Наиболее массовыми компонентами в ОГ являются атмосферный азот, диоксид углерода (углекислый газ), пары воды. На большинстве эксплуатационных режимов их суммарный объем в ОГ составляет 90...95 %. Из этих основных компонентов лишь углекислый газ относится к слаботоксичным веществам, а остальные не являются токсичными.

Объемная концентрация токсичных веществ в ОГ составляет всего 0,2...2 %. При этом около 80...95 % общей массы токсичных компонентов ОГ

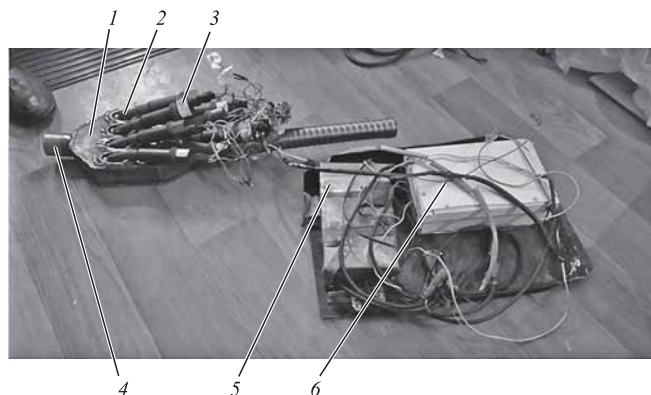
приходится на долю пяти основных компонентов: NO<sub>x</sub>, CO, CH<sub>x</sub>, альдегидов RCHO, SO<sub>2</sub> [1, 7, 10, 13].

Задача снижения токсичности ОГ двигателей внутреннего сгорания в настоящее время решается разными способами, но наибольшее распространение получил метод установки в выпускной системе дополнительных технических средств, обеспечивающих физико-химическую очистку ОГ, к которым относятся термические, каталитические, восстановительные и жидкостные нейтрализаторы, сажевые фильтры и др. [1, 6, 11]. Этот метод позволяет без значительного вмешательства в конструкцию двигателя обеспечить достаточно эффективную очистку ОГ от токсичных компонентов.

В то же время широко распространенные современные устройства и системы очистки ОГ, применяемые на автомобильном транспорте, обладают рядом недостатков и не всегда обеспечивают требуемую эффективность очистки ОГ. В частности, известные каталитические нейтрализаторы ДВС очищают ОГ от монооксида углерода CO с эффективностью до 0,2 % (по нормам Евро 5). Это свидетельствует о недостаточной эффективности очистки ОГ от этого токсичного компонента. Указанные катализаторы сложны по конструкции, дорогостоящие в производстве из-за использования драгоценных металлов (родий, палладий, платина, серебро), соты катализатора засоряются и не подлежат ремонту и восстановлению в эксплуатации.

Для повышения эффективности очистки В. П. Колесников разработал энергосберегающую технологию и устройство по очистке отработавших газов ДВС методом электроискровой обработки. На это устройство получен патент на полезную модель РФ № 123463 от 3.07.2012 г. "Устройство для очистки выхлопных газов" [12].

Устройство (рис. 1) представляет собой реактор 1, в котором расположены разрядники 2



**Рис. 1. Устройство по очистке отработавших газов ДВС**

с индукционными катушками 3. Разрядники 2 крепятся на внутренней стенке реактора, наклонены к оси реактора под углом  $\alpha = 30...60^\circ$  и располагаются по винтовой линии с определенным шагом  $D/2$ , где  $D$  — диаметр реактора. Сигналы на индукционные катушки 3 подаются по токопроводам от генератора 5, подключенного к аккумулятору 6. Катушки индуцируют высокое напряжение 16...18 кВ, которое подается на разрядники, где происходит электрический разряд с частотой, задаваемой генератором 5 (400 Гц и более). Отработавшие газы очищаются при разряде от монооксида углерода CO и несгоревших углеводородов  $CH_x$  вследствие выделяемой электрической энергии электрических импульсов при разряде в искровом промежутке разрядников 2.

Молекулы CO и  $CH$  распадаются на компоненты C, O, H, так как энергия разрядов оказывается больше энергии, удерживающей атомы в молекуле, происходит очищение выхлопного газа от вредных выбросов — угарный газ CO, несгоревшие углеводороды и др. Для лучшей обдуваемости искрового промежутка разрядников отработавшими газами смонтирован направляющий аппарат с отверстиями, которые направляют струи отработавших газов, поступающих по впускному трубопроводу 4, в реактор 1.

Для оценки эффективности использования устройства для очистки отработавших газов двигателя внутреннего сгорания путем электроискровой обработки ОГ проведены его испытания на легковом автомобиле KIA Ceed JD Wagon 1.6 GAS AT 2WD 2012 г. выпуска. Пробег автомобиля на момент испытаний устройства составил 15 198 км (рис. 2).

На данном автомобиле установлен бензиновый двигатель семейства Gamma с распределен-

Таблица 2

Основные технические и эксплуатационные параметры испытываемого двигателя

Параметр	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный
Рабочий объем	1591 см <sup>3</sup>
Количество цилиндров	4
Количество клапанов	16
Диаметр цилиндра	77 мм
Ход поршня	85,4 мм
Привод ГРМ	цепь (DOHC)
Мощность кВт (л. с.)	90 (122) при 6200 мин <sup>-1</sup>
Крутящий момент	154 Н·м при 5200 мин <sup>-1</sup>
Степень сжатия	11
Тип топлива	Бензин АИ-95

ным впрыском топлива объемом 1,6 л мощностью 90 кВт при частоте вращения коленчатого вала  $n = 6200 \text{ мин}^{-1}$ . Основные параметры данного двигателя приведены в табл. 2.

Исследования устройства по очистке отработавших газов ДВС методом электроискровой обработки ОГ проводились в лаборатории Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета 5.07.2019 г. при следующих погодных условиях: температура окружающего воздуха 22 °С, относительная влажность воздуха 58 %, атмосферное давление 744 мм ртутного столба.

При испытаниях контролировались частота вращения коленчатого вала двигателя автомобиля  $n$ ,



Рис. 2. Автомобиль-носитель устройства для очистки отработавших газов

# ПРАКТИКА

показатели содержания в ОГ монооксида углерода CO и несгоревших углеводородов  $CH_x$ , чистого кислорода  $O_2$  и диоксида углерода  $CO_2$ . Контроль вышеуказанных параметров осуществлялся с помощью газоанализатора "ИНФРАКАР-М" предприятия "Западприбор" (г. Москва. Свидетельство о поверке прибора № 17408 выдано 24.09.2018 г. (действительно до 23.09.2019 г.).

Методика проведения экспериментальных исследований заключалась в определении контролируемых параметров двигателя без установки устройства и с установленным устройством по очистке отработавших газов ДВС. Испытания проводились при различных значениях частоты вращения коленчатого вала двигателя. Показатели прибора снимались при установившемся режиме работы двигателя. Стоит отметить, что установка устройства проводилась в выпускной системе двигателя автомобиля без снятия штатных устройств очистки ОГ после штатного каталитического нейтрализатора. Целью такого способа установки устройства является проверка возможности улучшения показателей токсичности ОГ после прохождения ими по штатной выпускной системе. Результаты исследований приведены в табл. 3.

Стоит отметить, что всего было проведено три этапа экспериментального исследования. Первый этап проводился с целью проверки работоспособности испытываемого устройства и настройки оборудования. Однако показатели, полученные на

этом этапе, позволили установить работоспособность штатного каталитического нейтрализатора и момент его прогрева до рабочей температуры.

Полученные в результате исследования данные показали, что установка экспериментального устройства при режиме холостого хода двигателя снижает содержание в ОГ диоксида углерода  $CO_2$  на 42 %, содержание несгоревших углеводородов  $CH_x$  в среднем на 36 %. При этом образуется свободный кислород  $O_2$ , содержание которого составило 9,4...9,7 % при нормативном значении равном 0.

При режимах работы двигателя на средних и высоких оборотах показатели токсичности ОГ двигателя на втором и третьем этапах были сравнимы с работой штатного каталитического нейтрализатора. Стоит отметить незначительное снижение содержания диоксида углерода  $CO_2$  и увеличение содержания монооксида углерода CO при режиме работы двигателя на высоких оборотах.

Снижение эффективности работы устройства по очистке отработавших газов ДВС на средних и высоких оборотах требует дополнительного исследования. По предварительным выводам это произошло из-за отсутствия синхронизации частоты вращения коленчатого вала исследуемого двигателя с генератором электрических импульсов экспериментального устройства. То есть при значительном изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя и объемов отрабо-

Таблица 3

Показатели токсичности ОГ двигателя при экспериментальных исследованиях

№ режима	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Концентрация CO, %	Концентрация $CH_x$ , ppm	Концентрация $O_2$ , %	Концентрация $CO_2$ , %
Этап 1. С устройством для очистки отработавших газов и непрогретым штатным нейтрализатором					
1	900 (XX)	0,01	047	5,8...6,3	10,75
2	2500	0,02	049	0,04	14,23
3	5000	0,04	049	0,08	14,8
Этап 2. Без устройства для очистки отработавших газов с прогретым штатным нейтрализатором					
1	900 (XX)	0,01	011...017	0	13,59
2	2500	0...0,01	017...021	0	13,59
3	5000	0,01	017	0	13,61
Этап 3. С устройством для очистки отработавших газов и прогретым штатным нейтрализатором					
1	900 (XX)	0...0,01	009	9,4...9,7	7,7...7,9
2	2500	0,01	019	0	13,57
3	5000	0...0,03	016-017	0	13,45

тавших газов, проходящих через выпускной трубопровод неизменного сечения, частота подачи электрических импульсов на индукционные катушки и разрядники остается неизменной, как и их производительность.

## Выводы

1. Проведенные моторные испытания устройства для очистки отработавших газов показали, что его использование оказывает влияние на изменение состава ОГ бензинового двигателя внутреннего сгорания.

2. Оснащение бензинового двигателя автомобиля KIA Seed устройством для очистки отработавших газов позволило снизить содержание диоксида углерода  $CO_2$  на 42 %, содержание несгоревших углеводородов  $CH_x$  в среднем на 36 % при режиме холостого хода. При этом в отработавших газах присутствует свободный кислород  $O_2$  в количестве 9,4...9,7 %.

3. При работе двигателя на средних и высоких оборотах наблюдается отсутствие подобного эффекта. Требуется исследование причин снижения эффективности и доработка устройства для очистки отработавших газов для обеспечения его работоспособности во всем диапазоне частоты вращения коленчатого вала двигателя.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Марков В. А., Баширов Р. М., Габитов И. И.** Токсичность отработавших газов дизелей. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. — 376 с.
2. **Нефтяные моторные топлива:** экологические аспекты применения / А. А. Александров, И. А. Архаров, В. А. Марков и др.; под ред. А. А. Александрова, В. А. Маркова. — М.: ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2014. — 691 с.
3. **Машиностроение.** Энциклопедия. Том IV. Двигатели внутреннего сгорания / Л. В. Грехов, Н. А. Ивашенко, В. А. Марков и др.; под ред. А. А. Александрова, Н. А. Ивашенко. — М.: Машиностроение, 2013. — 784 с.
4. **Двигатели внутреннего сгорания:** Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей / В. П. Алексеев, В. Ф. Воронин, Л. В. Грехов и др.; под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. — М.: Машиностроение, 1990. — 288 с.
5. **Звонов В. А.** Токсичность двигателей внутреннего сгорания. — М.: Машиностроение, 1981. — 160 с.
6. **Кульчицкий А. Р.** Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. — Владимир: Изд-во Владимирского государственного университета, 2000. — 256 с.
7. **Смайлис В. И.** Малотоксичные дизели. — Л.: Машиностроение, 1972. — 128 с.
8. **Горбунов В. В., Патрахальцев Н. Н.** Токсичность двигателей внутреннего сгорания. — М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 1998. — 216 с.
9. **Гутаревич Ю. Ф.** Охрана окружающей среды от загрязнения выбросами двигателей. — Киев: Урожай, 1989. — 224 с.
10. **Грехов Л. В., Ивашенко Н. А., Марков В. А.** Системы топливоподачи и управления дизелей: Учебник для вузов. 2-е издание. — М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2005. — 344 с.
11. **Лиханов В. А., Сайкин А. М.** Снижение токсичности автотракторных дизелей. — М.: Колос, 1994. — 224 с.
12. **Патент на полезную модель РФ № 123463** от 3.07.2012 г. Устройство для очистки выхлопных газов. — М.: Роспатент, 2012. — 22 с.
13. **Отчет по научно-исследовательской работе "Моторные испытания устройства для очистки отработавших газов двигателя внутреннего сгорания"** / Марков В. А., Мягков Л. Л., Поздняков Е. Ф., Ефимова Л. С. — М., 2019. — 48 с.

---

---

## Работаем над снижением брака

За первое полугодие 2019 г. процент потерь от брака в себестоимости продукции ПАО "КАМАЗ" снизился на 10 пунктов по сравнению с аналогичным периодом 2018 г.

К примеру, значительные результаты достигнуты Кузнечным заводом: снижение доли брака в выпуске на 27 % позволило снизить прямые материальные затраты на 11,2 млн руб.

"КАМАЗ" проводит жесткую политику по борьбе с браком. С 2018 г. реализуется Стратегия трансформации качества. Она предполагает переход к оценке качества "глазами потребителя".

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

УДК 621.355

А. Г. Картуков, канд. техн. наук, доцент, Е. Г. Железняк, Н. С. Алексеев, М. С. Гишфлид,  
Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО, г. Санкт-Петербург  
E-mail: kartalg@yandex.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДИКАТОРА СОСТОЯНИЯ ЗАРЯЖЕННОСТИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

*В статье представлен новый индикатор состояния заряженности аккумуляторных батарей, который предназначен для диагностирования и поддержания в рабочем состоянии аккумуляторных батарей, а также корректировки системы технического обслуживания аккумуляторных батарей.*

**Ключевые слова:** аккумуляторная батарея, индикатор состояния заряженности, система технического обслуживания, диагностирование, рабочее состояние.

*The article presents a new indicator of the state of charge of batteries, which is designed to diagnose and maintain the working condition of batteries, as well as adjusting the maintenance system of batteries.*

**Keywords:** battery, charging status indicator, maintenance system, diagnosis, operating status.

Одним из элементов, обеспечивающих постоянную готовность военной техники к использованию по назначению, являются аккумуляторные батареи (АКБ). С целью пуска двигателя и использования потребителей электроэнергии при работающем и неработающем двигателе, когда генератор не вырабатывает электроэнергии, на вооружении и военной технике (ВВТ) необходим источник тока. Таким химическим источником постоянного тока является аккумуляторная батарея, состоящая из отдельных аккумуляторов, именно она является одним из элементов, обеспечивающих постоянную готовность автомобильной, бронетанковой и другой техники к использованию по назначению [1, 2].

В процессе эксплуатации АКБ подвергаются воздействию различных факторов (механических, температурных, химических и электрохимических), в результате которых возникают неисправности, которые или снижают электрические характеристики, или преждевременно выводят их из строя. В большинстве случаев неисправности являются результатом небрежного или неправильного ухода и обслуживания АКБ при их эксплуатации и хранении, а также в результате боевого применения военной автомобильной техники, поэтому система технического обслуживания (ТО) АКБ требует корректировки [3].

Цель исследования — совершенствование системы ТО АКБ.

Задачи исследования:

проанализировать существующие средства технического диагностирования АКБ и их недостатки;

описать принцип действия разработанного индикатора состояния заряженности;

рассмотреть возможность внедрения разработанного индикатора состояния заряженности в качестве диагностического прибора.

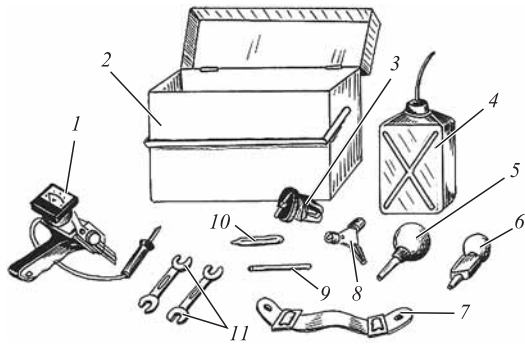
Одним из основных мероприятий при организации ТО АКБ является их периодический заряд с целью недопущения снижения степени разряженности ниже допустимой нормы, а существующие диагностические приборы не всегда позволяют корректно произвести необходимые измерения [3].

На сегодняшний день для диагностирования и технического обслуживания аккумуляторных батарей в войсках используется комплект аккумулятора Э-412, который предназначен для диагностирования и технического обслуживания стартерных аккумуляторных батарей номинальным напряжением 12 В, емкостью от 45 до 190 А/ч и плотностью электролита от 1,18 до 1,32 г/см (рис. 1). [4].

