

ISSN 2071-7296



**СИБАДИ**®

# ВЕСТНИК

# СИБАДИ



**№ 6(40)/2014**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия  
(СибАДИ)»

# **ВЕСТНИК СибАДИ**

Выпуск 6 (40)

Омск  
2014

*Главный редактор* **Кирничный В. Ю.**, д-р экон. наук, доц., ректор ФГБОУ ВПО "СибАДИ"

*Зам. главного редактора* **Бирюков В. В.**, д-р экон. наук, проф., проректор по НР ФГБОУ ВПО "СибАДИ"

*Редакционная коллегия:*

**Витвицкий Е. Е.**, д-р техн. наук, проф.

**Волков В. Я.**, д-р техн. наук, проф.

**Галдин Н. С.**, д-р техн. наук, проф.

**Горынин Г. Л.**, д-р физ.-мат. наук, проф.

**Епифанцев Б. Н.**, д-р техн. наук, проф.

**Жигadlo А. П.**, д-р пед. наук, доц.

**Кадисов Г. М.**, д-р техн. наук, проф.

**Карпов В. В.**, д-р экон. наук, проф.

**Матвеев С. А.**, д-р техн. наук, проф.

**Мещеряков В. А.**, д-р техн. наук, доц.

**Мочалин С. М.**, д-р техн. наук, проф.

**Немировский Ю. В.**, д-р физ.-мат. наук, проф.

**Плосконосова В. П.**, д-р филос. наук, проф.

**Пономаренко Ю. Е.**, д-р техн. наук, проф.

**Сиротюк В. В.**, д-р техн. наук, проф.

**Смирнов А. В.**, д-р техн. наук, проф.

**Хаирова С. М.**, д-р экон. наук, доц.

**Щербаков В. С.**, д-р техн. наук, проф.

**Kirnichny V.** Doctor of Economical Science, Docent SibADI, Editor-in-chief

**Birukov V.** Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief

*Editorial board:*

**Vitvitsky E.** Doctor of Technical Science Professor

**Volkov V.** Doctor of Technical Science, Professor

**Galdin N.** Doctor of Technical Science, Professor

**Gorynin G. L.** physical.-mat. Science, Professor

**Epifantzev B.** Doctor of Technical Science, Professor

**Jigadlo A.** Doctor of Pedagogical Science, Professor

**Kadisov G.** Doctor of Technical Science, Professor

**Karpov V. V.** Doctor of Economical Science, Professor

**Matveev S.** Doctor of Technical Science, Professor

**Mescheryakov V.** Doctor of Technical Science, Docent

**Mochalin S. A.** Doctor of Technical Science, Professor

**Nemirovsky Yu. V.** Dr. physical.-mat. Science, Professor

**Ploskonosova V.** Doctor of Philosophy, Professor

**Ponomarenko Yu.** Doctor of Technical Science, Professor

**Sirotyuk V.** Doctor of Technical Science, Professor

**Smirnov A.** Doctor of Technical Science, Professor

**Khairova S.** Doctor of Economical Science, Docent

**Scherbakov V.** Doctor of Technical Science, Professor

*Международный редакционный совет журнала:*

**Винников Ю. Л.**, д-р техн. наук, проф., член Украинского общества механики грунтов, геотехники и фундаментостроения, член ISSMGE, член Академии строительства Украины (**Украина**)

**Жусупбеков А. Ж.**, президент Казахстанской геотехнической ассоциации, директор геотехнического института при ЕНУ им Л.Н. Гумилева, д-р техн. наук., проф., член ISSMGE. (**Казахстан**)

**Лим Донг Ох**, д-р инженерных наук, проф., Президент Университета Джунгбу (**Южная Корея**)

**Лис Виктор** канд. техн. наук (**Германия**)

**Подшивалов В. П.**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. инженерной геодезии Белорусского национального технического университета (**Белоруссия**)

**Хмара Л. А.**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Строительные и дорожные машины» ГВУЗ ПДАБА (**Украина**)

*International Editorial Board of the magazine:*

**Vinnikov J. L.** Dr.-Ing. science, a member of the Ukrainian Society of Soil Mechanics, Geotechnics and Foundation, a member of ISSMGE, member of the Academy of Construction of Ukraine (Ukraine)

**Zhusupbekov A. J.** President of Kazakhstan Geotechnical Association, Director of Geotechnical Institute at ENU LN Gumilev, Dr.- Ing. Science, Professor, member ISSMGE. (Kazakhstan)

**Lim Dong Oh** Dr. of Engineering, Professor University President Dzhungbu (South Korea)

**Victor Lis** Dr. – lang (WAK) (Germany)

**Podshivalov V. P.** Dr. tehncial science, Head. Univ. Surveying Engineering of the National Technical University (Belarus)

**Khmara L. A.** Dr.-Ing. Sci., Head. Univ. "Construction and Road Machines" (Ukraine)

*Адрес редакции:*

644080, г. Омск, просп. Мира, 5, патентно-информационный отдел, каб. 3226. Тел. (3812) 65-23-45.

e-mail: [Vestnik\\_Sibadi@sibadi.org](mailto:Vestnik_Sibadi@sibadi.org)

Учредитель ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-50593 от 11 июля 2012 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ» входит в **перечень ведущих периодических изданий рекомендованных ВАК** решением президиума ВАК от 25.02.2011 г. С 2009 года представлен в Научной Электронной Библиотеке [eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru) и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**. Подписной индекс 66000 в каталоге агентства "РОСПЕЧАТЬ".

