

# Грузовик

Транспортный комплекс  
Спецтехника

Инвентарный  
№ 119/17  
ИЦ СТ ЖДВ в ЦИНИ



10<sup>17</sup>

# Грузовик

Инвентарный  
№ 119/П  
НИИЦ СТ ЖДБ З ЦНИИ МО РБ

10  
2017

## ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство  
"Инновационное машиностроение"

Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО

### Редакционный совет

Д.Х. Валеев,  
д-р техн. наук  
В.А. Волчков  
С.М. Гайдар,  
д-р техн. наук  
Л.В. Грехов,  
д-р техн. наук, проф.  
В.А. Зорин,  
д-р техн. наук  
В.В. Комаров,  
канд. техн. наук  
В.А. Марков,  
д-р техн. наук, проф.  
А.Н. Ременцов,  
д-р пед. наук, канд. техн. наук

О.Н. Румянцева,  
ген. дир. ООО "Издательство  
"Инновационное  
машиностроение"  
А.Ф. Синельников,  
канд. техн. наук, проф.  
А.А. Солнцев,  
д-р техн. наук  
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); <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", 2017

Перепечатка материалов из журнала «Грузовик» возможна при  
обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При  
перепечатке материалов ссылка на журнал «Грузовик» обязательна.  
За содержание рекламных материалов ответственность несет  
рекламодатель

## В НОМЕРЕ:

### Конструкция

- 3 Семенов А. Б., Муранов А. Н., Семенов Б. И. Thixo- и PIM-технологии в современном двигателестроении

### Исследования. Расчет

- 7 Тарасик В. П. Моделирование мехатронной системы управления фрикционными переключения передач автоматической трансмиссии автомобиля
- 16 Янчевская Е. В. Прогнозирование потенциального ресурса шин новых моделей
- 19 Якубович А. Н., Якубович И. А. Повышение эффективности моделирования надежности технических систем при использовании поверхностей отклика

### Городской пассажирский наземный транспорт

- 23 Максимов В. А., Поживилов Н. В. Методика технологического расчета объединенного автобусного предприятия

### Практика

- 27 Фасхиев Х. А., Крахмалева А. В. Модель управления конкурентным потенциалом предприятия автомобильного транспорта
- 37 Быков А. Ю. Оптимизация рабочих мест операторов при создании и модернизации строительной и специальной техники

### Безопасность

- 41 Столяров В. В., Щеголева Н. В., Кочетков А. В. Необходимость в управлении транспортным риском для уменьшения числа погибших в дорожно-транспортных происшествиях
- 44 Николаев П. А., Козловский В. Н., Подгорный А. С. Оценка соответствия автомобилей требованиям помехоустойчивости к внешним электромагнитным воздействиям



Журнал входит в Перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней <http://perechen.vak2.ed.gov.ru/>  
Система Российского индекса научного цитирования [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru).  
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ 2015 г. — 0,208.  
Место в рейтинге SCIENCE INDEX за 2014 г. по тематике "Транспорт" — 11;  
по тематике "Машиностроение" — 44. [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9777](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9777)  
Информация на сайте "Autotransportnik.ru"

## SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House  
"Innovative Engineering"

Editor-in-Chief S.N. PEDENKO

### Editorial council

D.Kh. Valeev,  
dr.en.s.

V.A. Volchkov  
S.M. Gaydar,  
dr.en.s., prof.

L.V. Grekhov,  
dr.en.s., prof.

V.A. Zorin,  
dr.en.s.

V.V. Komarov,  
PhD in en.s.

V.A. Markov,  
dr.en.s., prof.

A.N. Rementsov,  
dr.Hab, PhD in en.s.

O.N. Rumyantseva,

General Director,

JSC "Publisher

"Innovative Engineering"

A.F. Sinel'nikov,

PhD in en.s., prof.

A.A. Solntsev,

dr.en.s.

V.S. Ustimenko,

PhD in en.s.

Kh.A. Faskhiev,

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); [snp748@yandex.ru](mailto:snp748@yandex.ru)

<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", 2017

The reprint of materials from the "Truck" magazine is possible at obligatory written coordination with editorial office of the magazine. At the link to the "Truck" magazine is obligatory for a reprint of materials.