Для проверки уровня электролита в аккумуляторной батарее в настоящее время используется уровнемерная трубка (рис. 1, поз. 9), а для определения и плотности электролита аккумуляторной батареи в комплекте аккумулятора имеется ареометр (рис. 2).

Ареометр — диагностирующий прибор, по уровню погружения которого определяется плотность по откалиброванной шкале. Прибор имеет ряд недостатков: хрупкость стеклянной трубки, точность измерения ограничена визуальным считыванием показаний, отсутствует автоматическая





**Рис. 1. Комплект аккумуляторщика Э-412:**

1 — пробник аккумуляторный; 2 — ящик; 3 — приспособление для снятия наконечника провода с полюсного вывода батареи; 4 — бачок для дистиллированной воды; 5 — груша для отсоса электролита; 6 — плотномер (ареометр); 7 — ремень для извлечения батарей; 8 — приспособление для зачистки наконечников проводов и выводов аккумуляторной батареи; 9 — трубка для измерения уровня электролита; 10 — термометр; 11 — ключи рожковые гаечные



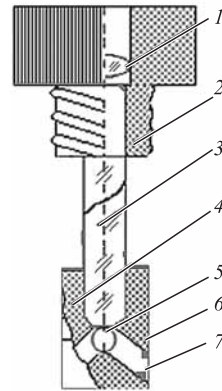
**Рис. 2. Ареометр АЭТ-1**

регистрация измерения, сложно чистить и сушить, высокая погрешность измерений.

Для совершенствования процесса диагностирования и ТО АКБ предлагается вместо ареометра АЭТ-1 включить к состав комплекта аккумуляторщика Э-412У (усовершенствованный) индикатор состояния заряженности, позволяющий определять степень разряженности аккумуляторных батарей при их обслуживании (рис. 3).

Шарик-поплавок 5 всплывает в верхнее положение корпуса 6 по каналу 7 при плотности электролита более  $1,20 \text{ г/см}^3$ , что соответствует степени заряженности аккумуляторной батареи более 50 %. Шарик-поплавок 5 зеленого цвета, находясь в верхнем положении корпуса индикатора 6, передает информацию через стеклянный цилиндр 3 на индикаторный глазок 2 в виде цветового отражения зеленого цвета.

При плотности электролита  $1,20 \text{ г/см}^3$  и менее шарик-поплавок 5, находясь в нижнем положении канала 7 корпуса 6, не будет передавать информацию на индикаторный глазок 2, а нижний край стеклянного цилиндра 3, находясь в электролите,



**Рис. 3. Индикатор состояния заряженности:**

1 — линза; 2 — индикаторный глазок с нарезанной резьбой; 3 — стеклянный цилиндр; 4 — корпус ребра жесткости; 5 — шарик-поплавок зеленого цвета; 6 — корпус; 7 — канал для перемещения шарика-поплавка

будет отображаться в индикаторном глазке 2 в виде цветового отражения черного цвета.

Всплытие и погружение шарика-поплавка 5 зависит от плотности электролита. При увеличенной плотности электролита шарик-поплавок 5 всплывает вследствие увеличения действующей на него подъемной силы  $P_{\text{п}}$ ,  $H$ , определяемой по формуле:

$$P_{\text{п}} = \rho g V,$$

где  $\rho$  — плотность электролита,  $\text{кг/м}^3$ ;  $g$  — ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $V$  — объем шарика-поплавка,  $\text{м}^3$ .

В случаях снижения уровня электролита ниже допустимой нормы информация индикатора о состоянии заряженности аккумулятора прекращается, так как нижний край стеклянного цилиндра 3, находясь в воздушном пространстве, передает информацию в виде цветового отражения белого цвета.

В случае нарушения работоспособности аккумуляторной батареи с помощью индикатора состояния заряженности может быть выявлен отстающий аккумулятор (отстающие аккумуляторы) и сделан вывод о целесообразности дальнейшего использования батареи по назначению или необходимости проведения технического обслуживания (ремонта).

Предлагаемый индикатор представлен на рис. 4 перед использованием и на рис. 5 в действии.

Индикатор состояния заряженности аккумуляторной батареи позволяет достоверно определить уровень заряженности аккумулятора, благодаря полному погружению канала для передвижения шарика-поплавка в заливочные отверстия аккумуляторов батареи, а также выявить аккумуляторы с уровнем электролита ниже допустимой нормы, исключает участие высококвалифицированного специалиста-аккумуляторщика, благо-



Рис. 4. Индикатор состояния заряженности перед использованием



Рис. 5. Индикатор состояния заряженности в действии

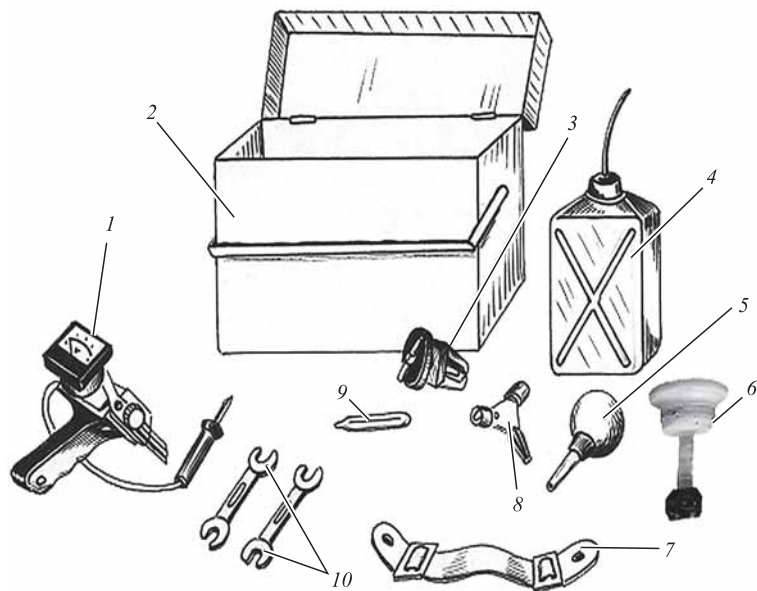


Рис. 6. Комплект аккумуляторщика Э-412У:

1 — пробник аккумуляторный; 2 — ящик; 3 — приспособление для снятия наконечника провода с полюсного вывода батареи; 4 — бачок для дистиллированной воды; 5 — груша для отсоса электролита; 6 — индикатор состояния заряженности; 7 — ремень для извлечения батарей; 8 — приспособление для зачистки наконечников проводов и выводов аккумуляторной батареи; 9 — термометр; 10 — ключи рожковые гаечные

даря чему увеличивается частота проведения ТО аккумуляторных батарей, как следствие — своевременное выявление нарушения работоспособности аккумуляторной батареи.

Предлагаемый индикатор состояния заряженности может быть использован в качестве диагностического прибора для диагностирования и технического обслуживания аккумуляторных батарей взамен аккумуляторного ареометра и уровнемерной трубки комплекта аккумуляторщика Э-412 и применяться по назначению в войсках на военной технике. А комплект аккумуляторщика может быть усовершенствован и иметь в своем составе предлагаемый индикатор.

## Вывод

Предлагаемый индикатор состояния заряженности аккумуляторных батарей позволяет достоверно определять состояние каждого аккумулятора в аккумуляторной батарее по трем показателям: заряжен, разряжен, уровень электролита не соответствует норме; исключает необходимость в высококвалифицированном специалисте-аккумуляторщике и предоставляет возможность использования диагностического прибора водителю автомобиля. Кроме того, индикатор может быть использован в усовершенствованном комплекте для диагностирования и технического обслуживания аккумуляторных батарей Э-412У, представленном на рис. 6.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гумелев В. Ю., Картуков А. Г., Лебедев Т. Н. Особенности использования аккумуляторных батарей на военной технике // Грузовик. — 2011. — № 11. — С. 8—13.
2. Картуков А. Г., Гумелев В. Ю., Лебедев Т. Н. Основные характеристики свинцовых кислотных аккумуляторных батарей // Оригинальные исследования. Научно-практический рецензируемый ежемесячный электронный журнал. — 2012. — № 1 (8). — С. 23—33.
3. Картуков А. Г., Гумелев В. Ю. Приведение сухозаряженных аккумуляторных батарей для военной автомобильной техники в рабочее состояние // Грузовик. — 2013. — № 3. — С. 12—16.
4. Картуков А. Г., Гумелев В. Ю., Лебедев Т. Н. Применение аккумуляторных пробников на военной автомобильной технике // Оригинальные исследования. Научно-практический рецензируемый ежемесячный электронный журнал. — 2011. — № 7 (7). С. 5—14.
5. Картуков А. Г., Гумелев В. Ю., Лебедев Т. Н. Диагностирование аккумуляторных батарей военной автомобильной техники // Современная техника и технологии [Электронный ресурс]. Электронный научный журнал. — 2011. — Октябрь. URL: <http://technology.snauka.ru/2011/10/93>.
6. Пат. 92743 РФ, МПК<sup>7</sup> Н01М 10/42. Индикатор состояния заряженности АКБ / А. А. Кочуров, А. Г. Картуков, А. С. Третьяков и др.; заявитель и патентообладатель А. А. Кочуров, А. Г. Картуков (RU). — № 2009140725 (057941); заявл. 3.11.2009; опубл. 27.03.2010. — 2 с.: ил. бюлл. № 9.

# ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.13

**А. Б. Мартынушкин**, канд. экон. наук, доцент, e-mail: martinyshkin@mail.ru,

**Н. В. Барсукова**, канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева"

## ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ: ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ

*Положение на региональном рынке пассажирских автоперевозок усугубляется наличием проблем в качестве обслуживания населения, вследствие роста потребностей жителей в услугах автотранспорта и отсутствием единой эффективной методики, позволяющей провести оценку качества автотранспортного обслуживания населения региона. Основная цель предложенной методики: определить необходимый социальный эффект от функционирования городского пассажирского транспорта, а также затраты, которые необходимо произвести для его обеспечения, и доходы, которые будут получены при заданном уровне обслуживания населения города (региона). При определении всех этих показателей необходимо учитывать интересы всех участников рынка пассажирских перевозок (муниципалитетов, собственников частных автотранспортных предприятий и пассажиров).*

**Ключевые слова:** эффективность, перевозка пассажиров, городской пассажирский транспорт, методика расчета интегрального показателя качества транспортного обслуживания.

*The situation in the regional passenger transportation market is aggravated by the presence of problems in the quality of public services, due to the growing needs of residents for motor transport services, and the lack of a single effective methodology for assessing the quality of road transport services for the population of the region. The main goal of the proposed methodology is to determine the necessary social effect of the functioning of urban passenger transport, as well as the costs that must be incurred to ensure it, and income, to orye will be obtained for a given level of public services of the city (region). When determining all these indicators, it is necessary to take into account the interests of all participants in the passenger transportation market (municipalities, owners of private motor transport enterprises and passengers).*

**Keywords:** efficiency, passenger transportation, urban passenger transport, methodology for calculating the integral indicator of the quality of transport services.

В настоящее время в Рязанской области, как и в подавляющем большинстве других регионов страны, рынок автомобильных пассажирских перевозок еще окончательно не сформировался и существует множество проблем, препятствующих процессу эффективного развития и функционирования пассажирского автомобильного транспорта в регионе. В результате анализа и обобщения опыта специалистов, исследовавших эту проблему, мы смогли выделить основные тенденции, определяющие функционирование и развитие регионального рынка пассажирских автоперевозок, а также причины, обусловившие

их появление. Для решения проблем функционирования и развития рынка региональных пассажирских автоперевозок был изучен и обобщен передовой зарубежный и отечественный опыт, который показывает, что данные проблемы существовали во всех странах Западной Европы и Северной Америки в период становления в данных регионах эффективного рынка пассажирских автоперевозок.

Современный крупный населенный пункт нельзя представить без хорошо развитой транспортной инфраструктуры, так как от этого показателя в значительной степени зависит, какими

темпами будут развиваться экономика города, промышленность и другие сферы деятельности [1]. В условиях ограниченности финансирования муниципального транспорта со стороны местных бюджетов возникает необходимость определения оптимального объема инвестиций в развитие транспортной инфраструктуры города. Современный муниципальный пассажирский транспорт характеризуется убыточностью, поэтому даже при условии получения компенсаций из бюджета за перевозку пассажиров-льготников и сдерживание тарифов, муниципальным предприятиям транспорта все равно не хватает средств на обновление подвижного состава. Отсюда ухудшение обслуживания пассажиров. Иногда встречается такая ситуация, что все убытки автотранспортных предприятий компенсируются из средств бюджета, вне зависимости от того, что стало причиной этих убытков: предоставление льгот и сдерживание тарифов или просто неэффективная работа. Следовательно, муниципалитеты заинтересованы в сокращении убытков. В настоящее время убытки еще больше увеличиваются вследствие оттока пассажиропотока к коммерческим автотранспортным предприятиям (АТП), которые предлагают другое (отличное) качество выполнения перевозочного процесса. Поэтому возникает необходимость определения оптимального уровня обслуживания пассажиров, который позволит обеспечить необходимый пассажиропоток, чтобы минимизировать убытки муниципальных автотранспортных предприятий и соответственно оптимизировать инвестиции в городской транспорт со стороны местных бюджетов [2–7]. В каждом городском АТП главной задачей организации и планирования производственного процесса неизменно становится оптимальное сочетание и использование всех ресурсов для выполнения максимальной транспортной работы и улучшения качества обслуживания населения [8–10].

Коммерческие предприятия заинтересованы в максимизации собственной прибыли как фактора повышения доходности их бизнеса [11–14]. При этом они могут достичь максимума прибыли путем уменьшения себестоимости перевозки пассажиров, что может повлечь ухудшение уровня предоставляемых услуг. Снижение данного показателя, в свою очередь, может негативно повлиять на величину пассажиропотока. Поэтому для частных автотранспортных предприятий также важно определить оптимальный уровень обслуживания пассажиров, который позволит обеспечить максимум прибыли [3].

## Материалы и методы исследования

Эмпирическая база исследования включает: статистические сборники Федеральной службы государственной статистики России, территориального органа Госкомстата по Рязанской области, материалы управления транспорта администрации города Рязани, отраслевые статистические материалы.

При проведении исследования использовались общенаучные приемы анализа и синтеза, анкетирование и опрос; специфические методы исследования: анализа финансового состояния и технического уровня развития организаций, экстраполяции.

## Результаты исследований

Исходя из экономической ситуации, сложившейся на рынке муниципальных перевозок пассажиров, можно сделать вывод о необходимости поиска некоторого компромисса между его участниками. Для этого необходимо определить оптимальный уровень качества транспортного обслуживания пассажиров и обусловленные им затраты, которые бы устраивали всех участников.

Для этого предлагается следующий алгоритм.

1. Разработка методики, которая бы позволила оценить уровень транспортного обслуживания региона. Современная методика оценки социально-экономической эффективности городского общественного транспорта должна представлять собой комплексную систему показателей, на основании которой можно было бы определить эффективность деятельности как отдельного предприятия, независимо от формы собственности, так и эффективность транспортного обслуживания региона в целом. Система этих показателей должна отражать степень удовлетворения потребностей пассажиров и общества в целом, а также прирост услуг на единицу затрат при совершенствовании их качественных характеристик и прирост доходов автотранспортных предприятий на единицу услуг.

В современных условиях для определения уровня обслуживания пассажиров необходимо использовать интегральный показатель, основанный на ряде частных показателей. Это обусловлено тем, что достаточно сложно оценить уровень качества какой-либо услуги, используя лишь одну характеристику. Необходимо учитывать весомость каждого частного показателя, при этом нужно помнить, что весомость каждого отдельного част-

ного показателя может изменяться в зависимости от группы населения, целей и времени поездки.

2. Определить зависимость между уровнем транспортного обслуживания пассажиров и затратами, которые необходимы для его обеспечения.

3. Определить зависимость между доходами от пассажирских перевозок и уровнем обслуживания пассажиров. Вообще уровень обслуживания оказывает воздействие на количество пассажиров, пользующихся данным видом транспорта (пассажиропоток), однако есть определенная доля пассажиропотока, которая не зависит от уровня обслуживания. Пассажиропоток, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на доходы, получаемые автотранспортными предприятиями. Поэтому все доходы, полученные от перевозки пассажиров, можно разделить на доходы от реализации пассажирских услуг при условии, что требования пассажиров по качеству обслуживания не учитываются, и на доходы, которые обусловлены увеличением пассажиропотока в результате повышения уровня обслуживания пассажиров.

Определение зависимостей между затратами на оказание пассажирских услуг и уровнем транспортного обслуживания, а также между доходами от реализации услуг и качеством обслуживания целесообразно рассмотреть в масштабе города или региона. В этом случае будут получены усредненные данные.