**Редакционная коллегия** осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат.

**Исполнительный редактор** канд. техн. наук, доц. М. Ю. Архипенко

**Выпускающий редактор** Т. В. Юренко

Подписано в печать 14.11. 2014 г. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial

Печать оперативная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 12,75. Тираж 500 экз. Заказ \_\_\_\_

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии ИПЦ ФГБОУ ВПО СибАДИ

644080, г. Омск, пр. Мира, 5

Печать статей произведена с оригиналов, подготовленных авторами

© ФГБОУ ВПО «СибАДИ», 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

<b>С. М. Андриянов, С. В. Башегуров</b> Анализ и формирование требований к системам вентиляции картера дизелей	7
<b>Н. К. Горяев, С. С. Циулин</b> Перспективы развития «зелёных транспортных коридоров» в Европе с учётом ключевых показателей эффективности	14
<b>С. А. Корнилович</b> Результаты применения ремонтно-восстановительных составов при эксплуатации и ремонте автотракторных двигателей	20
<b>В. Н. Кузнецова, В. В. Савинкин</b> Анализ эффективности работы одноковшового экскаватора	26
<b>В. Лис, Ю. Е. Пономаренко</b> Герметизация раскатывающих проходчиков скважин	33
<b>Е. А. Омельченко, Д. Ю. Фадеев, О. В. Субботин</b> Расчетная оценка пределов форсирования дизелей с учетом требований к выбросам вредных веществ с отработавшими газами	39
<b>Д. И. Лепёшкин</b> Критерии оценки топливной аппаратуры дизелей	45
<b>М. М. Саенко</b> Влияние конструкции приборов топливной системы дизеля на величину топливоподачи	49
<b>В. С. Щербаков, М. С. Корытов, Е. О. Вольф</b> Система гашения пространственных колебаний груза, перемещаемого мостовым краном	56
<b>Н. В. Якунина</b> Методологические основы модели повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам	61

### РАЗДЕЛ II СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<b>В. В. Воронцов, А. Н. Краев, М. Е. Игошин</b> Стабилизация критических деформаций земляного полотна автомобильной дороги в криолитозоне	67
<b>Е. А. Голубева</b> Оценка экономической эффективности применения полимерцементогрунтовых смесей в дорожном строительстве	73
<b>В. Н. Ефименко, С. В. Ефименко, М. В. Бадина, А. В. Сухоруков</b> Учёт региональных природно-климатических условий при формировании информационной базы для целей дорожно-климатического районирования	79

### РАЗДЕЛ III МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

<b>С. В. Баглайчук, В. А. Нехаев, В. А. Николаев</b> Математическое описание колебаний системы «человек - машина»	87
<b>А. В. Еременко, Е. А. Левитская, А. Е. Сулавко, А. Е. Самогуга</b> Разграничение доступа к информации на основе скрытого мониторинга пользователей компьютерных систем: непрерывная идентификация	92
<b>Ле Ван Луан</b> Математическое описание процесса взаимодействия эластичной шины с цилиндрической опорной поверхностью бегового барабана диагностического стенда	102
<b>Р. Ю. Сухарев</b> Моделирование трехмерного микрорельефа для теоретических исследований дорожных и строительных машин	108

#### РАЗДЕЛ IV ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

<b>С. А. Бородулина, Н. А. Логинова</b> Развитие транспортно-экспедиционной деятельности предприятий с позиции клиентоориентированного подхода	112
<b>И. В. Буренина, Г. Ф. Хасанова</b> Выбор оптимальной стратегии развития нефтесервисной компании	118
<b>В. В. Карпов, М. А. Бабичев</b> Маркетинговая политика как инструмент ведения предпринимательской деятельности малых банков	123
<b>Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов, А. Ю. Кулев</b> Информационное сопровождение создания и развития инновационной экосистемы Российских университетов	129
<b>Е. А. Штеле</b> Финансовое состояние и финансовый инструментарий инвестирования ОАО «РЖД» в период реформ железнодорожного транспорта	136

#### РАЗДЕЛ V ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

<b>А. В. Горина, Ю. В. Герасимов, А. А. Зарубин</b> К проблеме организации инновационного образовательного пространства (центр развития интегративного гуманитарного знания)	142
<b>А. П. Жигadlo, И. В. Осипова, Н. Н. Ульяшина</b> Электронный кейс-бук как инновационное средство подготовки педагога профессиональной школы: производственно-технологический компонент	148
<b>Н. А. Насташук, З. В. Семенова</b> Проблемы подготовки будущих специалистов в области информатики на ступени «школа-ВУЗ»	154

## CONTENTS

### PART I TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

<b>S. M. Andriyanov, S. V. Bashegurov</b> Analysis and formation of requirements to ventilating systems of diesel engines' crankcases	7
<b>N. K. Goryaev, S. S. Tsiulin</b> Perspectives of developing the green transport corridors in Europe with the key performance indicators	14
<b>S. A. Kornilovich</b> Research results of possibility of applying repair-recovery compositions at operation of automotive engines	20
<b>V. N. Kuznetsova, V. V. Savinkin</b> Analysis of efficiency of a single-bucket excavator's operation	26
<b>V. Lis, Yu. E. Ponomarenko</b> Sealing of rolling drifters of wells	33
<b>E. A. Omelchenko, D. Yu. Fadeyev, O. V. Subbotin</b> Accounting estimate of limits of forcing diesel engines considering requirements to emissions of harmful substances with the burnt gases	39
<b>D. I. Lepyoshkin</b> Criteria of assessing fuel equipment of diesels	45
<b>M. M. Saenko</b> Effect of equipments' construction of diesel's fuel system on a value of fuel supply	49
<b>V. S. Shcherbakov, M. S. Korytov, E. O. Volf</b> Systems for damping spatial oscillations of a cargo moved by bridge crane	56
<b>N. V. Yakunina</b> Methodological bases of a model of improving quality of passengers' transportations by motor transport along regular routes	61