For contents of advertizing materials responsibility is born by the advertiser.



## CONTENTS:

### Design

- 3 *Semenov A. B., Muranov A. N., Semenov B. I.* Thixo- and PIM Technologies in Modern Engine-building

### Research. Calculation

- 7 *Tarasik V. P.* Modeling of the mechatronic control systems of automobile automatic transmission gearshift clutches
- 16 *Yanchenskaya E. V.* The mileage potential prediction of new tire models
- 19 *Yakubovich A. N., Yakubovich I. A.* Improving the efficiency of modeling the reliability of technical systems when using response surfaces

### Public passenger land transport

- 23 *Maksimov V. A., Pozhivilov N. V.* The method of technical calculation of technical base of an integral transit company

### Practice

- 27 *Faskhiev Kh. A., Krakhmaleva A. V.* Competitive potential management model road transport companies
- 37 *Bykov A. J.* Optimization of operator workstations in the creation and modernization of construction and special equipment

### Security

- 41 *Stolyarov V. V., Shchegoleva N. V., Kochetkov A. V.* Need for management of transport risk for reduction of the death toll in road accidents
- 44 *Nikolaev P. A., Kozlovskiy V. N., Podgorniy A. C.* Evaluation of vehicles meet the requirements of noise immunity to external electromagnetic influences

The journal is included in the list approved by the WAC RF publishers for publications of papers candidates degrees <http://perchen.vak2.ed.gov.ru/> System of Russian Science Citation Index [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru). Five-year impact factor INDEK 2015 – 0.208. Place in rating of SCIENCE INDEX for 2014, on the theme "Transport" – 11; on the theme of "Engineering" is 44. [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9777](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9777)

Information on the site "Autotransportnik.ru"

УДК:355/359:001.89

А. Ю. Быков, НИИЦ СТ ЖДВ 3 ЦНИИ Минобороны России; г. Москва,

E-mail: andrei\_18bykov@mail.ru.

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ОПЕРАТОРОВ ПРИ СОЗДАНИИ И МОДЕРНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

*В статье представлены предложения по оптимизации рабочих мест операторов строительной и специальной техники с целью повышения эффективности их работы и обеспечения соответствующих эргономических требований к системе "человек — машина".*

**Ключевые слова:** оптимизация, рабочее место, энергоэффективность, строительная и специальная техника.

*The article presents suggestions for optimization of work places for operators of construction machinery with the aim of increasing the efficiency of their work and to ensure that adequate ergonomic requirements to the system "man — machine".*

**Keywords:** optimization, workplace, energy efficiency, construction and special equipment.

Современные тенденции развития передовой строительной техники ведущих производителей — лидеров продаж на мировом рынке должны стоять в основе каждого перспективного отечественного предприятия с целью поддержания его конкурентоспособности.

Одним из факторов, определяющих показатели производительности и эффективности эксплуатации строительной и специальной техники (ССТ) является организация рабочего места оператора. Данная задача положена в основу научных исследований в области эргономического обеспечения техники на всех стадиях жизненного цикла.

**Целью исследования** является разработка предложений по внедрению современного эффективного оборудования на рабочих местах операторов строительной и специальной техники.

**Первой задачей исследования** является проведение анализа эргономической системы, состоящей из человека-оператора, машины, органов управления, внешней среды и соответствующих воздействий [1]. Правильное представление внутрисистемных связей и понимание внутренней организации системы, представленной на рис. 1, является наиболее важным.

Оптимизация условий обитания ССТ является одним из основополагающих критериев повышения эффективности системы "человек — машина" (ЧМ). Эффек-

тивность системы ЧМ может быть определена по формуле:

$$\Theta = \frac{ПК}{3} 100 \%,$$

где  $\Theta$  — эффективность системы; П — производительность в единицах продукта системы; К — качество труда; 3 — затраты материальные, временные, энергетические и психические.