4. Определить оптимальный уровень качества пассажирских перевозок. Муниципальный городской пассажирский транспорт является убыточным, и эти убытки покрываются за счет дотаций из регионального (местного) бюджета, причем как правило не в полном объеме. Недофинансирование существенным образом сказывается и на конкурентоспособности муниципального транспорта, и на качестве предоставляемых услуг. Поэтому целью муниципалитетов будет минимизация убытков. Тогда целевую функцию муниципальных образований можно представить в следующем виде:

$$\begin{cases} Z - D \rightarrow \min \\ K \geq K_{\min} \end{cases}, \quad (1)$$

где  $K$  — уровень транспортного обслуживания пассажиров муниципальным транспортом;  $K_{\min}$  — минимально допустимый уровень транспортного обслуживания населения города (региона);  $Z$  — затраты на оказание транспортных услуг муниципальными автотранспортными предприяти-

ями, выраженные в зависимости от уровня транспортного обслуживания;  $D$  — доходы, полученные муниципальными АТП от осуществления перевозок пассажиров, выраженные в зависимости от предоставляемого качества обслуживания.

Частные предприятия, занимающиеся транспортным обслуживанием региона, являются прибыльными. Поэтому для них целевая функция будет выглядеть иначе:

$$\begin{cases} S_a \rightarrow \max \\ K \geq K_{\min} \end{cases}, \quad (2)$$

где  $K$  — уровень транспортного обслуживания пассажиров частными перевозчиками;  $K_{\min}$  — минимально допустимый уровень транспортного обслуживания населения города (региона);  $S_a$  — стоимость бизнеса автотранспортного предприятия.

В данном случае может получиться, что оптимальный уровень транспортного обслуживания населения для муниципалитетов и частных предприятий будет различный. Но в любом случае этот уровень обслуживания будет соответствовать целевой функции.

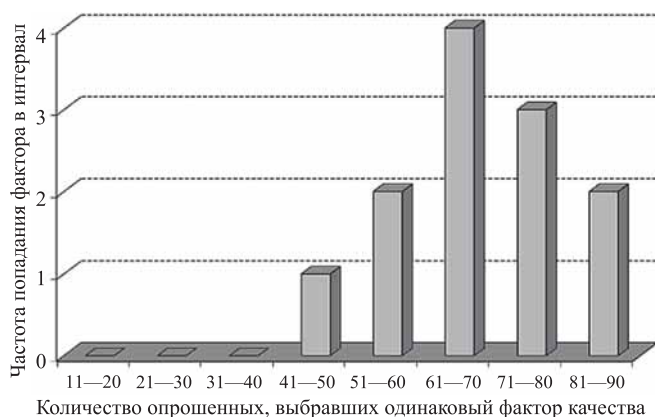
## Методика расчета интегрального показателя качества транспортного обслуживания

Определим наиболее важные частные показатели, характеризующие уровень транспортного обслуживания населения. Для определения наиболее важных показателей применялся метод опроса пассажиров, специалистов отдела транспорта и связи администрации г. Рязани и автотранспортных предприятий.

Опрос пассажиров проводился по анкете, разработанной для целей исследования пассажиропотока. Следует отметить, что опрашивались люди различного возраста, социального положения, занимающиеся различными видами деятельности. Анкету заполнили 135 человек. В процессе анкетирования был задан вопрос о факторах, которые, по мнению пассажиров, определяют качество транспортного обслуживания. Опрашиваемым предлагалось из перечня факторов выбрать шесть, которые являются для них факторами качества обслуживания пассажиров.

В процессе обработки интересующих нас данных были получены следующие результаты, которые представим в виде гистограммы (рис. 1).

Факторы качества были выделены опрошенными следующее количество раз: такой фактор,



**Рис. 1. Результаты опроса пассажиров о факторах качества транспортного обслуживания**

как суммарные затраты времени, выделили 89, относительный уровень тарифов — 84, плотность маршрутной сети — 77, аварийную безопасность — 75, частоту движения — 73, количество пересадок — 68, скорость движения транспортного средства — 66, степень наполнения салона транспортного средства — 64, регулярность движения — 61, экологическая безопасность — 57, надежность — 51 и уровень информационного сервиса — 42 раза.

Локальные показатели и факторы, определяющие уровень качества транспортного обслуживания населения региона, следующие.

1. Суммарные затраты времени на поездку ( $\Pi_1$ ) региона. На этот локальный показатель оказывают воздействие ряд факторов.

Плотность маршрутной сети ( $n_{11}$ ) — определяется как отношение суммарной протяженности улиц и дорог, по которым проходят маршруты городского пассажирского автомобильного транспорта, к площади города (региона). На основании плотности маршрутной сети можно определить, насколько обеспечено все население исследуемого города (региона) или отдельного района города транспортными услугами.

Частота движения ( $n_{12}$ ) — определяется как отношение количества передвижений транспорта по определенному маршруту за определенный интервал времени.

Среднее количество пересадок, приходящихся на одну поездку ( $n_{13}$ ).

Проанализировав три вышеописанных фактора, можно сделать вывод о необходимости внесения определенных изменений в действующую маршрутную сеть городского общественного транспорта в целях сокращения времени поездки, а также можно создать новые маршруты дви-

жения общественного транспорта или, наоборот, принять решение об отмене существующих, если маршрутная сеть является слишком плотной.

2. Комфортность условий во время поездки ( $\Pi_2$ ). Значение этого показателя зависит от значений следующих факторов.

Степень наполнения салона транспортного средства ( $n_{21}$ ) — определяется как количество пассажиров на  $1\text{ м}^2$  площади салона транспортного средства.

Среднее количество пересадок приходящихся на одну поездку ( $n_{22}$ ).

3. Безопасность ( $\Pi_3$ ). Для оценки степени безопасности движения применяем два фактора.

Экологическая безопасность ( $n_{31}$ ) — определяется как доля городского пассажирского транспорта в общих выбросах в атмосферу загрязняющих веществ.

Аварийная безопасность движения ( $n_{32}$ ) — оценивается по уровню ДТП по вине транспорта, в том числе со смертельным исходом на 1 000 000 пассажиров.

4. Ритмичность движения городского общественного транспорта ( $\Pi_4$ ). В качестве критериев оценки можно использовать следующие факторы.

Регулярность движения ( $n_{41}$ ) — рассчитывается как отношение фактического количества выполненных рейсов к количеству рейсов по расписанию.

Частота движения общественного транспорта ( $n_{42}$ ) — определяется как отношение количества передвижений транспорта по определенному маршруту за определенный интервал времени.

5. Стоимостной показатель ( $\Pi_5$ ) — определяется как доля уровня тарифов на городском общественном транспорте ( $n_{52}$ ) по отношению к прожиточному минимуму.

Все вышеописанные показатели можно представить в виде схемы на рис. 2.

Для расчета интегрального показателя  $K$  предлагаем использовать следующие формулы:

$$K = \sum_{i=1}^5 \alpha_i \Pi_i, \quad (3)$$

$$\Pi_i = \sum_{j=1}^m \beta_{ij} k_{ij}, \quad (4)$$

где  $K$  — интегральный показатель уровня транспортного обслуживания населения;  $\Pi_i$  —  $i$ -й локальный показатель, характеризующий уровень транспортного обслуживания населения;  $k_{ij}$  — показатель, характеризующий степень соответствия фак-

# ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

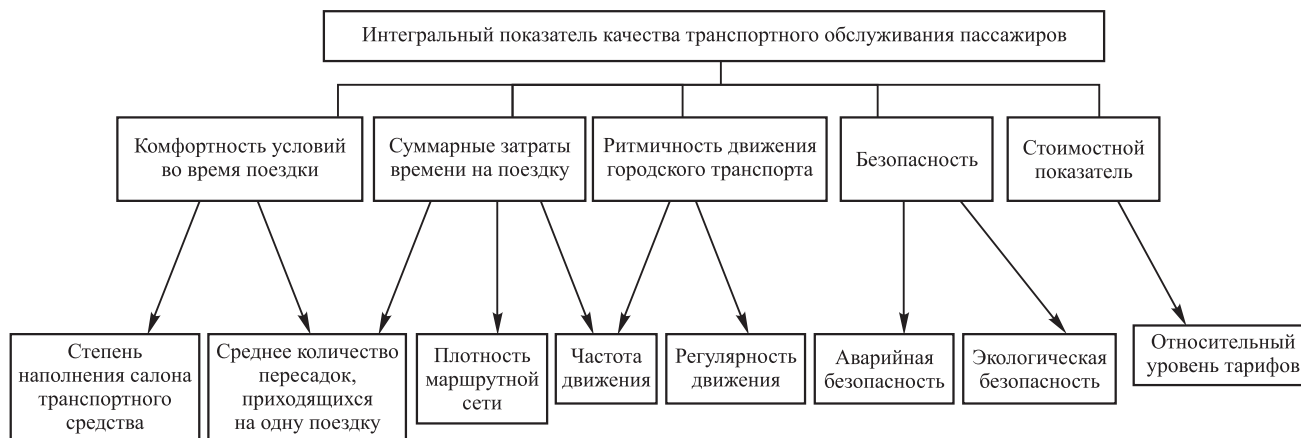


Рис. 2. Показатели и факторы качества транспортного обслуживания населения региона

торов их оптимальному значению;  $\alpha_i, \beta_{ij}$  — весовые коэффициенты каждого показателя  $\Pi_i$  и  $k_{ij}$  соответственно, определяемые методом анализа иерархий путем построения матриц попарного сравнения:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1; \quad \sum_{j=1}^m \beta_{ij} = 1,$$

где  $m$  — количество факторов качества.

Показатель  $k_{ij}$  предлагаем рассчитывать для тех факторов качества, увеличение значения которых оказывает положительное воздействие на уровень качества транспортного обслуживания:

$$k_{ij} = \frac{n_{ij}^{\text{э}}}{n_{ij}^{\text{н}}}, \quad (5)$$

где  $n_{ij}^{\text{э}}$  — максимальное значение  $j$ -го фактора за анализируемый период (эталон).

Для тех факторов качества, увеличение значения которых оказывает негативное воздействие на уровень качества транспортного обслуживания пассажиров:

$$k_{ij} = \frac{n_{ij}^{\text{н}}}{n_{ij}^{\text{э}}}, \quad (6)$$

где  $n_{ij}^{\text{н}}$  — минимальное значение  $j$ -го фактора за анализируемый период (эталон).

В анализируемом периоде  $k_{ij} \rightarrow 1$ , следовательно, и  $\Pi_i \rightarrow 1$ . Значение показателей  $k_{ij} = 1$  и  $\Pi_i = 1$  не является пределом, так как в перспективе в результате эффективного управления системой транспортного обслуживания пассажиров значения факторов  $n_{ij}$  могут улучшаться и превосходить эталонные значения, тогда  $k_{ij} > 1$  и  $\Pi_i > 1$ .

Чем больше значение интегрального показателя  $K$ , тем в большей степени созданные условия для транспортного обслуживания населения города (региона) соответствуют идеальным.

Предложенная методика отвечает сложившимся в настоящее время условиям на анализируемом рынке, а также целям и интересам его участников и включает в себя основные показатели, которые могут повлиять на выбор пассажиром транспортного средства. Следовательно, оценка этих показателей важна для всех перевозчиков, предоставляющих транспортные услуги, так как в настоящее время конкуренция на этом рынке усиливается. Одновременно эти показатели важны и для муниципалитетов потому, что они должны обеспечивать необходимый уровень качества транспортного обслуживания населения.

Разработанная методика повышает объективность оценки уровня качества транспортного обслуживания за счет того, что, во-первых, все применяемые показатели можно оценить количественно, во-вторых, обоснованы весовые коэффициенты, что позволяет определить степень влияния каждого частного показателя на интегральный.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев К. П., Свистунова А. Ю., Терентьев В. В. Основные этапы подготовки проекта организации дорожного движения // Транспортное дело России. — 2018. — № 2. — С. 129—131.
2. Экономическая эффективность транспортного комплекса Рязанской области. Экономика и анализ функционирования автотранспортной отрасли: учебное пособие / Н. В. Бышов, Е. В. Лунин, Ш. Г. Ахметов, А. Б. Мартынушкин, И. В. Федоскина. — Рязань: РГАТУ, 2012. — 287 с.

3. **Экономическая эффективность** деятельности автодорожного комплекса Рязанской области / Н. В. Бышов, Е. В. Лунин, Е. А. Межорин, А. Б. Мартынушкин, Н. А. Кобычева, И. В. Федоскина // Экономика и оценка эффективности и качества пассажирских перевозок в автотранспортном предприятии. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Департамент научно-технологической политики и образования. — Рязань, 2014. — 371 с.
4. **Экономическая эффективность**, оценка качества и совершенствование управления пассажирскими перевозками в регионе. Экономические основы функционирования предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, А. Б. Мартынушкин, А. В. Шемякин, К. П. Андреев, В. В. Терентьев. — Рязань: РГАТУ, 2019. — 326 с.
5. **Экономическое обоснование** эффективности и качества пассажирских перевозок автомобильным транспортом: монография / К. П. Андреев, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. Н. Горячкина, Н. А. Кобычева, А. Б. Мартынушкин, Т. В. Мелькумова, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин, И. В. Федоскина. — Курск: ЗАО "Университетская книга", 2019. — 129 с.
6. **Кобычева Н. А.** Управление эффективностью и качеством пассажирских автоперевозок в регионе: дисс. ... канд. экон. наук. — Тамбов, 2005. — 171 с.
7. **Методика** оценки уровня качества автотранспортного обслуживания / Н. А. Кобычева, А. Б. Мартынушкин, К. П. Андреев, В. В. Терентьев // Бюллетень транспортной информации. — 2019. — № 6 (288). — С. 22—26.
8. **Андреев К. П., Терентьев В. В.** Пассажирские перевозки и оптимизация городской маршрутной сети // Мир транспорта. — 2017. — Т. 15 — № 6 (73). — С. 156—161.
9. **Андреев К. П., Терентьев В. В.** Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети // Научное обозрение. — 2017. — № 17. — С. 21—25.
10. **Пышный В. А.** Повышение эффективности городского автомобильного транспорта: дисс. ... канд. техн. наук. — Тула, 2013. — 158 с.
11. **Транспортная инфраструктура:** учебное пособие для студентов вузов / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский и др. // Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. — 234 с.
12. **Успенский И. А., Борычев С. Н., Астахова С. Н.** Конкурентоспособность автотранспортных предприятий // В сб.: Совершенствование средств механизации и мобильной энергетики в сельском хозяйстве. — Рязань, 2003. — С. 64—65.
13. **Астраханцева А. С., Мартынушкин А. Б.** Экономический анализ влияния технико-эксплуатационных показателей на отчетные данные объема перевозок // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. — Рязань: РГАТУ, 2019. — С. 215—219.
14. **Чеканов О. С., Мартынушкин А. Б.** Экономическая оценка выполнения перевозок пассажиров // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. — Рязань: РГАТУ, 2019. — С. 306—312.

## Электробусы Владивостоку

"Группа ГАЗ" поставила два электробуса во Владивосток для работы на маршрутах города. В комплекте с высокоэкологичными транспортными средствами в дальневосточную столицу была направлена также зарядная станция.

Электробусы оснащены ультрабыстрой зарядкой, которая пополняет полностью разряженные батареи за 9–20 минут. Электробус ГАЗ рассчитан на перевозку 85 пассажиров, имеет 30 посадочных мест и специально оборудованную для маломобильных пассажиров накопительную площадку. В каждом электробусе установлены два асинхронных двигателя мощностью до 125 кВт, литий-титанатные батареи. Силовая установка соответствует международному экологическому стандарту Zero Emission, который характеризуется полным отсутствием вредных выбросов в атмосферу. Для комфорта и безопасности пассажиров электробус оснащен системами клиннинга (наклон автобуса в сторону остановки), видеонаблюдения и пожаротушения.

По заказу администрации Владивостока электробусы ГАЗ будут изготовлены в спецкомплектации. Так, с учетом сложных климатических условий машины оснащаются обогревом зеркал и системами климат-контроля. Из дополнительных опций — датчики давления в шинах, USB-зарядки, система подсчета пассажиров, валидаторы для бесконтактной оплаты проезда и др.

Электробус ГАЗ разработан при участии специалистов МГТУ им. Баумана на базе модели, хорошо зарекомендовавшей себя при эксплуатации на дорогах российских городов, — низкопольного автобуса большого класса ЛиАЗ-5292. Разработка на базе популярной модели автобуса позволяет достичь максимальной экономической эффективности для перевозчика в затратах на эксплуатацию и обслуживание техники.

"Экологичность — один из важнейших аргументов для покупки такого вида транспорта, — говорит начальник управления транспорта администрации Владивостока Александр Иванов. — Нам важно протестировать электробусы, попробовать их в эксплуатации, и если они покажут себя с хорошей стороны — будем дальше развивать электрический транспорт".