### PART II ENGINEERING. BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

<b>V.V. Vorontsov, Al. N. Kraev, M.E. Igoshin</b> Stabilization of critical deformations of a motor road bed in the cryolithic zone	67
<b>E. A. Golubeva</b> Evaluation of economic efficiency of using polymer, cement and soil compositions in road construction	73
<b>V. N. Efimenko, S.V. Efimenko, M. V. Badina, A. V. Sukhorukov</b> Accounting regional climatic conditions at forming information base for the purposes of road-climatic zoning	79

### PART III MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

<b>S. V. Baglaychuk, V. A. Nehaev, V. A. Nikolaev</b> The mathematical description of fluctuations of the "man-machine" system	87
<b>A. V. Eremenko, E. A. Levitskaya, A. E. Sulavko, A. E. Samotuga</b> Differentiation of access to information based on private monitoring computer systems' users: continuous identification	92
<b>Le van Luan</b> Mathematical description of an interaction's process between elastic tire with a cylinder area of bearing of a chassis dynamometer of a test bench	102
<b>R. Y. Sukharev</b> Modeling three-dimensional microrelief for theoretical studies of road and construction machines	108

### PART IV ECONOMICS AND MANAGEMENT

<b>S. A. Baradulina, N. A. Loginova</b> Development of shipping and forwarding activity of enterprises at position of customer-oriented approach	112
---	-----

<b>I. V. Burenina, G. F. Hasanova</b> Choosing optimal strategy of developing oilfield service companies	118
<b>V. V. Karpov, M. A. Babichev</b> Marketing policy as a tool for conducting business activity of small banks	123
<b>L. A. Trofimova, V. V. Trofimov, A. Y. Kulev</b> Information support in creating and developing innovative ecosystem of Russian universities	129
<b>E. A. Shtele</b> Financial condition and financial instrument of investing JSC "Russian railways" in the period of railway transport's reforms	136

#### **PART V GRADUATE EDUCATION**

<b>A. V. Gorina, Yu. V. Gerasimov, A. A. Zarubin</b> To the problem of organizing innovative educational space (the center for developing integrative humanities knowledge)	142
<b>A. P. Zhigadlo, I. V. Osipova, N. N. Uljashina</b> Electronic case-book as innovative mean of training a teacher of professional school: production and technological component	148
<b>N. A. Nastashchuk, Z. V. Semenova</b> Problems of training future specialists in informatics on the stage "school – university"	154

**РАЗДЕЛ I**

**ТРАНСПОРТ.**

**ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

---

УДК 621.436

**АНАЛИЗ И ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ  
ВЕНТИЛЯЦИИ КАРТЕРА ДИЗЕЛЕЙ**

С. М. Андриянов, С. В. Башегуров,  
Научно-технический центр ОАО «КАМАЗ», Россия, г. Набережные Челны;

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются актуальные на сегодняшний момент проблемы связанные с системой вентиляции картера дизельных двигателей. Выделяются и описываются основные проблемы и пути их решения. Значительное внимание уделяется основному элементу системы вентиляции картера дизеля – маслоотделителю. В статье также представлена установка для проведения безмоторных испытаний системы вентиляции картера. Имеются данные по безмоторным и моторным испытаниям запатентованного маслоотделителя.*

***Ключевые слова:** двигатель, система вентиляции картера, дизель, маслоотделитель, охрана окружающей среды.*

**Введение**

Около двух десятилетий назад в инструкции к двигателю внутреннего сгорания можно было прочесть примерно такое выражение: «... эффект потения двигателя допускается...». Конечно, тогда немалое количество советских автолюбителей (в большей мере, грузовиков) не очень переживало по поводу появления на головке блока или по бокам мотора масляных пятен – это было нормальное явление. Положение поменялось после появления на автомобильном рынке России автомобилей иностранного производства.

Экологические показатели дизельных двигателей регламентируются в Европе Правилами ЕЭК ООН №49 с соответствующими поправками и дополнениями. Технический регламент «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации вредных (загрязняющих) веществ» [6] требует выполнение требований Правил Российскими производителями дизелей.

**Основные процессы в системе вентиляции картера**

Картерные газы (КГ) содержат несгоревшее топливо и все компоненты отработавших газов. Количество КГ зависит от нагрузки. В полости картера возникает избыточное давление, которое зависит от

движения поршня и от частоты вращения коленвала. Это избыточное давление устанавливается во всех связанных с полостью картера скрытых полостях (например: сливной маслопровод, картер привода газораспределительного механизма и т. п.) и может привести к просачиванию масла в местах уплотнения.

Сначала КГ в смеси с моторным маслом просто выбрасывались в атмосферу. Из соображений охраны окружающей среды уже давно используются системы вентиляции картера (СВК). СВК в двигателе выполняет две основные функции. Первая связана с осаждением масла непосредственно в системе для исключения его уноса из двигателя. Посредством слива осаждённое масло возвращается в картер двигателя. Вторая заключается в обеспечении минимального увеличения (уменьшения) давления КГ в картерной полости (КП) относительно атмосферного (для надёжной работы уплотнений), т.е. с созданием наименьшего сопротивления от системы.

СВК и КП в двигателе взаимосвязаны. В КП КГ собираются и в виду имеющихся процессов неизбежно смешиваются с маслом. Выход из КП является входом в СВК. КП – объём пространства внутри двигателя, ограниченный внутренними поверхностями дета-



лей двигателя. Правильно сформированное и организованное КП значительно снижает нагрузку СВК.

Существуют два типа СВК [1]:

- открытая с отводом КГ из КП в атмосферу;
- закрытая с подачей отводимых КГ из КП во впускную тракт.

Сложность задачи при создании закрытой СВК состоит в том, что наличие мельчайших частиц масла в КГ, отводимых во впускную систему, приводит к закоксовыванию колеса компрессора, залипанию элементов ОНВ, что приводит к потере мощности двигателя и в конечном результате может вывести его из строя.