Очевидно, что повышение эффективности заключается в повышении производительности и качества труда при уменьшении соответствующих затрат. Таким образом, эффективность представ-



Рис. 1. Схема системы "человек — машина — среда"

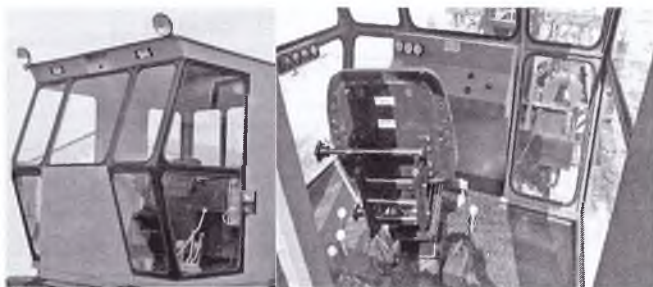


Рис. 2. Общий вид кабины путевого машины ПРМ-РМ

ляется как целевая трехпараметрическая функция  $\Theta$  (П, К, З).

Оптимизация условий обитания также определяется комплексом факторов. Это совокупность анатомических, гигиенических, физиологических, психологических и психофизиологических особенностей человека, а также факторов среды обитания.

Для формирования предложений по оптимизации целесообразно представить существующее рабочее место оператора ССТ как помещение объекта. Для примера рассмотрим устройство кабины оператора железнодорожной путевой подъемно-рихтовочной машины ПРМ-РМ (рис. 2).

Изучение кабин путевых машин позволяет выделить следующие недостатки:

- низкая функциональная возможность кресла оператора;
- неэффективное расположение средств отображения информации (СОИ);
- отсутствие высокоэффективных средств освещения, отопления, кондиционирования;
- энергоемкие органы управления (ОУ), требующие при эксплуатации больших затрат оператором на выполнение механической работы.

Для формирования предложений по оптимизации условий кабины ССТ были изучены и проанализированные соответствующие передовые разработки и технологии, отвечающие критериям энергосбережения и эффективности.

**Второй задачей исследования** является представление наиболее перспективных разработок, которые могут быть использованы в кабинах ССТ.

### Многофункциональное поворотное кресло оператора

Для ССТ целесообразным является использование кресел с пневматическими, механическими и магнитными подвеска-

ми [2]. Кресло также должно быть оснащено "умной" системой активного подавления вибрации до нулевого уровня, которая соединяется со спинкой разной высоты и ширины, системами вращения, подогрева, вентиляции и скольжения (рис. 3). В случае низкоамплитудных вибраций достаточно установки пассивной пневматической, торсионной или классической механической подвески.

В качестве опции может быть широкий ряд подлокотников и подголовников с множеством регулировок, а также корпуса и консоли под рычаги контроля и клавиши управления (джойстики), поворотные механизмы, механизмы гашения продольных и поперечных ударов (изоляторы).

Кресло оператора должно быть снабжено:

- поворотной кареткой, предназначенной для оптимального размещения кресла в ограниченном пространстве кабины (позволяет беспрепятственно поворачивать кресло вокруг оси на  $180^\circ$  с промежуточной фиксацией через  $90^\circ$ , а также осуществить откат кресла от пульта до 400 мм);
- платформой передвижной, предназначенной для оптимального размещения кресел в кабинах (обеспечивает дополнительное продольное перемещение кресла на расстояние до 360 мм). Конструкция платформы обеспечивает возможность быстрого покидания рабочего места оператором, а также создает благоприятные условия работы оператора в режиме "стоя";
- всесторонней обтяжкой чехлом, материал которого кроме эстетичного внешнего вида соответствует всем пожарным и санитарно-эпидемиологическим требованиям;
- регулируемой поясничной опорой;
- подвижным подголовником;
- регулируемой спинкой, обеспечивающей удобную боковую настройку спинной поддержки;
- пневматической подвеской с регулировкой по весу.



Рис. 3. Варианты исполнения кресла оператора

## Бортовая система контроля и диагностики

Бортовая система контроля, мониторинга и управления (рис. 4) предназначена для организации автоматизированного рабочего места оператора ССТ в соответствии с современными требованиями, для ведения непрерывного контроля за агрегатами, обеспечения надлежащих условий труда, улучшения эргономики пульта машиниста, реализации человеко-машинного интерфейса, своевременного принятия решений и действий по предотвращению аварийно-опасных ситуаций в процессе работы техники [3].