"Группа ГАЗ" является первой в стране компанией, разработавшей новый экологически чистый вид транспорта. Первый прототип электробуса был построен в 2011 г., а уже полностью рабочий концепт был представлен публике в 2012 г. В 2017 г "Группа ГАЗ" провела самые длительные в стране испытания электробусов на городских маршрутах — машины прошли по Москве более 13 500 км и перевезли более 25 000 пассажиров. В 2018 г. "Группа ГАЗ" начала серийное производство электробусов на Ликинском автобусном заводе. Электротранспорт производится в одном потоке на конвейере с дизельными и газовыми моделями.

*Пресс-служба компании "Группа ГАЗ"*



УДК 656.11

А. Ю. Свистунова, магистрант, Тульский государственный университет, г. Тула  
E-mail: nastya23sv@rambler.ru

## МЕТОДЫ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

*В статье рассмотрены методы контроля количества подвижного состава на участках улично-дорожной сети. Использование полученных результатов транспортного обследования позволит обеспечить оптимизацию эксплуатации существующей сети и разработать комплекс мер по повышению ее пропускной способности и безопасности движения. Также полученные данные могут быть применены в разработке проектов организации дорожного движения.*

**Ключевые слова:** улично-дорожная сеть, транспорт, фиксация.

*The article discusses methods for controlling the amount of rolling stock on sections of the road network. Using the obtained results of the transport survey will allow to optimize the operation of the existing network and develop a set of measures to increase its throughput and traffic safety. Also, the obtained data can be applied in the development of traffic management projects.*

**Keywords:** street and road network, transport, fixation.

---

Для подавляющего большинства городов России транспортные проблемы являются наиболее сложными. Они определяются в первую очередь чрезмерной загрузкой транспортными потоками улично-дорожной сети городов. Как правило, прирост количества транспортных средств происходит значительно быстрее, чем развитие магистральных сетей городов. Это приводит к следующим негативным явлениям: возникновению пробок, а как следствие, к увеличению количества дорожно-транспортных происшествий; экономическим последствиям, которые выражаются в нарушении графиков движения общественного транспорта, роста затрат времени на передвижения транспорта; несвоевременности доставки товаров и пассажиропотоков в логистических цепочках; экологическим последствиям, таким как зашумления и загрязнения окружающей среды, ландшафтными нарушениями. Решение этих проблем является необходимым условием для формирования здоровой городской среды. Самой значительной и типичной из вышеперечисленных проблем являются дорожные пробки. Этот термин означает скопление транспортных средств на перегоне или пересечении магистралей, что мешает эффективному движению транспортного потока по улично-дорожной сети. Заторы вызывают целый ряд негативных явлений, среди которых: потеря времени, задержки в дороге, дополнительный износ элементов автомо-

билей, перерасход топлива, стресс и раздражение водителей, а также дополнительную экологическую нагрузку на окружающую среду. Попытки же "объехать пробку" распространяют затор на соседние улицы. Для решения вышеперечисленных проблем необходима разработка комплекса организационно-технических мероприятий и в первую очередь получение информации о текущем состоянии дорожных условий.

Получение информации о дорожном движении осуществляется с целью решения различных задач. В их числе — изучение мобильности населения, выявление потребностей в развитии общественного транспорта; расширении и реконструкции дорожной сети; снабжении и т. д. Здесь сбор информации о дорожном движении (транспортный мониторинг) рассматривается с точки зрения обеспечения нужд автоматической системы управления дорожным движением, и прежде всего — получения данных для оптимизации светофорного регулирования (рис. 1). Для этих целей необходимо прежде всего знать интенсивность, плотность и скорость транспортного потока, с подразделением этих данных по полосам и направлениям, а в отдельных случаях — с учетом удаления от пересечения. Вопросы организации дорожного движения рассматриваются в работах [1—10].

Фиксацию количества транспортных средств можно производить несколькими способами [6].



**Рис. 1. Перекресток со светофорным регулированием транспортного потока**

Каждый из способов фиксации обладает своими особенностями, определяющими их применимость для решения поставленных задач. Самым эффективным является использование специализированных систем фиксации (рис. 2), которыми в крупных городах оснащают значимые перекрестки. К сожалению, лишь очень малая доля перекрестков оснащена необходимым оборудованием [5] и детекторы дают лишь информацию о ситуации только в узком сечении, а не на протяженности всего перегона. Соответственно давая

возможность исследования суточных, недельных и месячных циклов интенсивности движения стационарные специализированные детекторы не позволяют производить исследование процессов, приводящих к заторовым ситуациям, ввиду того что не наблюдают весь перегон в целом.

Зачастую исследуемый участок не оснащен специальными детекторами транспорта. Тогда самым часто используемым является ручной способ фиксации с использованием специальных протоколов. Процесс сбора данных осу-



**Рис. 2. Фиксация интенсивности транспортного потока с помощью переносных детекторов**

шествуют с пятнадцатиминутной периодичностью в течение всего периода подсчета, как правило, трех часов. Перед началом наблюдений отмечают время начала каждой пятнадцатой минуты. Затем пускают секундомер и начинают подсчет количества транспортных средств. В течение каждого временного интервала отмечают с какого направления тот или иной автомобиль проследовал к перекрестку, а также направление движения.

При использовании ручного метода подсчета интенсивности движения собираются недостаточно подробные данные. Натурные замеры обычно производят на небольшом количестве транспортных узлов и в короткий период времени. При этом невозможно определить точность и достоверность данного измерения в связи с использованием не сертифицированных методов подсчета.

Для снижения погрешностей, вызванных человеческим фактором, при ручном подсчете транспортных средств можно применять средства автоматизации подсчета, такие как универсальное счетно-запоминающее устройство (УСЗУ). УСЗУ позволяет не только вести подсчет количества, но и фиксировать изменение интенсивности движения транспортных средств. Применение автоматизированных средств фиксации транспортных средств позволяет производить как исследования суточных, недельных и месячных циклов интенсивности движения, так и производить исследование процессов, приводящих к заторовым ситуациям. Для этого необходимо расположить операторов с приборами фиксации на всей протяженности перегона, с определенным интервалом между ними.

Для повышения точности измерений можно использовать автоматические средства фиксации — мобильные детекторы транспортных средств — такие как мобильный измерительный комплекс (МИК). МИК включает в себя комплект автономных синхронизированных (работающих в единой системе отсчета времени) ультразвуковых детекторов (УЗД) ближнего действия. Данная система применима как для продолжительных исследований циклов изменения интенсивности движения транспортных средств, так и для подробного изучения процессов, ведущих к появлению заторовых ситуаций. Для этого детекторы, аналогично как и наблюдатели при ручном методе подсчета, располагаются на всей протяженности перегона с определенным интервалом между ними. Единственным ограничением при применении МИК является дальность действия УЗД,

вследствие чего МИК применим только для узких перегонов — одна полоса движения в каждую сторону. Для применения МИК на более широких дорогах (2 и более полос движения в каждую сторону) необходимо установить УЗД над дорогой на специальных неподвижных конструкциях, по одному на каждую полосу.

Когда на рассматриваемом перегоне необходимо провести подробное изучение процессов, ведущих к появлению заторовых ситуаций (независимо от того какой способ фиксации был выбран — ручной, автоматизированный или автоматический), возникает необходимость выбора расстояния между точками фиксации транспортных средств (наблюдателями с протоколами, операторами УСЗУ или УЗД).

Расстояния между точками фиксации транспортных средств могут быть как равными на протяжении всего перегона, так и различными. Все точки фиксации должны быть нанесены на план исследуемого УДС, составленный на этапе изучения топологии, с указанием расстояний между ними и другими важными топологическими элементами.

Равные расстояния между точками фиксации упрощают дальнейшую обработку данных, но ввиду топологических особенностей придорожного пространства не всегда есть возможность выдержать равные участки. При расположении наблюдателей в первую очередь следует озаботиться их безопасностью, а также соблюдением правил дорожного движения. Для повышения заметности, наблюдателям следует надеть специальные жилеты. При использовании автоматических средств фиксации также следует озаботиться их сохранностью.

При ручном или автоматизированном способе учета располагать точки фиксации ближе, чем на 10 м нерационально, ввиду достаточно высокой погрешности по времени фиксации. Для УЗД минимальное расстояние обусловлено длиной фиксируемых транспортных средств. Это 5 м. Для всех способов фиксации максимальное расстояние ограничивается только размерами исследуемого перегона.

По завершении выбора точек фиксации можно переходить непосредственно к эксперименту. В соответствии с целями эксперимента производится необходимое количество замеров. По окончании каждого из замеров необходимо оформить протоколы с указанием времени и места проведения эксперимента, погодных условий и прочих факторов, способных повлиять на результаты.

К протоколу прилагается топографический план УДС и протоколы фиксации ТС.

В случае применения УСЗУ в протокол заносят общие данные о количестве транспортных средств. Данные со съемных карт памяти УСЗУ и УЗД необходимо скопировать и занести в базу данных эксперимента. Далее производится систематизация и анализ полученных данных. Результаты ручного подсчета с использованием протоколов также рекомендуется представить в электронном виде с целью упрощения дальнейшей систематизации и анализа.

Для успешного проведения натурного эксперимента необходимо четко определить его цель. Определив цель эксперимента, необходимо выбрать наиболее подходящий способ фиксации [7]. Далее следует исследовать и зафиксировать топографические особенности исследуемого УДС. Исходя из цели эксперимента, способа фиксации и топографии УДС выбираем расположение точек фиксации ТС.

При продолжительных исследованиях циклов изменения интенсивности движения транспортных средств достаточно расположить по 1–2 точки фиксации ТС на каждое направление каждого ответвления исследуемого пересечения.

При подробном изучении процессов, ведущих к появлению заторовых ситуаций, достаточно наблюдать одно направление на интересующем ответвлении пересечения. При этом точки фиксации ТС располагаются вдоль всего исследуемого перегона. В этом случае выбор расстояний между ними также зависит от скорости и плотности транспортного потока. Чем точнее надо отслеживать изменение скорости ТС, тем ближе надо располагать точки фиксации. В зависимости от поставленных целей эксперимента, от топографических особенностей УДС и от характеристик транспортного потока частота расположения точек фиксации на протяжении перегона может быть различной.

При соблюдении всех указанных рекомендаций результат натурного эксперимента будет наиболее достоверен. Описанная процедура проведения натуральных исследований является наиболее простой

и удобной, а также применима для достижения различных целей эксперимента и с применением самого различного оборудования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Агуреев И. Е., Кретов А. Ю., Мацур И. Ю.** Исследование алгоритма светофорного регулирования перекрестка при различных параметрах транспортного потока // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — Тула, 2013. — № 7-2. — С. 54–61.
2. **Андреев К. П., Терентьев В. В.** Пассажирские перевозки и оптимизация городской маршрутной сети // Мир транспорта. — 2017. — Т. 15 — № 6 (73). — С. 156–161.
3. **Андреев К. П., Свистунова А. Ю., Терентьев В. В.** Основные этапы подготовки проекта организации дорожного движения // Транспортное дело России. — 2018. — № 2. — С. 129–131.
4. **Андреев К. П., Терентьев В. В.** Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети // Научное обозрение. — 2017. — № 17. — С. 21–25.
5. **Андреев К. П., Терентьев В. В., Шемякин А. В.** Натурное обследование с помощью передвижной дорожной лаборатории // Бюллетень транспортной информации. — 2018. — № 4 (274). — С. 16–19.
6. **Обследование** городской транспортной сети с применением измерительного комплекса / А. С. Евтеева, К. П. Андреев, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев // Транспортное дело России. — 2018. — № 1. — С. 132–134.
7. **Пышный В. А.** Разработка и использование методики прогнозирования эффективности функционирования автомобильной транспортной системы // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2015. — № 5-1. — С. 23–30.
8. **Терентьев В. В.** Улучшения транспортного обслуживания населения // Транспортное дело России. — 2017. — № 4. — С. 91–92.
9. **Мероприятия** по совершенствованию организации дорожного движения / В. В. Терентьев, В. А. Киселев, К. П. Андреев, А. В. Шемякин // Транспортное дело России. — 2018. — № 3. — С. 133–136.
10. **Разработка** проекта организации дорожного движения / А. В. Шемякин, К. П. Андреев, В. В. Терентьев, Д. С. Рябчиков, А. В. Марусин // Вестник гражданских инженеров. — 2018. — № 2. — С. 254–257.

# ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС

УДК 625.7.001.2:656.13

Е. В. Ионов, магистрант, Тульский государственный университет, г. Тула

E-mail: zhenyavolt@yandex.ru

## ПЕРСПЕКТИВНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ

*Постоянное увеличение количества автомобилей в нашей стране при неизменном состоянии транспортной инфраструктуры оказывает негативное влияние на безопасность дорожного движения. Среди отрицательных моментов роста автомобильного парка можно выделить снижение скоростного режима транспортных средств и увеличение экологической нагрузки на окружающую среду. В статье предлагается применение средств компьютерного моделирования для оценки безопасности транспортных узлов. Приведено описание последовательности операций при оценке новых транспортных узлов средствами компьютерного микромоделирования и автоматической оценке конфликтных ситуаций.*

**Ключевые слова:** моделирование дорожных условий, конфликтная ситуация, транспортный узел.

*The constant increase in the number of cars in our country with the constant state of the transport infrastructure has a negative impact on road safety. Among the negative aspects of the growth of the vehicle fleet is the reduction of the speed limit of vehicles and an increase in the environmental burden on the environment. The article proposes the use of computer modeling tools to assess the safety of transport hubs. The description of sequence of operations at an assessment of new transport knots by means of computer micromodeling and automatic assessment of conflict situations is resulted.*

**Keywords:** modeling of road conditions, conflict situation, transport hub.

В настоящее время в нашей стране отмечается устойчивая тенденция увеличения автомобильного парка. Значительные темпы роста количества подвижного состава связаны, в первую очередь, с тем, что в первичном автомобильном рынке отмечается увеличение доли бюджетных моделей легковых автомобилей, приобретение которых доступно населению со средним уровнем доходов. Также стимулирующим фактором, обуславливающим увеличение числа автомобилей, является рост потребительского автокредитования, направленного на повышение продаж новых автомобилей за счет предоставления льготных процентных ставок или уменьшения стоимости машин при их покупке в рассрочку [1]. Рост продаж новых автомобилей отразился на среднем возрасте подвижного состава, который не превышает 5–7 лет. С каждым годом повышаются требования к динамическим и эксплуатационным характеристикам автомобиля, к его эргономике и системам, обеспечивающих безопасность движения. Резкий рост количества автомобилей на дорогах привел к ухудшению ситуации с безопасностью дорожного движения, так как существует

большой временной интервал между увеличением транспортных единиц и реконструкцией имеющейся сети дорог, строительством новых дорог, отвечающих современным транспортно-эксплуатационным характеристикам [2]. К отрицательным последствиям увеличения парка автомобилей также следует отнести усугубившиеся проблемы транспортной безопасности, снижение скорости транспортного потока в городах и перегруженность автомагистралей, увеличение экологической нагрузки на окружающую среду [3].

В статистических сведениях Организации Объединенных Наций и Всемирной организации здравоохранения отмечается, что смертность в результате дорожно-транспортных происшествий с ее 1,24 млн жертв ежегодно, уверенно входит в число основных причин смертности людей. Учитывая данные обстоятельства, ведущие мировые державы стараются уменьшить данный показатель. Их цель — "Vision Zero" — количество таких ДТП должно быть сведено к нулю в долгосрочной перспективе. Президент России Владимир Путин на заседании Президиума Государственного совета, посвященного вопросам безопасности

дорожного движения в Российской Федерации, заявил: "Сохранение жизни, здоровья тысяч граждан нашей страны — важнейшее направление государственной политики. Уровень безопасности дорожного движения напрямую влияет на устойчивость социально-экономического развития, на эффективную работу всей транспортной инфраструктуры России".

Проблема аварийности на автомобильном транспорте в настоящее время приобретает особую остроту из-за несоответствия дорожно-транспортной инфраструктуры потребностям общества и государства в безопасном дорожном движении, недостаточной эффективности работы системы обеспечения безопасности дорожного движения и крайне низкой дисциплиной участников дорожного движения. Причинами аварий зачастую являются ошибочные действия водителей при прогнозировании дорожной обстановки и "поведения" автомобиля в сложившейся ситуации [4—6]. К сожалению, не существует приборов для определения параметров безопасности движения или степени риска. Достоверно оценить степень аварийности возможно только на основании статистических наблюдений за довольно продолжительный период времени. Для оценки параметров безопасности, а также сравнительного анализа вариантов, перспективным представляется путь, основанный на специальном аналитическом исследовании статистических данных, условий движения на предмет выявления характерных параметров безопасности.

Оценка безопасности регулируемых перекрестков, кольцевых пересечений, развязок в разных уровнях и других транспортных узлов чаще всего основывается на изучении статистических данных о дорожно-транспортных происшествиях [7—9]. Такой подход позволяет снизить число и вероятность аварийных ситуаций, но он в свою очередь, предполагает наличие устойчивой статистики происшествий и, следовательно, не применим для оценки безопасности новых проектов транспортных узлов, которые только вводятся в эксплуатацию. Соответственно возникает ситуация, когда новый узел начинает свою работу, а спустя определенный период на нем, в связи с высоким числом ДТП начинают разрабатывать мероприятия по снижению аварийности. Это свидетельствует о необходимости выборочного подхода к строительству транспортных объектов и необходимости предварительного моделирования последствий их ввода в эксплуатацию [10—12].