Производители турбокомпрессоров задают низкий допустимый уровень загрязнения маслом их продукции. Рекомендуемый предел для двигателей устанавливаемых на легковые автомобили не более 0,2 г/час, для двигателей устанавливаемых на грузовые автомобили предел не более 4 гр./час. Для достижения этого уровня требуется маслоотделитель с эффективностью отделения масла не ниже 95 % [7].

В КП движение КГ к входу в СВК сопряжено с преодолением преград в виде вращающихся деталей двигателя, поперечных стенок блока цилиндров (опор коленчатого вала). В результате всего вышеизложенного в КП присутствуют волновые явления в среде КГ, которые необходимо учитывать при подборе конструкции СВК и формирования КП [5]. При работе двигателя в КП развиваются явления

интенсивного перемешивания КГ со сливаемым с деталей двигателя маслом, вызванного вращением деталей двигателя. КГ смешиваются также с маслом, отрывающимся в КП потоками КГ с зеркала масляной ванны. Процесс перемешивания масла и КГ – барботаж. Интенсивность этого процесса существенно сказывается на нагрузке СВК.

Главным понятием которым можно охарактеризовать процесс, протекающий в СВК (см. рис. 1) является – коалесценция (от лат. coalesce – стараюсь, соединяюсь), слияние каплей или пузырей при соприкосновении внутри подвижной среды (жидкости, газа) или на поверхности какого-либо тела. Коалесценция сопровождается укрупнением капель (пузырей) и обусловлена действием сил межмолекулярного притяжения [2]. Это самопроизвольный процесс, сопровождающийся уменьшением свободной энергии системы. Эмульсии и пены в результате коалесценции могут перестать существовать как дисперсные системы и полностью разделиться на две макрофазы: жидкость-жидкость и жидкость-газ. В жидкой дисперсионной среде коалесценция часто предшествует коагуляция [8]. Особый случай коалесценции – автогезия (самослипание), при которой в результате медленной диффузии макромолекул исчезает поверхность раздела между слившимися частицами или соединенными кусками пластинчатого полимера.

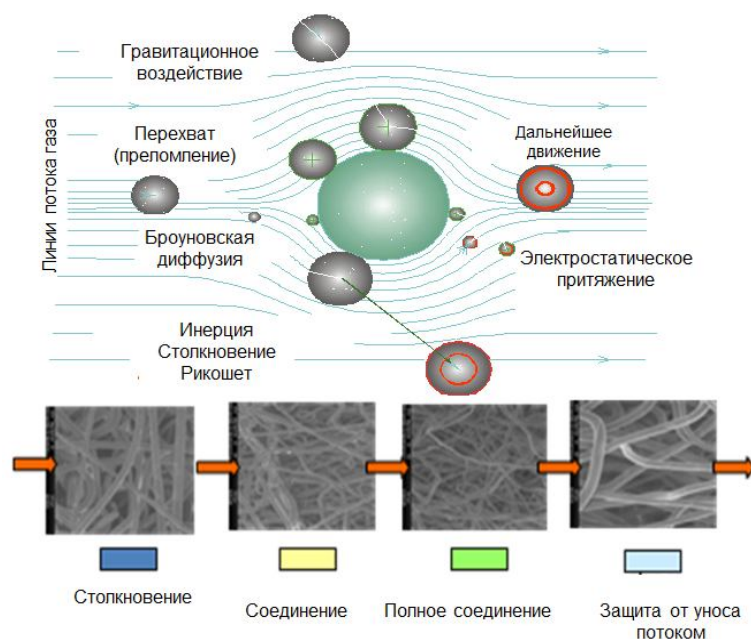


Рис. 1. Коалесценция

**Оценка состояния и работы системы вентиляции картера**

Основные критерии количественной оценки состояния и работы СВК:

1. Расход подаваемого масла непосредственно в СВК (определяется косвенным методом, как сумма расходов унесенного и осажденного масла в системе):

$$G_n = G_y + G_o = \frac{m_y}{t} + \frac{m_o}{t} = \frac{m_y + m_o}{t}, \quad (1)$$

где,  $G_y$ ,  $G_o$  – расход унесенного и осажденного масла в маслоотделителе;  $m_n$ ,  $m_o$  и  $m_y$  – массы подаваемого (в подаваемой смеси на входе в маслоотделитель), отделенного (сливаемого из маслоотделителя) и унесенного (осевшего в фильтре) масла за фактическое время измерений ( $m_n = m_o + m_y$ );  $t$  – фактическое время измерения.

2. Относительное содержание масла в КГ (нагруженность СВК):

$$a = \frac{G_n}{G}, \quad (2)$$

где,  $G$  – расход КГ.

3. Эффективность СВК:

$$E = \frac{m_o}{m_y + m_o} * 100 = \frac{m_o}{m_n} * 100, \% \quad (3)$$

Все выше изложенное влечет за собой создание качественно новых элементов СВК, которые бы подходили для данной системы и обладали при этом хорошей эффективностью и работоспособностью, в данном случае это запатентованный маслоотделитель [3, 4] представленный ниже на рисунке 2:

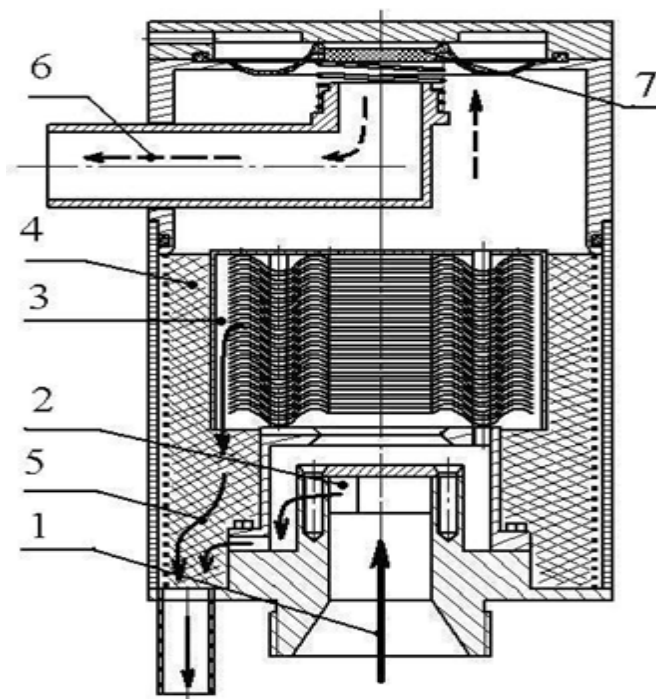


Рис. 2. Схем маслоотделителя: 1 – направление потока КГ из маслозаливной горловины; 2 – первая ступень маслоотделения; 3 – вторая ступень маслоотделения; 4 – сетка расположенная на внутренней стенке корпуса маслоотделителя; 5 – направление потока отделенного от КГ масла; 6 – направление потока КГ очищенных от масла (в систему впуска); 7 – следящий клапан, препятствующий образованию разрежения в картерном пространстве

**Проведение испытаний**

Требуется разработка так называемых замкнутых (закрытых) систем. Отработка подобных систем в натуральных условиях непосредственно на двигателях достаточно дорогостоящий процесс. Подобная задача может

быть решена посредством их отработки на специальных безмоторных стендах. При испытаниях использовались устройство для создания разрежения и установка испытаний СВК, схема представлена ниже:

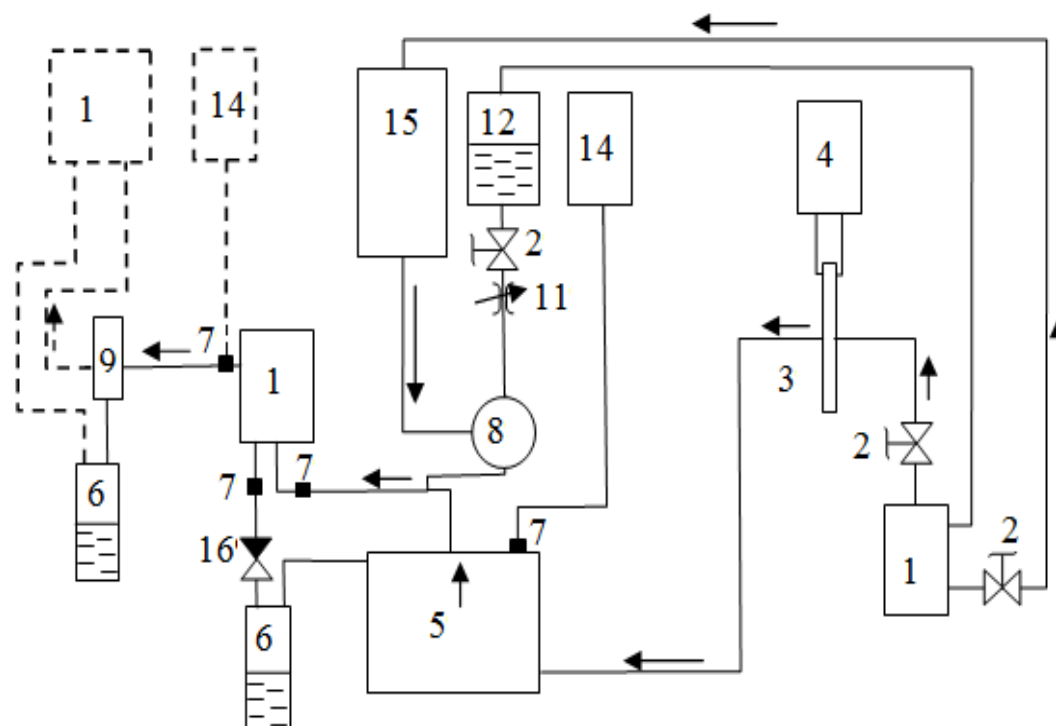


Рис. 3. Принципиальная схема установки испытаний СВК (пунктирными линиями обозначены дополнительные элементы стенда необходимые для испытания закрытой СВК, стрелками указано направление движения потока сжатого воздуха и его смеси с маслом):

- 1 – источник сжатого воздуха с постоянным давлением; 2 – кран регулирования подачи сжатого воздуха;
- 3 – диафрагма с фланцевым способом отбора давления (для определения расхода сжатого воздуха, стандартным сужающим устройством по ГОСТ 8.586.2-2005); 4 – микроманометр типа МИН-240(5)-1.0; 5 – имитатор КП; 6 – ёмкость для сбора масла; 7 – места измерения давления в системе (четыре точки – обозначены черным квадратом); 8 – эжектор (устройство смешения воздуха и масла); 9 – фильтр улавливания уноса масла;
- 10 – маслоотделитель; 11 – зажим регулирующий подачу масла в систему; 12 – емкость подачи масла;
- 13 – устройство для создания разряжения; 14 – водяной пьезометр; 15 – ротаметр с местными показаниями типа РМ ГОСТ 13045-67; 16 – обратный клапан (лепесткового типа).

### Условия проведения испытаний

1. Испытания маслоотделителя проводились на индустриальном масле ИЛС-10 ГОСТ 17479.4-87 имеющем кинематическую вязкость  $24,55 \text{ мм}^2/\text{с}$  при температуре  $20^\circ\text{C}$ .

2. Испытания проведены при температуре окружающего воздуха в диапазоне от  $20^\circ\text{C}$  до  $25^\circ\text{C}$ .

3. Испытания проведены с подачей сжатого воздуха (имитация КП) и с одновременной подачей масла.

Результаты испытаний:

1. Сопротивление маслоотделителя при продувке сжатым воздухом без подачи масла по результатам испытаний НТЦ ОАО «КАМАЗ» представлено в таблице 1.