Предложенная система обеспечивает:

- автоматизированный комплексный контроль текущих параметров с выдачей сообщений о неисправности узлов и агрегатов или выходе контролируемых параметров за допуски, а также вывод текущих параметров и сообщений на экран блока обработки и отображения информации в удобном для пользователя виде;

- ведение журнала состояния объекта и системных событий за требуемый срок в зашифрованном виде с возможностью последующего просмотра;

- автоматическое управление работой;

- легкую модифицируемость и масштабируемость системы.

Данная система диагностики позволяет улучшить эргономические характеристики пульта управления ССТ. Вместо большого количества стрелочных манометров и прочих приборов на пульте будет присутствовать лишь 10-дюймовый дисплей, на котором отображается более 60 параметров. Переключение между технологическими экранами осуществляется с помощью сенсорных кнопок. Бортовая система диагностики также улучшает организацию рабочего места оператора: машинист может наблюдать положение всех рабочих органов и параметры агрегатов машины не покидая рабочего места.

## Электрогидравлические системы управления

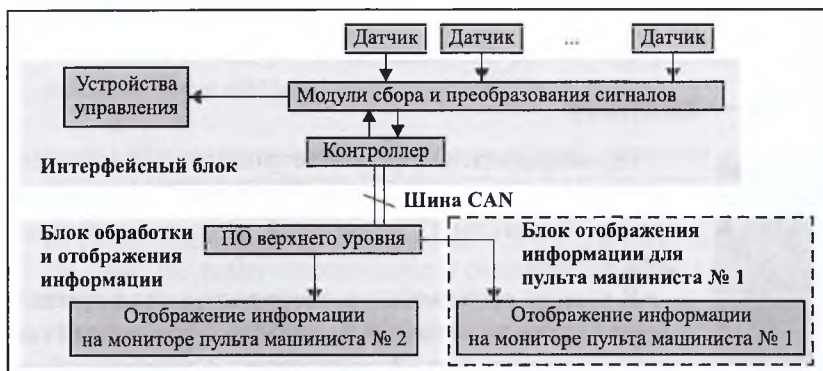
Применение электрогидравлических систем управления (рис. 5) оборудованием, в которых оператор управляет электронными органами управления, сигналы от которых передаются на гидрораспределители с электронным управлением, позволяет улучшить следующие параметры:

- удобство управления (требуется меньшее усилие для переключения);

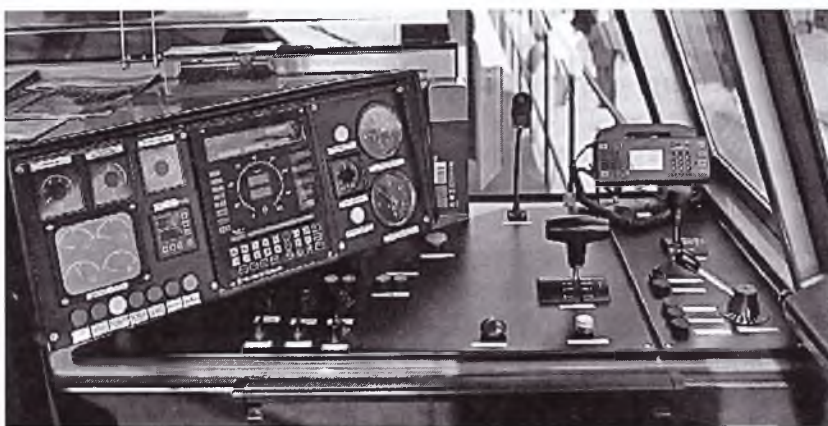
- точность управления (электронная обработка положения рукоятки управления позволяет с высокой точностью определять команды оператора);

- комфорт работы оператора (при применении электронного управления ОУ не имеют прямого механического контакта с рабочими органами, таким образом, вибрация от рабочих органов не передается на ОУ, что положительно сказывается на условиях работы оператора);

- компоновка органов управления (ОУ с несколькими элементами могут быть компактно и логично скомпонованы на одном устройстве управления, что позволит оператору быстрее производить необходимые действия);



а)



б)

Рис. 4. Бортовая система контроля и диагностики:

а — структурная схема системы мониторинга параметров; б — вариант исполнения блока обработки и отображения информации

## ПРАКТИКА



Рис. 5. Примеры компоновки органов управления

— свободное пространство в кабине (кабель занимает значительно меньше места, чем несколько гидравлических рукавов);

— автоматизация (применение гидрораспределителей с электронным управлением позволяет использовать электронные системы управления для выполнения некоторых действий без участия оператора).