Для этих целей была проведена работа по изучению методов и подходов к оценке безопасности транспортных узлов средствами компьютерного микромоделирования и автоматизированного учета конфликтных ситуаций.

На основании исследований было установлено, что наиболее подходящим инструментарием для оценки безопасности транспортных узлов является программный комплекс PTV VISSIM [13] с возможностью экспорта траекторий движения транспортных средств в программное обеспечение Surrogate Safety Assessment Model (SSAM) [14]. Чтобы оценить возможности и адекватность методологии SSAM, иностранные коллеги провели теоретическую проверку, анализ чувствительности гипотез о влиянии числа конфликтов, получаемых из SSAM на частоту ДТП в реальных условиях.

Анализ включал в себя 83 регулируемых пересечения. Узлы были смоделированы в системе PTV VISSIM и оценены с помощью программного обеспечения SSAM. Результаты анализа конфликтов на указанных пересечениях сравнивались с фактическими данными об авариях (источником данных были исторические записи о статистике ДТП в исследуемых узлах).

Данные о конфликтах пересечения, полученные на основе микромоделирования и SSAM, были в значительной степени сопоставимы с данными о статистике ДТП на изучаемых узлах. В исследованиях отмечается, что степень корреляции имеет тесноту связи более 0,41.

Таким образом, чтобы оценить безопасность планируемого транспортного узла средствами SSAM, необходимо разработать и верифицировать имитационную микромодель будущего пересечения [15, 16]. С этой целью были разработаны микроскопические модели узлов в виде кольцевой развязки в одном уровне и развязки в разных уровнях. Задачей исследования являлось получение сравнительных данных о прогнозируемом уровне безопасности указанных транспортных узлов до реализации мероприятий по их строительству.

На рис. 1 представлен транспортный узел в виде кольцевого пересечения в среде PTV VISSIM. На рис. 2 представлен транспортный узел в виде развязки в разных уровнях.

Полученные компьютерные модели микроуровня были пущены несколько раз с различными стартовыми числами, это связано с тем, что получаемые траектории движения транспортных средств в микросимуляционных моделях имеют стохастический характер в силу отсутствия из-

# ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС

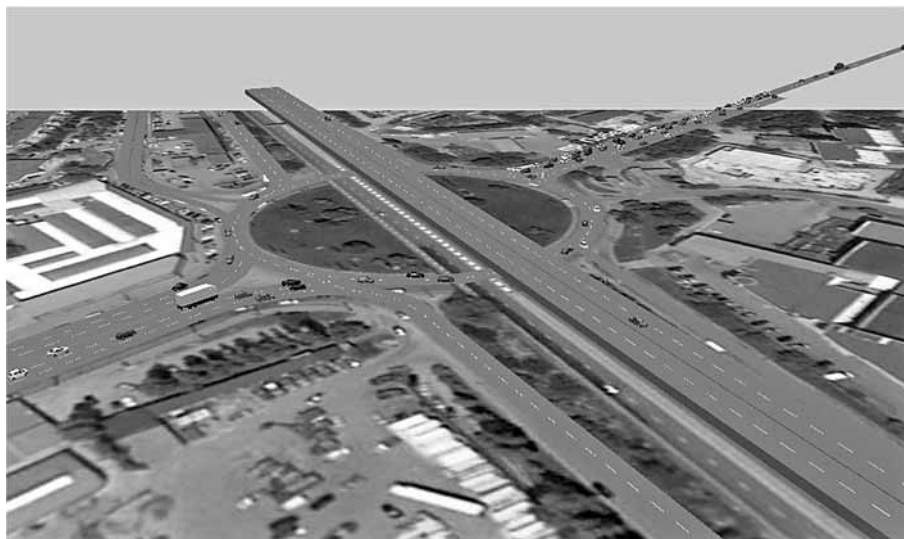


Рис. 1. Узел в виде кольцевого пересечения в среде PTV VISSIM

начальной детерминированности таких моделей. В связи с этим следует проводить дополнительные запуски симуляций.

Далее, после каждого этапа симуляции были получены так называемые TRJ-файлы, соответствующие расширению имени `trj`. Затем было использовано программное обеспечение SSAM в качестве системы для постпроцессинга полученных TRJ-файлов.

SSAM анализирует взаимодействие между транспортными средствами для выявления конфликтов и каталогов во время всего периода имитации. Для каждого такого события SSAM также вычисляет несколько параметров: минимальное время до стол-

кновения; минимальное расстояние до столкновения; начальная скорость торможения; максимальная скорость торможения; максимальная скорость; максимальный дифференциал скорости и пр.

Выходными файлами являются: таблица всех типов конфликтов; сводка всех типов конфликтов; визуализация всех конфликтов в виде схем и тепловых карт.

В таблице представлены результаты сравнительного анализа, полученные при оценке будущих транспортных узлов.

Таким образом, в рамках компьютерного моделирования безопасности работы пересечений на основе анализа траекторий движения транс-

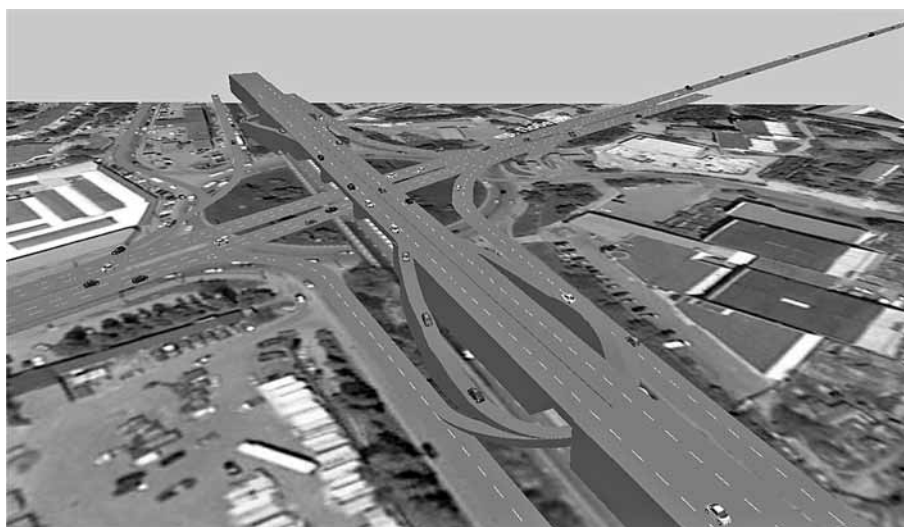


Рис. 2. Транспортная развязка в разных уровнях

# ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС

Результаты сравнительного анализа, полученные при оценке будущих транспортных узлов

№ п/п	Тип узла	Количество конфликтов с $t_{\min 1}$ ( $\leq 0,5$ с)	Количество конфликтов с $t_{\min 2}$ ( $\leq 1$ с)	Количество конфликтов с $t_{\min 3}$ ( $\leq 1,5$ с)
1	Кольцевое пересечение	654	982	1309
2	Развязка в разных уровнях	256	341	426

Примечание:  $t_{\min 1}$ ,  $t_{\min 2}$ ,  $t_{\min 3}$  — время до столкновения.

портных средств были установлены параметры будущей конфликтности планируемых узлов. Из исследования установлено, что транспортная развязка в разных уровнях более безопасна, чем предлагаемая форма кольцевого пересечения. Результаты анализа количества конфликтов разной сложности представлены в таблице.

Результаты исследований позволяют сделать вывод об эффективности применения компьютерного моделирования при оценке безопасности транспортных узлов. Внедрение в процесс проектирования программного комплекса PTV VISSIM с возможностью экспорта траекторий движения транспортных средств в программное обеспечение SSAM позволит минимизировать процент принятия ошибочных решений при строительстве новых и реконструкции существующих транспортных развязок на автомобильных дорогах с интенсивным трафиком. Исключение необходимости появления статистики мест концентрации дорожно-транспортных происшествий позволит в дальнейшем при эксплуатации объектов дорожной инфраструктуры избежать внесения изменений в их конструкцию.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Оценка безопасности транспортных узлов средствами компьютерного моделирования** / К. П. Андреев, А. А. Кильдишев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. — 2019. — № 1. — С. 20–23.
2. **Дорохин С. В.** Профилактика безопасности дорожного движения как мера снижения чрезвычайных ситуаций на дорогах // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. — Воронеж, ФГБОУ ВО ГПС МЧС России, 2015. — Т. 1. — С. 303–307.
3. **Общие вопросы** экспертизы дорожно-транспортных происшествий: монография / А. В. Сараев, Е. А. Новописный, С. В. Дорохин, И. А. Новиков. — Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. — 102 с.
4. **Дорохин С. В.** К вопросу повышения эффективности средств организации дорожного движения // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. — Курск, ФГБОУ ВО ЮЗГУ, 2014. — С. 180–183.
5. **Дорохин С. В.** Разработка рекомендаций по повышению эффективности средств организации

6. **Чепикова Т. П., Поварницин А. А., Шаихов Р. Ф.** Анализ аварийности и повышение безопасности дорожного движения // Мир транспорта и технологических машин. — Орел: ФГБОУ ВПО "Госунiversитет — УНПК", 2013. — № 1 (40). — С. 67–71.
7. **Дорохин С. В., Терентьев В. В., Андреев К. П.** Безопасность на дорогах: проблемы и решения // Мир транспорта и технологических машин. — 2017. — № 2. — С. 67–73.
8. **Терентьев В. В.** Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения // Надежность и качество сложных систем. — 2017. — № 2 (18). — С. 90–94.
9. **Терентьев В. В., Дорохин С. В.** Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". — Пенза, 2017. — Т. 1. — С. 133–135.
10. **Колесникова Т. О., Митюгин В. А., Темнов Э. С.** Организация и проведение эмпирических исследований транспортных потоков // Сборник статей. Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. — Тула: изд-во ТулГУ, 2017. — Вып. 1. — С. 273–278.
11. **Агуреев И. Е., Митюгин В. А., Пышный В. А.** Подготовка и обработка исходных данных для математического моделирования автомобильных транспортных систем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2014. — № 6. — С. 119–127.
12. **Митюгин В. А., Фролов Н. А.** Развитие теорий моделирования транспортных потоков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2015. — № 6-1. — С. 68–76.
13. **PTV Group URL:** <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-vissim/> (дата обращения 22.08.2018).
14. **itsforge.net URL:** <https://www.itsforge.net> (дата обращения 15.08.2018).
15. **Кураксин А. А., Шемякин А. В.** Анализ производительности транспортной системы центральной части города Рязани на основе мезоскопического моделирования транспортных потоков // Бюллетень транспортной информации. — 2016. — № 8 (254). — С. 17–19.
16. **Шемякин А. В., Кураксин А. А.** Методика исследования характеристик транспортного потока в центральной части города Рязань на основе технологий глобального спутникового позиционирования // Наука и техника транспорта. — 2016. — № 4. — С. 91–99.



УДК 656.11; 656.021.3

**И. Е. Агуреев**, д-р техн. наук, e-mail: agureev-igor@yandex.ru, **Д. А. Юрченко**, аспирант, e-mail: yurchenkodmitry@me.com, ФГБОУ ВО "Тульский государственный университет (ТулГУ)"

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРУЗКИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ г. ТУЛЫ С УЧЕТОМ ДАННЫХ О ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ПРИДОМОВЫХ СТОЯНОК АВТОМОБИЛЕЙ

*Модели загрузки улично-дорожной сети позволяют решить многие транспортные, социальные, экологические и другие проблемы городов. Создание транспортных моделей требует знания природы формирования и функционирования транспортных потоков. В работе ставятся задачи для исследования роли придомовых территорий жилых районов г. Тулы как одного из источников формирования транспортных потоков и выявления закономерностей влияния стоянок придомовых территорий на загрузку улично-дорожной сети.*

**Ключевые слова:** моделирование транспортных потоков, стоянки и парковки, придомовые территории.

*Load patterns of the road network allow to solve many transport, social, environmental and other problems of cities. The creation of transport models requires knowledge of the nature of the formation and functioning of traffic flows. The work sets the tasks for studying the role of house territories of residential districts of the city of Tula, as one of the sources for the formation of traffic flows and identifying the patterns of influence of parking areas of the local area to load the road network.*

**Keywords:** traffic flow modeling, parking, house adjoining territories.

---

*(Рисунки на 3-, 4-й полосах обложки)*

Процесс передвижения автотранспортных средств представляет собой достаточно разнообразное и сложное явление, что обусловлено множеством факторов, а именно: количеством и качеством транспортных средств, дорожными условиями, психологическими качествами и опытом водителя и пр. Поиск закономерностей, присущих автотранспортным потокам на одном и том же участке улично-дорожной сети (УДС) в одни и те же отрезки времени характерных часов суток, является важной составляющей при изучении функционирования транспортных макросистем, частным случаем которой можно считать движение автомобильного транспорта на УДС. Основное назначение УДС — удовлетворение спроса пользователей, т. е. обеспечение перемещения заданного объема пассажиров и грузопотока, а также обеспечение комфортного движения пешеходов. При этом стоянки, парковки и др. (источники и стоки транспорта в более широком смысле) представляют собой с позиции теории макросистем отдельные аспекты состояний элементов (например, если автомобиль — это элемент системы, а состояние — принадлежность его конкретной транспортной зоне, то парков-

ка — это и есть транспортная зона — источник транспортного потока (ТП).

Очевидно, что динамика ТП тесно связана с динамикой источников и стоков транспорта. Отсюда следует необходимость и актуальность более глубокого изучения характера функционирования стоянок. Если работа отдельных стоянок изучена достаточно подробно, то стоянки на придомовых территориях в жилых городских районах исследованы недостаточно. А именно они являются значительным истоком транспортных средств на УДС в утренние часы.

Мощным инструментом для исследования автотранспортных систем является использование моделей функционирования объектов этих систем. Транспортное моделирование служит одним из средств для эффективного решения многих задач в области организации жизненного пространства крупных городов. В последние годы в Туле бурно увеличивается количество автомобильного транспорта, в результате чего ее дорожная сеть перегружена, возникают пробки, заторы, аварии, сбои в работе общественного транспорта, Администрация г. Тулы 15 марта 2019 г. приняла постановление № 800 "Программа комплексного

развития транспортной инфраструктуры муниципального образования город Тула до 2035 года", направленное на совершенствование транспортной системы города, что неизбежно потребует создания транспортной модели города. Попытка создания такой модели предпринята сотрудниками кафедры "Автомобили и автомобильное хозяйство" ТулГУ И. Е. Агуреевым, В. А. Пышным и др. с привлечением ведущего специалиста Института системного анализа РАН Москва В. И. Швецова [1]. Следующим шагом в совершенствовании предложенной базовой транспортной модели загрузки УДС Тулы является дальнейшая детализация и уточнение исходных данных. С этой целью выбран транспортный район, ограниченный р. Упа и линиями Московско-Курской, Вяземской железных дорог. Эта территория (рис. 1) является ядром Зареченского административного округа, протяженность дорожной сети составляет около 80 км, число зарегистрированных легковых автомобилей — около 33 000 шт. Исследуемая территория была поделена на 40 районов. Интерактивная карта города позволила подсчитать количество жилых домов, выявить предприятия, организации и учреждения, формирующие рабочие места в каждом из рассматриваемых районов и построить графовую модель УДС. За каждой из вершин в графовой модели исследуемой территории были закреплены близлежащие зоны, что позволило определить объемы исходящих и входящих потоков для этих вершин.

В выделенных районах проведены экспериментальные исследования стоянок и парковок, расположенных на придомовых территориях, для выявления их влияния на формирование ТП. В результате натурных обследований предложена зависимость распределения интенсивности ТП в утренние часы на УДС г. Тулы от количества автомобилей, покидающих придомовые стоянки (рис. 2). Результаты выполненных обследований позволили провести актуализацию и калибровку базовой транспортной модели загрузки УДС г. Тулы.

Целью исследования, которое проводилось для условий нынешнего состояния УДС города и распределения мест работы — проживания населения, является определение структуры загрузки УДС автомобильным транспортом с учетом влияния на формирование ТП стоянок, расположенных на придомовых территориях.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

- построение графовой модели УДС города и определение ее характеристик;
- выделение в графовой модели множеств пунктов отправок (источников) и прибытий (стоков) для ТП;
- построение матрицы корреспонденций и определение ее элементов;
- итерационное решение задачи о загрузке транспортной сети с калибровкой полученных данных;
- вычисление равновесных потоков;
- представление результатов решения в графическом и табличном видах;
- анализ результатов, формулировка предложений.