Таблица 1 – сопротивление маслоотделителя

Расход КП, л/мин	Давление в картере, мм вод ст.	Давление на входе в маслоотделитель, мм вод ст.	Давление на сливе маслоотделителя, мм вод ст.
100	7	5	1
150	15	12	2
200	30	21	5
250	42	32	8
300	61	51	12
350	95	79	21
400	131	101	26
450	195	150	42
500	269	207	50

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

2. Сопротивление маслоотделителя при продувке сжатым воздухом без подачи масла, с подключением разряжения по результатам

испытаний НТЦ ОАО «КАМАЗ» приведено в таблице 2.

Таблица 2 – сопротивление маслоотделителя с подключением разряжения

Разряжение, мм вод ст.	Расход КГ, л/мин	Давление в картере, мм вод ст.	Давление на входе в маслоотделитель, мм вод ст.	Давление на сливе маслоотделителя, мм вод ст.
300	100	-202	-204	-209
	150	-166	-170	-178
	200	-121	-130	-153
	250	-83	-94	-123
	300	-33	-52	-95
	350	24	-3	-48
	400	96	65	-10
	450	207	168	49
500	500	393	341	180
	100	-192	-196	-202
	150	-149	-155	-167
	200	-117	-124	-139
	250	-81	-92	-121
	300	-50	-64	-101
	350	3	-22	-85
	400	53	17	-64
700	450	140	82	-33
	500	236	173	21
	100	-137	-140	-145
	150	-93	-97	-107
	200	-68	-76	-92
	250	-35	-49	-78
	300	-11	-32	-72
	350	20	-5	-65
900	400	50	21	-61
	450	93	59	-58
	500	222	151	-21
	100	-88	-90	-94
	150	-53	-55	-65
	200	-18	-24	-41
	250	12	-1	-26
	300	38	20	-19
350	68	42	-14	
400	110	80	-7	
450	155	119	-1	
500	214	156	6	

3. Величины отделения, уноса масла маслоотделителем и эффективности (3) откры-

той СВК по результатам испытаний НТЦ ОАО «КАМАЗ» представлены в таблице 3.

Таблица 3 – характеристика маслоотделителя открытой СВК

Расход КГ, л/мин	Расход подаваемого масла в СВК, гр./мин	Относительное содержание масла в КГ, гр./л	Расход унесенного масла, гр./мин	Давление в картере, мм вод ст.	Эффективность маслоотделителя, %
100	34	0,34	0,0033	32	99,990
200	29	0,145	0,001417	76	99,995
300	31	0,103	0,000591	136	99,998
400	28	0,07	0,000667	250	99,998
450	32	0,071	0,000476	320	99,999
500	33	0,066	0,30381	400	99,084

4. Величины отделения, уноса масла маслоотделителем и эффективности (3) закры-

той СВК по результатам испытаний НТЦ ОАО «КАМАЗ» представлены в таблице 4.

Таблица 4 – характеристика маслоотделителя закрытой СВК

Расход КГ, л/мин	Расход подаваемого масла в СВК, гр./мин	Относительное содержание масла в КГ, гр./л	Давление в картере, мм вод ст.	Разряжение, мм вод ст.	Расход унесенного масла, гр./мин	Эффективность маслоотделителя, %
100	29	0,29	-170	300	0,000773	99,997
200	35	0,175	-68		0,0016	99,995
300	27	0,09	-39		0,00032	99,998
400	30	0,075	60		0,000545	99,998
450	30	0,067	157		0,000636	99,997
500	32	0,064	274		0,000476	99,998

**Стендовые моторные испытания опытного маслоотделителя**

Были проведены стендовые моторные испытания маслоотделителя (открытой СВК), с установкой вместе с серийной СВК двигателя КАМАЗ 740.63-400 (в качестве второй ступени маслоотделения) [6].

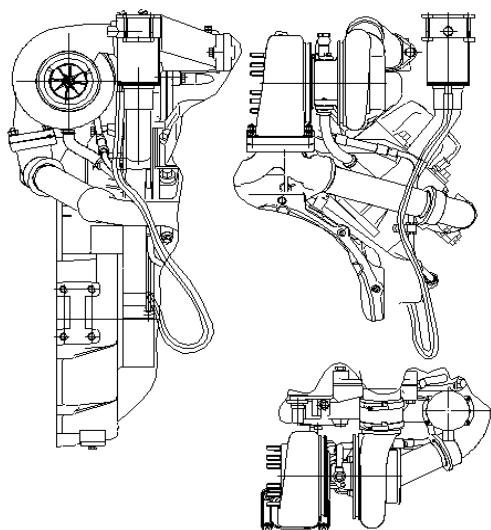


Рис.4. Модернизированная СВК

Место и условия проведения испытаний:

1. Двигатель перед испытаниями укомплектован в соответствии с приложением 2 ГОСТ 14846-81.

2. Испытания проводились на испытательном стенде для испытаний двигателей ф. «ХОРИБА-ШЕНК» (Германия). Испытательный стенд оборудован измерительными приборами согласно разделу 2 ГОСТ 14846-81.

3. В качестве охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя использовалась вода. Испытания проводились на моторном масле SAE 15W/40 Лукойл Супер ТУ 0253-075-00148636-99.

5 Условия проведения испытаний – в соответствии с ГОСТ 12.1.005.

Результаты испытаний СВК при работе двигателя КАМАЗ – 740.63-400 на режиме номинальной мощности по результатам испытаний НТЦ ОАО «КАМАЗ» приведены в таблице.

5. Количество отделенного масла было определено по формуле (1), а эффективность маслоотделителей была рассчитана по формуле (3).