### Вывод

В результате выполненного анализа перспективных разработок в области элементов рабочих мест операторов современной строительной и специальной техники сформулированы предложения по использованию наиболее перспективных решений при создании и модернизации строительной техники отечественного производства.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чумакова Е. М. Основы эргономики. Учебно-методический комплекс дисциплины. — М.: МГУ ТУ, 2013. — 168 с.
2. Сиденье машиниста строительной техники [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.driverseat.ru>.
3. Фокин С. А., Васнев К. А. Мониторинг параметров агрегатов железнодорожных путевых машин // Современные технологии автоматизации. — 2015. — № 1. — С. 28–31.

### JCB — спонсор



Производитель дорожно-строительной спецтехники выступает спонсором "Уильямс" — команды гонки "Формулы-1", четвертый этап которой прошел в Сочи.

В рамках соглашения о сотрудничестве в гонках, проходящих по всему миру, на болиде команды присутствуют элементы фирменного оформления британского производителя спецтехники. В частности, логотип JCB нанесен на шасси и заднее крыло автомобиля Mercedes FW40. Кроме того, символика JCB представлена на костюмах и шлемах пилотов "Формулы-1" Фелипе Массы и Лэнса Стролла, а начиная с Гран-при Великобритании и на протяжении остальных этапов чемпионата она будет нанесена на форму всех механиков и гоночных инженеров команды.

По словам председателя совета директоров JCB лорда Бамфорда, компания часто объединяет инженерные знания с одними из лучших автомобильных технологий, что делает спецтехнику JCB интуитивно понятной в эксплуатации и очень эффективной с точки зрения расхода топлива.

"Проектирование и разработка инновационных продуктов лежат в основе того, что делает JCB, — говорит Энтони Бамфорд. — Наше партнерство с командой "Уильямс" базируется на этой платформе, а также на длительных связях нашей компании с автоспортом".

*Пресс-служба компании ДжейСиБи*

## РЕЦЕНЗИЯ

на статью Быкова А.Ю.

### **«Оптимизация рабочих мест операторов при создании и модернизации строительной и специальной техники»,**

представленную к опубликованию в журнале «Грузовик»

Современные тенденции развития передовой строительной и специальной техники ведущих производителей – лидеров продаж на мировом рынке должны стоять в основе каждого перспективного отечественного предприятия с целью поддержания его конкурентоспособности. Одним из факторов, определяющих показатели производительности и эффективности эксплуатации строительной и специальной техники, является организация рабочего места оператора. Данная задача положена в основу научных исследований в области эргономического обеспечения техники на всех стадиях жизненного цикла. Целью проведенных в статье исследований является разработка предложений по внедрению современного эффективного оборудования на рабочих местах операторов отечественной строительной и специальной техники.

В статье представлены предложения по оптимизации рабочих мест операторов строительной и специальной техники с целью повышения эффективности их работы и обеспечения соответствующих эргономических требований к системе «человек-машина». Предложено многофункциональное поворотное кресло оператора. Разработана бортовая система контроля и диагностики для строительной и специальной техники, предназначенная для организации автоматизированного рабочего места оператора в соответствии с современными требованиями, для ведения непрерывного контроля за агрегатами, обеспечения надлежащих условий труда, улучшения эргономики пульта машиниста, реализации человеко-машинного интерфейса, своевременного принятия решений и действий по предотвращению аварийно-опасных ситуаций в процессе работы техники. Рассмотрены электрогидравлические системы управления для строительной и специальной техники.

Представленная статья обладает актуальностью и научной новизной, представляет значительный практический интерес и рекомендуется к опубликованию в журнале «Грузовик».

Заведующий кафедрой «Поршневые двигатели»  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н., профессор



В.А. Марков