Указанные задачи решались с применением программно-аналитического комплекса (ПАК) автоматизации транспортного проектирования "TransNet", в котором реализуется расчет матрицы корреспонденций с помощью гравитационной модели и алгоритма равновесного распределения корреспонденций по транспортной сети. Этот алгоритм описан в работах Дж. Вильсона [2] и В. И. Швецова [3].

Подготовка исходных данных для моделирования загрузки УДС является основополагающим этапом, от точности, объема и состава которых зависят все последующие результаты. Основными исходными данными для моделирования являются:

- 1) реальная геометрия УДС;
- 2) объемы интенсивности ТП;
- 3) объемы интенсивности пассажиропотоков;
- 4) существующая организация дорожного движения, включающая в себя: разметку, знаки, светофорные объекты, парковки (в том числе несанкционированные), пешеходные переходы;
- 5) маршруты движения общественного транспорта (с частотой движения по каждому маршруту) с местами остановок для высадки—посадки пассажиров;
- 6) основные варианты организации движения, на основе которых впоследствии проводится моделирование.

Главным блоком исходных данных, необходимых для расчета матрицы корреспонденций на текущий период и перспективу, является массив величин объемов отправок корреспонденций в выделенных транспортных районах —  $A_j$ :

$$A_i = A_{\Delta\tau_i} + A_{\Delta\tau_i-1} - K_{\Delta\tau_i},$$

где  $A_{\Delta\tau_i}$  — выезжающие автомобили в наблюдаемый интервал времени, определяются в результате натурального обследования;  $A_{\Delta\tau_i-1}$  — автомобили, на-

**Сравнение расчетных и наблюдаемых потоков 8.00—9.00 ч**

№ сечения	Название улицы	Направление движения		Интенсивность, авт./ч.		Расхождение		Критерий <i>GEH</i>
		от улицы	к улице	факт.	расчет	$\Delta$	%	
1	Пузакова	Демидовская	Октябрьская	662	661	1	0,15	0,04
2	Пузакова	Октябрьская	Демидовская	369	377	-8	2,1	0,41
3	М. Горького	Демидовская	Октябрьская	301	337	-36	12,3	2,01
4	М. Горького	Октябрьская	Демидовская	397	404	-7	1,8	0,35
5	Луначарского	Демидовская	Октябрьская	208	298	-90	43,2	5,65
6	Луначарского	Октябрьская	Демидовская	126	150	-24	19,0	2,04
7	Курковая	Литейная	Луначарского	368	334	34	9,7	1,8
8	Курковая	Луначарского	Литейная	244	268	-24	9,8	1,5
9	Луначарского	Курковая	Ствольная	173	150	23	13,3	1,8
10	Луначарского	Ствольная	Курковая	167	163	4	2,4	0,31

ходящиеся на УДС на момент начала временного интервала, определяются в результате натурного обследования;  $K_{\Delta\tau_i}$  — автомобили, совершающие прибытия, покинувшие УДС в момент времени.

На рис. 3 показана полученная в результате моделирования картограмма загрузки УДС исследуемого района с учетом калибровки модели. Модель имеет следующие характеристики: общий объем перевозок составляет — 6658 авт.; общая совершаемая работа всеми участниками движения — 14 667 авт.·км; общая протяженность сети — 79,92 км.

На картограмме четко выделяются участки с наибольшей интенсивностью движения, создающие основные транспортные проблемы — это: перекресток ул. Октябрьская — Зареченский мост — ул. Демидовская плотина; ул. Октябрьская на всем своем протяжении; ул. Горького, переходящая в Алексинское шоссе.

Валидация модели, путем сравнения результатов натурных обследований с полученными расчетными значениями интенсивности ТП для некоторых наиболее важных сечений магистральных улиц и улиц межрайонного значения, приведена в табл. 1 и на рис. 4, 5.

Сравнение показателей работы модели и данных натурных обследований выполнено с помощью следующих статистических критериев.

1. *GEH* статистика (критерий Хейверса) вычисляется по формуле:

$$GEH = \sqrt{\frac{(Z - U)^2}{(Z + U)/2}},$$

где  $Z$  — расчетные смоделированные значения;  $U$  — фактические измеренные значения.

Значение *GEH* статистики менее чем 5 для 85 % случаев считается приемлемым в практике моделирования. Из табл. 1 видно, что максимальное значение *GEH* равно 5,65 лишь для одного сечения № 5.

Средняя относительная ошибка в % определяется по выражению:

$$(\delta_p) = \frac{\sum abs(Z_i - U_i)}{\sum Z_i} 100 \ %.$$

Рекомендованное значение  $(\delta_p)$  не должно быть в целом по моделируемой сети более 10 %. По результатам расчетов  $(\delta_p) = 3,73 \ %$ .

Таким образом, можно сделать вывод: модель удовлетворяет требованиям основных статистических критериев.

На рис. 4 представлена диаграмма, отображающая рассчитанные и наблюдаемые потоки для каждого из 10 выбранных сечений улиц района. Правый столбец характеризует рассчитанные ТП, левый столбец характеризует наблюдаемые потоки на улицах района.

На диаграмме, изображенной на рис. 5, каждый столбец представляет отклонения проведенных расчетов от натурных замеров. Только в одном случае максимальное абсолютное расхождение вычислений для магистральных улиц равно 90 автомобилям. Минимальное абсолютное расхождение вычислений для магистральных улиц равно 1 автомобилю. Среднее отклонение рассчитанных потоков от натурных замеров составило 15 автомобилей.

# ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС

Таблица 2

Результаты наблюдений интенсивности ТП за период с 6.00. до 11.00 ч. (авт./ч.)

№ сечения	6.00—7.00		7.00—8.00		8.00—9.00		9.00—10.00		10.00—11.00		Итого
	факт.	%	факт	%	факт	%	факт	%	факт	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	241	9,9	497	20,4	662	27,1	583	23,9	456	18,7	2439
2	115	8,3	275	19,9	369	26,7	313	22,6	310	22,4	1382
3	96	7,9	276	22,9	301	25,2	289	24	241	20	1203
4	151	9,3	351	21,6	397	24,4	386	23,8	338	20,8	1623
5	87	9,2	197	20,9	208	22,1	237	25	215	22,8	944
6	41	8,0	106	20,7	126	24,7	126	24,7	112	21,9	511
7	174	9,2	348	18,5	450	23,9	479	25,4	435	23,0	1886
8	85	8,1	192	16,2	244	23,8	276	26,4	247	23,6	1044
9	89	8,7	211	20,6	237	24,0	251	24,4	238	23,2	1026
10	71	9,0	173	22,1	167	21,3	193	24,6	179	22,8	783

Примечание: в колонках 3, 5, 7, 9, 11 приведена интенсивность ТП в % суммарного количества в строке.

Расхождение расчетных данных с данными обследований можно объяснить тем, что в качестве начальной матрицы распределения была выбрана матрица временных затрат. Временные затраты были рассчитаны по расстояниям между условными районами, которые являются постоянными величинами, тогда как функция затрат зависит от загрузки транспортной сети. Построение функции затрат, которая максимально бы соответствовала реальной ситуации, является основной сложностью в подобных моделях. Нужно отметить также тот факт, что нет достаточно подробной статистической информации о распределении легковых автомобилей в собственности по возрастным группам и по районам города. Это отрицательно сказывается на проверке распределений, полученных путем теоретических расчетов с эмпирическими данными.

Для проверки предлагаемой гипотезы о закономерности распределения интенсивности ТП в утренние часы в табл. 2 и на рис. 6, 7 для одного сечения УДС района (ул. Пузакова от ул. Демидовская к ул. Октябрьская) приведено сравнение фактических результатов интенсивности ТП с предлагаемыми расчетными значениями.

Сравнение показало, что в сечении 1 отклонение наблюдаемых значений интенсивности ТП от предлагаемых расчетных таково (в интервалах времени):

- с 6.00 до 7.00 ч — 1,8 %;
- с 7.00 до 8.00 ч — -2,3 %;

- с 8.00 до 9.00 ч — -6,2 %;
- с 9.00 до 10.00 ч — 2,6 %;
- с 10.00 до 11.00 ч — 4,0 %.

Наибольшее превышение предлагаемого расчетного значения интенсивности ТП над наблюдаемым приходится на интервал с 8.00 до 9.00 ч. — 6,2 %.

Приведенное сравнение показало, что предлагаемая зависимость распределения интенсивности ТП в утренние часы на УДС г. Тулы с точностью около 94 % совпадает с наблюдаемыми данными. Таким образом, можно сделать заключение, что выдвинутая гипотеза о пропорциональности интенсивности ТП в утренние часы на УДС количеству автомобилей, покинувших придомовые стоянки, подтверждается.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агуреев И. Е., Пышный В. А., Швецов В. И. Моделирование загрузки улично-дорожной сети г. Тулы. — Тула: Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. Вып. 6. — Ч. 2. — С. 112—138.
2. Вильсон А. Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем. — М.: Наука, 1978. — 248 с.
3. Швецов В. И. Алгоритмы распределения транспортных потоков // Автоматика и Телемеханика. — 2009. — № 10. — С. 148—57.

# БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 656.13

**В. В. Терентьев**, канд. техн. наук, доцент, e-mail: vvt62ryazan@yandex.ru, **К. П. Андреев**, канд. техн. наук, доцент, e-mail: kosta066@yandex.ru, **В. А. Киселев**, магистрант, **Т. В. Мелькумова**, старший преподаватель, e-mail: taaaaaa2007@yandex.ru, **А. В. Шемякин**, д-р техн. наук, доцент, e-mail: shem.alex62@yandex.ru, ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева"

## ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕШЕНИЯ ПО ОСНОВНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

*Решение транспортных проблем в городах РФ возможно путем внедрения адаптированного управления светофорными объектами, позволяющего осуществлять регулировку движения с учетом сложившейся в конкретный момент времени транспортной ситуации. Снижение транспортных издержек и улучшение экологической ситуации также возможно при использовании интеллектуальных систем на транспорте, внедрение которых позволит оптимизировать процесс движения автомобилей, повысить пропускную способность дорог и улучшить транспортную доступность городов. Внедрение предлагаемых организационно-технических мероприятий в систему управления дорожным движением позволит снизить транспортные издержки при осуществлении грузовых и пассажирских автомобильных перевозок, снизить аварийность на транспорте и уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду.*

**Ключевые слова:** интеллектуальная система, автомобильный транспорт, безопасность движения, ГЛОНАСС.

*The solution of transport problems in the cities of the Russian Federation is possible due to the introduction of adapted control of traffic lights, which allows for the adjustment of traffic taking into account the current traffic situation at a particular time. Reducing transport costs and improving the environmental situation is also possible with the use of intelligent systems in transport, the introduction of which will optimize the process of moving cars, increase traffic capacity, and improve the transport accessibility of cities. The implementation of the proposed organizational and technical measures in the traffic management system will reduce transport costs for freight and passenger road transport, reduce the accident rate in transport and reduce the environmental burden on the environment.*

**Keywords:** intelligent system, road transport, traffic safety, GLONASS.

(Рисунки на 2-й полосе обложки)

Стратегией социально-экономического развития в качестве основной цели социально-экономического развития Сасовского муниципального района определено повышение качества жизни населения муниципального образования на основе ускорения экономического развития, развития социальной сферы и человеческого потенциала.

Требование повышения качества жизни населения и долгосрочного развития экономики района обуславливает решение следующего ряда стратегических задач:

— рост экономического потенциала, развитие рыночной инфраструктуры, привлечение инвестиций;

— оптимизация размещения производительных сил и курортного потенциала;

— рост доходов населения, сохранение здоровья, рост образовательного и культурного уровня жителей;

— стремление к долговременной экономической и экологической безопасности развития района;

— изменение демографической ситуации;

— современные методы организации транспортной инфраструктуры.

Оценка вариантов проектирования осуществляется на основе существующего и прогнозируемого уровней безопасности дорожного движения

и интенсивности дорожного движения, затрат времени на передвижение транспортных средств и пешеходов, уровня загрузки дорог, перепробега транспортных средств, удобства пешеходного и велосипедного движения [1—3].

При подготовке принципиальных предложений и решений по основным мероприятиям организации дорожного движения в Сасовском муниципальном районе был проведен анализ возможных вариантов транспортной политики на исследуемой территории.

Полученные результаты анализа характеристики сложившейся ситуации по организации дорожного движения на территории Сасовского муниципального района показали, что существующая транспортная система и инфраструктура в целом удовлетворяет потребности участников дорожного движения и обладает достаточными резервами, в том числе и на прогнозные периоды.

Основными видами перемещений жителей по территории района, как показали натурные обследования, является индивидуальный транспорт, общественный транспорт до сельских поселений, пешие передвижения.

Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения призваны обеспечить удовлетворение всего спектра транспортных потребностей, обусловленных вариантами социально-экономического развития Сасовского муниципального района. Определение параметров дорожного движения является неотъемлемой частью при определении мероприятий по снижению аварийности на дороге, а также для совершенствования регулирования дорожного движения на перекрестке или перегонах [4, 5].

К основным параметрам дорожного движения относят: интенсивность движения транспортных потоков. На территории Сасовского муниципального района на прогнозный период изменений параметров дорожного движения в значительной степени не прогнозируется (согласно предполагаемого уровня автомобилизации).

Для возможного прогнозирования интенсивности движения на УДС используются данные уровня автомобилизации и существующей интенсивности движения при помощи математического моделирования [6—8].

Вариантами специальных расчетов математического моделирования, который в зависимости от имеющейся информации и условий реализации

может выполняться методом прогнозирования — методом экстраполяции.

Метод экстраполяции основан на использовании данных многолетнего учета движения и выявлении закономерностей роста интенсивности движения в ретроспективе с последующей экстраполяцией установленных тенденций на будущий период.

При использовании такого метода аппроксимация полученных рядов динамики осуществляется, как правило, по линейной или экспоненциальной зависимости с определением среднего темпа роста интенсивности движения. С учетом прогнозируемого увеличения количества транспортных средств, без изменения пропускной способности дорог, возможным является повышение интенсивности движения на отдельных участках дорог с образованием незначительных заторов в утренние и вечерние часы, не приводящих к образованию длины очереди. Потенциально, попадание территории района в зону риска не прогнозируется.

Документы территориального и стратегического развития к сдерживающим развитие факторам относят технический износ автомобильных дорог района, связанный с постоянным недофинансированием ремонтных работ, низкие темпы строительства в генеральном плане и ремонта дорог. Указанные факторы обуславливают снижение уровня безопасности дорожного движения, возможного увеличения затрат времени на передвижение транспортных средств и пешеходов, уровня загрузки дорог движением, перепробега транспортных средств.

При разработке сценариев развития транспортного комплекса помимо основных показателей социально-экономического развития учитывались макроэкономические тенденции, таким образом, позволяющие разработать три возможных сценария развития комплексных мероприятий по развитию организации дорожного движения. По результатам укрупненного сценария развития рассматривается вариант изменения транспортной инфраструктуры — реалистичный, оптимистичный и пессимистичный.

**Оптимистичный** — развитие происходит в полном соответствии с положениями генерального плана, с реализацией всех предложений по реконструкции и строительству.

**Реалистичный** — развитие осуществляется на уровне, необходимом и достаточном для обеспе-

чения безопасности передвижения и доступности, сложившихся на территории районов центров тяготения. Вариант предполагает реконструкцию (капитальный ремонт) существующей улично-дорожной сети и строительство отдельных участков дорог.

**Пессимистичный** — обеспечение безопасности передвижения на уровне выполнения локальных ремонтно-восстановительных работ.

В связи с тем что уровень автомобилизации будет расти, можно прогнозировать сохранение баланса использования индивидуального и общественного транспорта на территории Сасовского муниципального района в перспективе до долгосрочного периода.

Таким образом, реалистичный вариант развития Сасовского муниципального района является предпочтительным в качестве существующего условия для дальнейшей разработки проекта КСОДД и благоприятного развития района в целом [6—8].

Разработка базовых микромоделей ключевых транспортных узлов на территории Сасовского муниципального района включает:

1) Проведение транспортных обследований в ключевых транспортных узлах.

При помощи проведенного уровня загруженности и интенсивности по улично-дорожной сети в качестве ключевых транспортных узлов для моделирования несколько пересечений. Данные на этих участках об интенсивности движения транспортных потоков и передвижения пешеходов в границах транспортных узлов получают при помощи проведенных натурных обследований.

2) Подготовка к построению базовых микромоделей.

Задачами по решению эффективности предложений по оптимизации организации дорожного движения является имитационное моделирование.

Имитационное моделирование (ситуационное моделирование) — метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности. Такую модель можно "проиграть" во времени как для одного испытания, так и для заданного их множества. Имитационное моделирование — это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Имитационная модель — логико-

математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами. Другими словами — разработке симулятора (англ. simulation modeling) исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов. Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. Причем плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью. Можно имитировать поведение тех объектов, реальные эксперименты с которыми дороги, невозможны или опасны.