Таблица 5 – характеристика маслоотделителя при моторных испытаниях:

Расход КГ, л/мин.	Подача масла в СВК, гр./10 мин	Эффективность маслоотделителя, %	Унос масла, гр./10 мин	Давление КГ, мм вод ст.
64	0	100	0	3
84	0	100	0	18
90	0,5	100	0	20
130	2,1	100	0	31
180	6	100	0	44
230	3,9	100	0	59
280	3	98,33	0,05	77
330	2,1	97,62	0,05	97
360	2	97,5	0,05	107
400	34,6	99,71	0,1	142

### Заключение

В результате анализа существующей проблемы было принято решение о создании новой системы вентиляции картера дизелей, а конкретно основного ее элемента – маслоотделителя. Проведенные стендовые безмоторные испытания позволили определить наилучший вариант модификации опытного маслоотделителя для дальнейших стендовых моторных испытаний. Проведя анализ полученных в результате испытаний данных можно сказать что маслоотделитель не чем не уступает своим зарубежным аналогам, и может быть использован на дизельных двигателях как с открытой системой вентиляции картера, так и с закрытой.

### Библиографический список

1. Балашов, А. А. Снижение аэродинамических потерь в газовоздушном тракте лодочного мотора - важнейший фактор увеличения мощности и улучшения экологических качеств / А. А. Балашов, В. А. Синицин, Е. А. Герман, А. Г. Кузьмин // Исследование, моделирование и управление в технических системах и природной среде. Ползуновский вестник. – 2003. – №12. – С. 38 – 41.
2. Волков, М. Ю. Рециркуляция картерных газов во впускной тракте дизеля / М. Ю. Волков // Известия ВУЗов. Серия Машиностроение. – 2008. – №10. – 23 – 24 с.
3. Кавтарадзе, Р. З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 720 с.
4. Пат.111582 РФ: F 01 M 13/04: Маслоотделитель системы вентиляции картера двигателя внутреннего сгорания / С. В. Башегуров, С. М. Андриянов, А. С. Ямаев; ОАО "КамАЗ". – №2011119675/06; заявл.16.05.2011; опубл.20.12.2011.
5. Пат.111583 РФ: F 01 M 13/04: Маслоотделитель системы вентиляции картера двигателя внутреннего сгорания (варианты) / С. В. Башегуров, С. М. Андриянов, Ямаев А. С., Хусаинов И. Н.; ОАО "КамАЗ". – № 2011123340/28; заявл. 08.06.2011, опубл.20.12.2011.
6. Попов, И. А. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования при вынужденном и свободноконвективном движении теплоносителей: автореф. дис. докт техн. наук: 01.04.14 / И. А. Попов; науч. рук. проф. докт. техн. наук Ю.Ф. Гортышов; Казанский государственный технический университет им. Туполева. – Казань, 2008. – 41с.
7. Технический регламент "О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ". Утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2005г. № 609.
8. Франц К. Мозер. Дизель в 2015 г.: Требования и направления развития технологий дизелей для легковых и грузовых автомобилей / К. Франц //

Журнал автомобильных инженеров. – 2008. – № 4(51). – С 54 – 62.

### ANALYSIS AND FORMATION OF REQUIREMENTS TO VENTILATING SYSTEMS OF DIESEL ENGINES' CRANKCASES

S. M. Andriyanov, S. V. Bashegurov

**Abstract.** This article dwells on the current problems associated with ventilating systems of diesel engines' crankcase. The main problems and their solutions are emphasized and described. The considerable attention is paid to the main element of ventilating system of a diesel engine's crankcase – oil separator. The article also presents a device for carrying out motorless tests of case's ventilating system. The authors have a data on motoless and motor tests of patented oil separator.

**Keywords:** engine, crankcase's ventilating system, diesel engine, oil separator, environmental protection.

### References

1. Balashov A. A., V. A. Sinitsyn, E. A. Herman, A. G. Kuzmin Snizhenie ajerodinamicheskikh poter' v gazovozdushnom trakte lodochnogo motora - vazhnejshij faktor uvelichenija moshhnosti i uluchshenija jekologicheskikh kachestv [Decrease of aerodynamic losses in the gas-air path of a boat engine is the most important factor of increasing capacity and enhancing environmental qualities]. *Issledovaniye, modelirovaniye i upravleniye v tehnicheskikh sistemah i prirodnoj srede. Polzunovskij vestnik*, 2003, no. 1 – 2. pp. 38 – 41;
2. Volkov M. Recirkuljacija karternyh ga-zov vo vpusknoj trakt dizelja [Recycling crankcase gases into intake tract of a diesel engine]. *Iz-vestija VUZov. Serija Mashinostroenie*, 2008. no. 10. pp 23 – 24;
3. Kavtaradze R. Z. *Teorija porshnevnyh dvigatelej. Special'nye glavy: Uchebnik dlja vuzov* [Theory of piston engines. Special chapters: Textbook for high schools]. Moscow, Izd-vo MG TU im. Bauman, 2008. 720 p.
4. Balagurov S. V., Andriyanov S. M., Amev A. S. *Maslootdelitel' sistemy ventiljicii kartera dvigatelja vnutrennego sgoranija* [Oil separator of a ventilating system of an internal combustion engine's crankcase]. Patent RF, no. 2011119675/06, 2011.
5. Balagurov S. V., Andriyanov S. M., Amev A. S., Khusainov I. N. *Maslootdelitel' sistemy ventiljicii kartera dvigatelja vnutrennego sgoranija (varianty)* [Oil separator of a ventilating system of an internal combustion engine's crankcase (options)]. Patent RF, no. 2011123340/28, 2011.
6. Popov I. A. *Teplogidravlicheskaja jeffektivnost' perspektivnyh sposobov intensifikacii teplootdachi v kanalah teploobmennogo oborudovanija pri vynuzhdennom i svobodnokonvektivnom dvizhenii* [Thermohydraulic efficiency of perspective methods for intensification of heat loss in channels of heat exchange equipment in compelled and free-convection movement of heat carriers: Dis. of doctor tehn. sciences: 01.04.14]. Kazan, 2008. 41 p.