Модели ключевых транспортных узлов разрабатываются и в среде программного комплекса Aimsun в Aimsun Next Micro.

Aimsun имеет возможность имитации движения транспорта в населенных пунктах и вне населенных пунктов. Она базируется на шаге времени и на поведении водителя. Наряду с индивидуальным транспортом может моделироваться также внутригородской и пригородный железнодорожный и автобусный общественный пассажирский транспорт. Движение транспорта имитируется в различных условиях с возможностью учета разделения полос движения, индивидуального и общественного транспорта, регулирования с помощью светосигнальных установок и т. д. Относительно транспортно-технических параметров могут быть оценены различные варианты.

Aimsun Micro реализует принципы имитационного моделирования на микроуровне. Это значит, что в процессе имитации непрерывно моделируется движение каждого автомобиля в пределах дорожной сети с учетом заданных поведенческих моделей (в частности, моделей следования, смены полосы и т. д.). В системе существуют некоторые элементы (скажем, автомобили и детекторы), состояние которых изменяется непрерывно в течение периода имитации, разделяемого на короткие интервалы времени (шаги имитации). Система включает и такие элементы (например, светофоры и пункты въезда), состояние которых варьируется дискретно в определенные моменты времени

периода имитации. Система обеспечивает высокую степень детализации модели движения транспорта, учитывает различия между типами участников движения, допускает широкий диапазон геометрических характеристик дороги, помимо того, позволяет моделировать дорожно-транспортные происшествия, конфликтные маневры и пр. Микроимитатор также способен моделировать функции большинства образцов оборудования, используемого в реальных дорожно-транспортных системах: светофоров, детекторов движения, знаков с переменным содержанием, ограничителей въезда и т. д.

В качестве исходных данных для построения имитационной микромодели используются следующие данные: геометрия УДС; схема ОДД; состав транспортного потока; часовые пиковые интенсивности на участках УДС.

Основные показатели состояния транспортных потоков, полученные в результате имитационного моделирования: длина очереди перед перекрестком; время проезда перекрестка; картограмма пропускной способности перекрестка; средняя скорость на участках перекрестка.

С целью оценки эффективности работы транспортного узла используются такие показатели, как интенсивность движения и скорость на участках по направлениям движения. На рис. 1 и 2 указаны диапазоны измерения этих показателей [23].

Расчет перераспределения транспортного потока в ключевых транспортных узлах на территории Сасовского муниципального района проводился с учетом планов развития УДС (схема организации дорожного движения) и изменения спроса при использовании программного комплекса Aimsun.

Основной принцип функционирования микромоделей транспортных потоков на ключевых транспортных узлах — это описание показателей транспортных потоков на уровне отдельных автомобилей или небольших групп. Аналитическая микромодель представляет собой одну или несколько математических зависимостей, полученных в результате анализа эмпирических данных на основе различных подходов теории транспортных потоков или на основе теории систем массового обслуживания. Такая модель жестко связывает входные параметры с результатами расчета.

При имитационном моделировании динамические процессы системы-оригинала подменяются процессами, имитируемыми алгоритмом модели,

с соблюдением тех же соотношений длительностей, логических и временных последовательностей, как и в реальной системе. Имитационное моделирование на микроуровне позволяет максимально точно оценить результирующие показатели качества работы сети.

Равномерное перераспределение транспортных потоков основывается на использовании принципа Уордроба: время на поездку на всех используемых к данному моменту путях всегда будет не больше, чем время на поездку по путям неиспользуемым; каждый из участников потока независимо от остальных в каждый момент времени пытается выбрать наиболее оптимальную траекторию движения.

В Aimsun Next для расчета потоков используется метод Вулфа—Фрэнка в соответствии с принципом Уордроба. Метод основывается на алгоритме кратчайших путей и специальной реализации алгоритма линейной аппроксимации. При использовании функций задержки соединения, уникальность и конвергенция решения скомпрометированы. Для более широкого теоретического объяснения о назначении и алгоритмов, используемых для его решения, представлены как следующие механизмы:

- участник движения пытается передвигаться таким образом, чтобы минимизировать путь движения;

- участники движения, едущие между заданным местом отправления и заданным пунктом назначения, скорее всего, выберут маршрут с самым коротким временем в пути;

- отсутствие подвижности, связанное с поездками, не является фиксированным, а зависит от использования транспортной системы;

- время в пути на каждом из путей, соединяющих пункт отправления и пункт назначения, зависит от общего транспортного потока, вызванного перегрузкой.

Назначение многопользовательского трафика состоит из назначения маршрутов, при котором одновременно учитываются различные типы пользователей (участников). Каждый класс пользователей может воспринимать различные затраты времени на передвижение, но расчет основывается на общем объеме [9—12].

3) Разработка микромоделей ключевых транспортных узлов.

Для проведения анализа существующей на пересечении организации движения и ситуации



разрабатывается микромодель узла. В процессе моделирования выявляются проблемы, возникающие при проезде исследуемого участка, или делается вывод об их отсутствии.

В программной среде AIMSUN была построена транспортная схема пересечения, состоящая из дорожных и соединительных отрезков с шириной, соответствующей исходным данным о геометрических характеристиках моделируемого объекта. Отрезки представляют собой проезжую часть дороги в разных направлениях с установленным количеством полос движения, которое задается как параметр соответствующих отрезков.

4) Расчет времени в пути, распределение средней скорости транспортного потока в моделируемых ключевых транспортных узлах.

После проведения имитационного моделирования данного транспортного узла при существующей и предлагаемой схеме ОДД, были получены результаты в виде показателей и картограмм, позволяющих оценить движение транспортных потоков. В процессе моделирования использовалась интенсивность транспортных потоков в самый пиковый период времени суток. Как показало натурное обследование, им является вечерний час "пик".

Предлагаемым мероприятием по улучшению организации дорожного движения является перерасчет времени цикла светофорного регулирования, упразднение отдельной фазы для пешеходов и совмещение ее с транспортными фазами [13, 14].

5) Анализ полученных результатов организации дорожного движения в ключевых транспортных узлах.

После созданных и смоделированных имитационных микромоделей транспортных узлов и участков УДС были получены результаты, позволяющие оценить эффективность предлагаемых мероприятий с существующей организацией дорожного движения.

Анализ пересечений выявил небольшое значение пешеходных потоков. Данный факт указывает на неэффективность отдельной фазы светофорного регулирования для пешеходов. В качестве мероприятия по улучшению условий движения транспортных и пешеходных потоков предлагается перерасчет цикла светофорного регулирования, а также совмещения пешеходной фазы с транспортной.

Еще одним введением мероприятия по ОДД станет исключение красно-желтого сигнала свето-

фора из цикла, так как при современных ТСОДД (светофорное табло с обратным отсчетом времени) применение данного сигнала становится неэффективным.

Анализ полученных данных после проведенного моделирования существующей и предлагаемой ОДД дал следующий результат: светофорное регулирование в действительности сокращает количество конфликтных точек; временные и количественные показатели транспортных потоков. При этом средняя скорость транспортного узла возросла, что говорит о повышении пропускной способности транспортного узла в целом по направлениям движения [15, 16].

Полученные отчетные данные по имитационной модели позволяют сделать вывод об отсутствии мест скопления автотранспортных средств и затрудненных для движения участков дорог.

Предлагаемый к реализации вариант развития транспортной инфраструктуры Сасовского муниципального района — реалистичный. Развитие осуществляется на уровне, необходимом и достаточном для обеспечения безопасности передвижения и доступности, сложившихся на территории центров тяготения.

Прогнозируемый уровень автомобилизации будет постепенно увеличиваться с каждым прогнозируемым периодом (краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный). Прогнозируемые показатели уровней обслуживания дорожного движения на перспективные периоды не приведут к возникновению участков с затрудненным движением для транспортных потоков. Уровень обслуживания дорожного движения на автомобильных дорогах напрямую зависит от практической пропускной способности дороги и интенсивности движения транспортных потоков.

Моделирование на микроуровне транспортных узлов "ул. Революции — пр. Свободы" и "ул. Ленина — ул. Ново-Елатомская" показало, где пропускная способность данных пересечений соответствует транспортному спросу населения. В результате анализа и предварительной оценки не выявлены возможные причины возникновения заторовых и аварийных ситуаций.

Время поездки (время в пути) на данных пересечениях сокращено путем предлагаемых мероприятий. К таковым относится изменение пофазного разбега и структуры светофорного цикла. Мероприятия позволят улучшить условия движения автомобильного транспорта с учетом

долгосрочной программы развития (на срок не менее 15 лет).

Реконструкция перекрестков на микроуровне, в целях увеличения пропускной способности автомобильного транспорта, не требуется. Реконструкция участков УДС Сасовского муниципального района на макроуровне не требуется, так как полученные значения уровней обслуживания дорожного движения, в том числе на прогнозные периоды, не требуют выполнения такого рода мероприятий.

Общесистемная концепция организации и безопасности дорожного движения на территории Сасовского муниципального района отвечает требованиям местного транспортного и пешеходного спроса.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Улучшение** транспортной доступности городов / К. П. Андреев, В. В. Терентьев, Е. А. Матюгина, А. И. Павленко // В сборнике: Новые технологии в учебном процессе и производстве. Материалы XVI межвузовской научно-технической конференции; под ред. Платонова А. А., Бакулиной А. А. — 2018. — С. 375—378.
2. **Пути** повышения транспортной доступности городов. Часть 1 / В. В. Терентьев, К. П. Андреев, А. С. Астраханцева, Н. В. Аникин, А. В. Шемякин // Грузовик. — 2019. — № 6. — С. 36—39.
3. **Андреев К. П., Терентьев В. В.** Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети // Научное обозрение. — 2017. — № 17. — С. 21—25.
4. **Дорохин С. В.** К вопросу повышения эффективности средств организации дорожного движения // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. — Курск, ФГБОУ ВО ЮЗГУ, 2014. — С. 180—83.
5. **Оптимизация** транспортной инфраструктуры городов / В. А. Киселев, А. В. Шемякин, С. Д. Полищук, В. В. Терентьев, К. П. Андреев, Д. Г. Чурилов // Транспортное дело России. — 2018. — № 5. — С. 138—140.
6. **Обследование** городской транспортной сети с применением измерительного комплекса / А. С. Евтеева, К. П. Андреев, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев // Транспортное дело России. — 2018. — № 1. — С. 132—134.
7. **Разработка** проекта организации дорожного движения / А. В. Шемякин, К. П. Андреев, В. В. Терентьев, Д. С. Рябчиков, А. В. Марусин // Вестник гражданских инженеров. — 2018. — № 2. — С. 254—257.
8. **Пышный В. А.** Разработка и использование методики прогнозирования эффективности функционирования автомобильной транспортной системы // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2015. — № 5-1. — С. 23—30.
9. **Агуреев И. Е., Митюгин В. А., Пышный В. А.** Подготовка и обработка исходных данных для математического моделирования автомобильных транспортных систем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2014. — № 6. — С. 119—127.
10. **Андреев К. П., Терентьев В. В.** Моделирование загрузки транспортной сети // Бюллетень транспортной информации. — 2017. — № 9 (267). — С. 21—23.
11. **Агуреев И. Е., Пышный В. А.** Моделирование загрузки улично-дорожной сети г. Тула // Известия Тульского государственного университета. Технические науки — 2013. — № 6. — С. 127—129.
12. **Пышный В. А.** Моделирование загрузки транспортной сети // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2012. — № 2. — С. 457—473.
13. **Оценка** безопасности транспортных узлов средствами компьютерного моделирования / К. П. Андреев, А. А. Кильдишев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. — 2019. — № 1 (283). — С. 20—23.
14. **Агуреев И. Е., Митюгин В. А.** Базовые подходы к стратегическому планированию развития пассажирского транспорта в городах // В сборнике: Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. Сборник научных трудов. — 2019. — С. 26—34.
15. **Агуреев И. Е., Кретов А. Ю., Мацур И. Ю.** Исследование алгоритмов светофорного регулирования перекрестка при различных параметрах транспортного потока // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2013. — № 7-2. — С. 54—61.
16. **Агуреев И. Е., Кретов А. Ю., Мацур И. Ю.** Сравнительный анализ алгоритмов светофорного регулирования перекрестка с применением клеточных автоматов // В сборнике: ГЛОНАСС — Регионам Материалы 4-й Всероссийской научно-практической конференции; под общей ред. А. Н. Новикова. — 2014. — С. 3—9.

# ПРЕСС-ТУР

## ВЫСТАВКИ • КОНФЕРЕНЦИИ • ПРЕЗЕНТАЦИИ

### "КАМАЗ" НА ПЕРВОМ КАСПИЙСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ ФОРУМЕ

Делегация ПАО "КАМАЗ" приняла участие в Первом Каспийском экономическом форуме в г. Туркменбаша (Туркменистан).

В числе участников форума — президент Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедов, представители власти, делегации заинтересованных государств, близких к Каспийскому региону, а также руководители и специалисты международных экономических, финансовых, транспортных, экологических и других организаций. В камазовскую делегацию, которую возглавил генеральный директор компании Сергей Когогин, вошли заместитель генерального директора по продажам и сервису Сергей Афанасьев, заместитель генерального директора Торгово-финансовой компании "КАМАЗ" Руслан Козадаев, заместитель генерального директора Внешнеторговой компании "КАМАЗ" по продажам автомобилей Василий Цыганов и другие.

В первый день работы форума прошли деловые встречи министров экономики и министров транспорта прикаспийских стран, а также многочисленные встречи и переговоры членов делегаций.

В ходе тематической сессии "Развитие промышленности в Каспийском регионе" с докладом выступил заместитель генерального директора ПАО "КАМАЗ" по продажам и сервису Сергей Афанасьев. Он рассказал о развитии "КАМАЗа"

в современных условиях, новинках, выпускаемых российским автогигантом, в том числе о новом модельном ряде, беспилотниках, электробусах, КАМАЗах, работающих на газомоторном топливе, и заявил о готовности более тесного сотрудничества с министерствами и ведомствами Туркменистана в целях дальнейшего развития промышленности этой центральноазиатской страны.

Согласно договоренностям, достигнутым в ходе недавнего визита делегации Туркменистана во главе с президентом Гурбангулы Бердымухамедовым в Татарстан, "КАМАЗ" в течение ближайших трех лет поставит почти две тысячи единиц автотехники различной модификации. В рамках исполнения Постановления президента Туркменистана более 800 автомобилей из этого числа было поставлено в 2019 г. Кроме того, компания собирается открыть в различных вelayтах Туркменистана четыре отделения Учебно-сервисного центра "КАМАЗ", действующего в республике с 2008 г.

В рамках форума работала Каспийская выставка инновационных технологий. На ней "КАМАЗ" представил беспилотный автобус "ШАТЛ", электробус второго поколения, седельный тягач КАМАЗ-5490 NEO, самосвал КАМАЗ-6580.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

### ВИДЕОИНСТРУКЦИИ

На литейном заводе "КАМАЗа" стандартизованные операционные карты (СОК) для рабочих переводят в видеоформат. Интерес к нововведению проявили и другие заводы компании.

Инициатива внедрения видео-СОКов принадлежит директору литейного завода Эдуарду Панфилову. С опытом применения видеоинструкций он ознакомился во время одной из зарубежных командировок и предложил внедрить идею на литейном заводе. Первый изготовленный для литейщи-

ков видео-СОК руководитель продемонстрировал в конце прошлого года на итоговой конференции "PSK+. Итоги развития-2018". Идея получила высокую оценку со стороны руководства компании и была включена в плановые задачи для всех заводов и производственных подразделений автогиганта на 2019 г.

Видео-СОКи планируется внедрить на всех участках, где человеческий фактор может привести к браку. Пока снято и озвучено около 30 видео

для производств литейного завода. Видеоинструкции снимает технологическая служба завода с участием опытных рабочих, выполняющих на камеру ту или иную операцию.

Ролики с операциями, выполняемыми на участке, крутятся в режиме нон-стоп на мониторах, установленных в бытовых помещениях. Рабочие их смотрят перед началом смены, в обед и во время регламентированных перерывов. Таким образом, нюансы выполнения тех или иных работ всегда перед глазами.

Нововведение уже дает результаты. "Видео-СОКи помогли снизить показатель внутреннего брака, связанный с человеческим фактором. Так, на участке головки блока цилиндров, где первый видео-СОК появился в конце 2018 г., за май, к примеру, доля внутреннего брака сократилась на один процент — до трех, при нормативе 4 %", — сообщил начальник производства стального литья Сергей Холстинин.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

### ДЛЯ ЖКХ МОСКВЫ

Руководители и специалисты "КАМАЗа" приняли участие в рабочей встрече с представителями Департамента жилищно-коммунального хозяйства города Москвы, подведомственных Департаменту учреждений и операторов газозаправочной инфраструктуры, состоявшейся в столице России.

В числе участников совещания, организатором которого выступил ФГУП "Мосавтогаз" Минэнерго России, — директор по газомоторной технике ПАО "КАМАЗ" Евгений Пронин, директор по специальным проектам АО "ТФК "КАМАЗ" Евгений Каценко, исполняющий обязанности генерального директора ФГУП "Мосавтогаз" Минэнерго России Андрей Кузнецов, директор филиала ООО "Газпром газомоторное топливо" в г. Москве Ольга Углева.

Евгений Пронин рассказал о достижениях и широких возможностях ведущей российской машиностроительной компании в производстве газомоторной техники для российских регионов. Сегодня "КАМАЗ" и ООО "Газпром газомоторное топливо" ведут работу по внедрению автомобилей на экологичном и экономичном топливе в Комплекс городского хозяйства Москвы. Так, в рамках встречи обсуждены вопросы передачи в тестовую эксплуатацию дорожно-коммунальной техники КАМАЗ на компримированном природном газе (КПГ) и ее сервисного обслуживания.

Напомним, что договоренности о реализации пилотного проекта были достигнуты в мае текущего года на технической конференции, организованной "КАМАЗом" для Департамента

ЖКХ Москвы и подведомственных организаций. Компания передаст в тестовую эксплуатацию два самосвала КАМАЗ 65115-6865-32 и комбинированную дорожную машину на шасси КАМАЗ 53605-37 "МКДУ 10-ГМ" (зима—лето).

Также руководители обсудили заправочную инфраструктуру и определили наиболее удобные станции для заправки газом тестовых автомашин. Во внимание были приняты локации автотопарков, задействованных в рамках пилотного проекта.

Определена периодичность и финальное снятие показаний приборов учета. Евгений Каценко отметил, что результаты эксплуатации позволят сделать выводы об экономической целесообразности и эффективности использования спецтехники на КПГ, и выразил уверенность, что перевод части московских автомобилей на газ должен положительно сказаться на экологии мегаполиса.

В ходе совещания было отмечено, что в использовании газомоторного транспорта в Московском регионе наблюдается серьезный рост в коммерческом сегменте. Так, за последний год реализация КПГ на станциях ФГУП "Мосавтогаз" увеличилась практически вдвое. Предприниматели серьезно подходят к вопросам экономии на топливе. Что касается муниципального сегмента, то участники встречи единогласно отметили необходимость приложить усилия и стимулировать столичные организации к переходу на использование экологичной и экономичной техники на метане.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

## РОСТОВ-НА-ДОНУ ПРОТЕСТИРОВАЛ

В Ростове-на-Дону на территории аэроклуба "Доступное небо" прошел тест-драйв седельного тягача КАМАЗ-54901.

На промоакцию, которая несколько лет подряд проводится в регионах России, традиционно приглашаются представители транспортных компаний и потенциальные покупатели камазовской автотехники. В 2019 г. всем им выпала уникальная возможность лично протестировать новейший продукт компании — магистральный тягач премиум-сегмента КАМАЗ-54901. Кроме того, участники тест-драйва в Ростове-на-Дону смогли пообщаться с представителями Торгово-финансовой

компании "КАМАЗ" и узнать все подробности об автомобиле, включая технические характеристики и условия специального сервисного контракта.

Ростов-на-Дону стал третьим городом, в котором проводился тест-драйв КАМАЗ-54901. Ранее аналогичные мероприятия с большим успехом прошли в Москве и Санкт-Петербурге. Высокий интерес к камазовской новинке проявили именно логистические компании, поскольку КАМАЗ-54901 идеально подходит для магистральных перевозок.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

## 50 КАМАЗОВ ДЛЯ АРХАНГЕЛЬСКА

Лизинговая компания "КАМАЗ" профинансировала покупку 50 тягачей КАМАЗ транспортной компанией "Арион" из Архангельской области. Автомобили переданы в рамках программы "Лизинг от производителя", разработанной для представителей малого и среднего бизнеса.

В пользование автоперевозчика перешли газодизельные тягачи КАМАЗ-5490-892-DC, полностью соответствующие экологическому стандарту Евро 5. КАМАЗы оснащены двухтопливной системой питания двигателя, которая позволяет снизить себестоимость перевозок за счет меньшего расхода дизельного топлива и уменьшить загрязнение окружающей среды. Агрегатная база автомобилей включает надежную 16-ступенчатую механическую коробку передач ZF и экономичный гипоидный задний мост Daimler. Для комфорта водителя кабина оборудована кондиционе-

ром и отопителем кабины Eberspaecher. Технику поставило ООО "Технический центр "Восток" — официальный дилер ПАО "КАМАЗ".

Транспортная компания "Арион" — крупный российский грузоперевозчик. Компания осуществляет FTL-перевозки по центральной части России с 2007 г. Приобретение автомобилей КАМАЗ в лизинг на выгодных условиях позволяет расширить автопарк ООО ТК "Арион" и увеличить производительность. Компания-лизингополучатель планирует продолжать сотрудничество по программам "КАМАЗ-ЛИЗИНГ", так как лизинг от производителя является оптимальным способом обновления грузового автопарка, позволяющим грамотно планировать финансовые потоки и оптимизировать бюджет компании.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

## "СТАРЫЙ ДРУГ" ЛУЧШЕ НОВЫХ ДВУХ

Лизинговая компания "КАМАЗ" продолжает программу "Старый друг", в рамках которой повторные клиенты могут приобрести автотехнику КАМАЗ с пробегом на специальных условиях.

Клиентам, участвующим в программе, предоставляется ряд привилегий: аванс от 10 %, срок лизинга — до 5 лет, увеличенный до 15 % размер выкупного платежа, сниженная стоимость финансовой услуги в целом, сокращенный комплект документов. Также заявка клиента программы "Старый друг" будет рассмотрена в приоритетном порядке и в более короткие сроки. Предложение распространяется на всю авто-

технику КАМАЗ, доступно в центральном офисе и представительствах "КАМАЗ-ЛИЗИНГ", а также во всех дилерских центрах автогиганта по всей стране.

В программе "Старый друг" могут принимать участие лизингополучатели, которые заключили с Лизинговой компанией "КАМАЗ" хотя бы один договор лизинга и оплатили своевременно более 12 лизинговых платежей (без учета авансового платежа).

Для того чтобы воспользоваться предложением, достаточно оставить заявку на сайте [www.kamazleasing.ru](http://www.kamazleasing.ru).

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

## ДЕЛЕГАЦИЯ "РОСАТОМА" НА "КАМАЗЕ"

На "КАМАЗе" с деловым визитом побывала делегация Госкорпорации "Росатом". В составе делегации — представители компаний из шести дивизионов "Росатома": горнорудного, топливного, электроэнергетического, ядерного оружейного комплекса, а также дивизионов заключительной стадии жизненного цикла, науки и инноваций. Основная цель визита — знакомство с передовыми практиками "КАМАЗа" и обсуждение перспектив сотрудничества.

В рамках визита гости посетили тренинговый центр "КАМАЗа" — "Фабрику имитации процессов". Камазовцы рассказали о проводимых здесь тренингах, направленных на оптимизацию логистических процессов между поставщиком и потребителем, на повышение производительности, на применение принципов бережливого производства в офисных и производственных процессах.

Члены делегации побывали на автомобильном заводе, где ознакомились с работой главного сборочного конвейера и конвейера сборки кабин. Им были продемонстрированы перемены, которые произошли на заводе в процессе подготовки к производству автомобилей поколения К5. Также гости посетили НП "КАМАЗ-Автоспорт" — место базирования спортивной команды "КАМАЗ-мастер".

Завершился визит круглым столом. В своих выступлениях специалисты принимающей стороны рассказали об опыте компании в области развития стратегического планирования, маркетинга, о передовых решениях в сфере проектного и инвестиционного управления, а также Производственной системы "КАМАЗ".

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

## МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ГОРОДСКОЙ АВТОБУС ОТ "НЕФАЗА"

В рамках модернизации модельного ряда техники современный облик получил полунизкопольный городской автобус НЕФАЗ-5299-30-57 — одна из премьер международной выставки коммерческого автотранспорта COMTRANS 2019.

Эта модель является компромиссным решением, сочетающим в себе доступную цену и удачные концепции, примененные в последней версии низкопольного автобуса НЕФАЗ-5299-40-52. На сегодня уже более сотни этих автобусов поступили в эксплуатацию на автотранспортные предприятия Москвы, Казани и Ростова. Новая же модель отличается тем, что только на 60 % своей площади имеет низкопольное исполнение. Это значительно снижает стоимость техники, но при этом оставляет пассажирам удобство посадки-высадки через передние и средние двери, что особенно важно для пожилых людей, пассажиров с детьми и пассажиров с ограниченными возможностями.

Как пояснили специалисты "НЕФАЗа", дочернего предприятия "КАМАЗа" в Башкирии, при создании этого автобуса за основу были взяты модели, которые выпускаются в настоящее время, и учтены замечания потребителей. Потребительские свойства улучшены более удобной планировкой салона, наличием климатической системы, панорамного остекления с обогревом и электронного табло. Также увеличено количество сидений, изменены поручни.

Модель разработана с учетом современных требований к безопасности и комфорту пассажи-

ров. В автобусе применен ряд деталей, характерных для предшествующих моделей: стеклянные ограждения, комфортное расположение места для людей с ограниченными возможностями, удобные поручни с кнопками вызова водителя, USB-розетки и светлый просторный салон с широкой накопительной площадкой.

Стилистически дебютант также близок к своему низкопольному собрату, упомянутому выше: передняя часть автобуса унаследована от него. При этом обновленная модель автобуса имеет иные габариты. Благодаря этому площадь автобуса увеличена. В салоне автобуса НЕФАЗ-5299-30-57 организовано 31 посадочное место, общая вместимость — 106 чел.

В движение автобус приводится двигателем, работающим на сжатом природном газе и отвечающим экологическим требованиям Евро 5. Восемь газовых баллонов размещены на крыше. Автобус укомплектован автоматической коробкой переключения передач ZF, датчиками уровня охлаждающей жидкости и засоренности воздушного фильтра, EBS — пневматической тормозной системой с электронным управлением. Производитель техники позаботился и о водителях: автобусом удобно управлять за счет эргономичности элементов управления, новой панели приборов, современных наружных зеркал.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

## КРУГЛЫЙ СТОЛ

На литейном заводе "КАМАЗа" состоялся круглый стол по вопросам качества продукции диверсификации, на который собрались представители российских промышленных предприятий.

Специалисты литейного завода убеждены, что одна из главных причин устойчивого роста уровня качества продукции в регулярных встречах литейщиков с потребителями и прямом диалоге. Состоявшаяся встреча — уже шестая по счету. В работе приняли участие заместитель директора по качеству литейного завода Алексей Барданов, главный технолог завода Виталий Мартемьянов и около двадцати представителей компаний-потребителей.

Алексей Барданов сообщил, что за год удалось снизить объем поставок продукции диверсификации с несоответствиями на 23 %. Виталий Мартемьянов пояснил, что добиться такого результата удалось благодаря планомерной работе: персонал нацелен на повышение эффективно-

сти технологических операций, ежедневно анализируются выявленные дефекты, проверяется состояние оборудования и литейной оснастки, а в случае необходимости проводится ремонт. Регулярно проводятся совещания на тему качества на уровне мастеров, начальников производств, цехов, директора завода. Все эти усилия помогли сократить в разы долю продукции с дефектами: с 8,7 % в 2013 г. до 1,5 % по итогам восьми месяцев 2019 г.

Большую роль в улучшении качества играет модернизация оборудования. В рамках проекта "Реинжиниринг" большие перемены ждут чугунное производство — самое масштабное на заводе. В частности, планируется заменить печи. Как ожидается, результатом проекта станет современное литейное производство мирового уровня.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

## НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ GASSUF 2019

Руководители и специалисты "КАМАЗа" приняли участие в деловой программе 17-й Международной выставки газобаллонного, газозаправочного оборудования и техники на газомоторном топливе — GasSuf 2019.

В ключевой рабочей секции "Газомоторный парк страны: комплексный подход к формированию отрасли" с докладом выступил директор по газомоторной технике ПАО "КАМАЗ" Евгений Пронин, который рассказал о развитии этого направления. Сегодня "КАМАЗ" серийно производит в газомоторном исполнении аналоги практически всех дизельных автомобилей. Парк автотехники КАМАЗ, работающей на природном газе, в Российской Федерации уже превысил 10 тыс. ед.

За эти годы компания детально отработала технологию сервиса и обширная дилерская сеть "КАМАЗа" готова обслуживать газовые автомобили на территории всей страны.

GasSuf — крупнейшая в России ежегодная международная выставка газобаллонного, газозаправочного оборудования и техники на газомоторном топливе. На этой площадке специалисты знакомятся с новыми продуктами рынка и находят эффективные решения для своего бизнеса от ведущих российских и зарубежных производителей. В конце минувшего года в выставке приняли участие около 60 компаний из 13 стран мира.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

## НА САММИТЕ "РОССИЯ—АФРИКА"

Президент РФ Владимир Путин, выступая на саммите, отметил значимость этого делового мероприятия, направленного на развитие торгово-экономических связей между странами. Глава государства выразил надежду, что в ходе форума будут намечены новые направления и формы кооперации, выдвинуты перспективные совместные

инициативы, которые позволят вывести взаимодействие между Россией и Африкой на качественно новый уровень. В рамках беспрецедентного по масштабам саммита более 50 глав африканских государств и свыше 8500 представителей власти и бизнеса обсуждают широкую экономическую и инвестиционную повестку отношений между

Россией и государствами африканского континента, включая вопросы поставки в Африку оборудования и автотехники.

На пленарном заседании "Россия — Африка: раскрывая потенциал сотрудничества" приняли участие генеральный директор "КАМАЗа" Сергей Когогин и генеральный директор Внешнеторговой компании "КАМАЗ" Рафаил Гафеев. Также руководитель экспортного направления стал участником сессий "Транспортная инфраструктура на Африканском континенте. Перспективы реализации совместных проектов" и "Ведение бизнеса в Африке: возможности, условия и риски".

На выставочном пространстве форума были продемонстрированы российские прорывные разработки и флагманские проекты, востребованные для нужд африканских стран. "КАМАЗ" пред-

ставил самосвал КАМАЗ-6520, который успешно зарекомендовал себя на рынках Гвинеи, Либерии, Ганы, а также бортовой КАМАЗ-43118, применяющийся международными организациями для обеспечения доставки гуманитарных грузов в труднодоступные регионы в Уганде и Эфиопии.

Возможности России в области профилактики и борьбы с инфекциями были представлены в том числе на примере мобильных лабораторий на базе автомобиля КАМАЗ. В настоящее время такие комплексы уже используются в Гвинеи и Вьетнаме, с декабря начнутся поставки в Монголию. Участникам и гостям форума представилась возможность осмотреть лабораторию, ознакомиться с техническими характеристиками.

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

## ДЛЯ КОМПАНИИ "АЭРОЭКСПРЕСС"

"Группа ГАЗ" поставила восемь низкопольных автобусов большого класса ЛиАЗ-5292 для организации перевозок компании "Аэроэкспресс". Автобусы будут перевозить пассажиров между станцией метро "Ховрино" и терминалом В аэропорта Шереметьево. Маршрут не содержит промежуточных остановок, время в пути составляет около 20 минут. Экспресс-автобусы окрашены в фирменной стилистике "Аэроэкспресса": красные корпуса с логотипом, указанием маршрута и времени в пути.

Автобусы предназначены для использования на маршрутах с высоким пассажиропотоком. ЛиАЗ-5292 рассчитан на транспортировку 108 пассажиров (включая 28 посадочных мест). В салоне автобуса на накопительной площадке установлены специальные стойки для размещения багажа авиапассажиров.

Каждый автобус оснащен дизелем ЯМЗ-536 экологического класса Евро 5, оборудован ГЛОНАСС, автоматической коробкой передач,

системой ABS, гидроусилителем руля, системой видеонаблюдения. Для удобства пассажиров салон автобуса оборудован кондиционером и Wi-Fi-роутером. Мультиплекс-система в автоматическом режиме отслеживает работу всех основных систем и агрегатов машины с возможностью передачи данных в автопарк. Экстерьер и интерьер автобусов ЛиАЗ, рабочее место водителя спроектированы в соответствии с требованиями международных стандартов по комфорту и эргономике.

В автобусах предусмотрено все необходимое для перевозки пассажиров с ограниченными физическими возможностями: аппарат для въезда инвалидной коляски и место для ее крепления на накопительной площадке, оснащенное кнопкой связи с водителем. Низкий уровень пола и система кнелинг (наклон кузова в сторону дверей на остановке) облегчают посадку и высадку пассажиров.

*Пресс-служба "Группы ГАЗ"*

---

Художественный редактор *Д. С. Рыбакова*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 29.11.2019. Подписано в печать 29.01.2020. 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 солошнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: [www.aov.ru](http://www.aov.ru)