7. Technical regulations "On requirements for emissions by vehicles in circulation on the territory of the Russian Federation, harmful (polluting) substances". Approved by Resolution of the Government of the Russian Federation dated October 12, 2005. no. 609.

8. Franz K. Moser. Dizel' v 2015 g.: Trebovaniya i napravleniya razvitiya tehnologii dizelej dlja legkovykh i gruzovykh avtomobilej [Diesel engine in 2015: Requirements and directions of development of a diesel engine's technology for motor cars and trucks]. *Zhurnal avtomobil'nyh inzhenerov*, 2008, no. 4(51), pp. 54 – 62.

Андриянов Сергей Михайлович (Россия, г. Набережные Челны) – магистр, инженер-конструктор НТЦ ОАО «КАМАЗ» (423827, г. Набережные Челны, пр. Автозаводский, 2, e-mail: [Sergei.Andriyanov@kamaz.org](mailto:Sergei.Andriyanov@kamaz.org))

Башегуров Сергей Викторович (Россия, г. Набережные Челны) – начальник бюро стендовых испытаний двигателей НТЦ ОАО «КАМАЗ». (423827, г. Набережные Челны, пр. Автозаводский, 2, e-mail: [Sergey.Bashegurov@kamaz.org](mailto:Sergey.Bashegurov@kamaz.org))

Andriyanov Sergey Mikhailovich (Russian Federation, Naberezhnye Chelny) – magister, design engineer of NTC JSC "KAMAZ" (423827, Naberezhnye Chelny, Avtozavodsky Ave., 2, e-mail: [Sergei.Andriyanov@kamaz.org](mailto:Sergei.Andriyanov@kamaz.org))

Bashegurov Sergey Viktorovich (Russian Federation, Naberezhnye Chelny) – head of the Bureau of engines' bench tests of NTC JSC "KAMAZ". (423827, Naberezhnye Chelny, Avtozavodsky Ave., 2, e-mail: [Sergey.Bashegurov@kamaz.org](mailto:Sergey.Bashegurov@kamaz.org))

УДК 656.07:658.7

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЁНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ» В ЕВРОПЕ С УЧЁТОМ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Н. К. Горяев, С. С. Циулин

Южно-Уральский государственный университет, Россия, г. Челябинск;

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены основы международных транспортных коридоров на территории стран Евросоюза, а также их дальнейшее развитие. Особое внимание уделено понятию «зеленый транспортный коридор». Рассмотрены и проанализированы основные ключевые показатели эффективности (Key Performance Indicators) в таких европейских транспортных коридорах как СуперГрин (SuperGreen), Восточно-Западный Транспортный Коридор (EWTC II), Балтийский транспортный коридор (Baltic Sea Region Transport Corridor) и проект Клайма (CLYMA). Выявлена и обоснована необходимость дальнейшего изучения проектов из этой сферы. Авторами предложено использовать вышеописанные данные для оценки потенциальных последствий, изменений в окружающей среде, которые могут оказать влияние на развитие транспортного сектора.

**Ключевые слова:** международный транспортный коридор, зеленый коридор, ключевые показатели эффективности

#### Введение

Транспортная система представляет собой одну из наиболее значимых составляющих глобальной инфраструктурно-экономической среды. Создавая условия для перемещения товаров и услуг, а также мобильности факторов производства, транспортная система служит связующим звеном в мировой экономике, обеспечивающим ее целостность и единство. Особую роль в этом играют обширные инфраструктурные и стратегические объекты – транспортные коридоры.

#### Транспортные коридоры

Транспортные коридоры – это магистральные направления, обеспечивающие за счет многопланового развития транспортной инфраструктуры в целом использование интермодальных и мультимодальных технологий. Функционирование транспортного коридора

должно обеспечиваться постепенным формированием определенных правовых условий, разработкой и принятием международных правовых актов (например, использование грузовых сопроводительных документов, обеспечивающих равноправное использование терминальных мощностей и других инфраструктурных объектов).

Страны-участницы тех или иных соглашений по международным транспортным коридорам (МТК) должны внедрять современные таможенные технологии, способствующие ускорению процедуры перевозки грузов и пассажиров, а также активно развивать транспортную инфраструктуру МТК на своей территории, создавать условия для удовлетворения потребностей пользователей, предоставляя сервис соответствующего международного уровня.

Так, Евросоюз (ЕС) придерживается определения транспортных коридоров, которое было принято на первой и второй Общеευропейских конференциях по транспорту (в 1993 году в Праге, в 1994 году на о. Крит). Формулировка этого понятия сводится к следующему: «Международный транспортный коридор – это совокупность магистральных транспортных коммуникаций (как имеющихся, так и вновь создаваемых) с соответствующим обустройством и инфраструктурой, связывающих крупные транспортные узлы, в рамках которого используются различные виды транспорта, обеспечивающие перевозки пассажиров и товаров в международном сообщении на направлении их наибольшей концентрации» [1].

В 2006 году Департаментом Транспорта США была предложена следующая формулировка: «Транспортный коридор – сочетание прерывистых, примыкающих друг к другу транспортных коммуникаций (автострад, магистралей, железнодорожных путей) которые со-

единяют основные направления и пункты назначения между собой». В понятие вкладывается не только набор маршрутов, но и список регулирующих форм как самих коридоров, так и всех примыкающих к ним объектов [2].

Прогресс не стоит на месте, и, довольно быстро стало очевидным, что создание обширной сети транспортных коридоров путем их объединения между собой – совершенно точно облегчит работу их анализа и контроля, а также методов модернизации. С такой задачей на путь к всеобщей систематизации дорожного процесса вырвался в лидеры Евросоюз. В целях интеграции всех транспортных сетей был создан проект «Т-TEN» [3], в рамках которого планируется полная интеграция всех главных транспортных коридоров (включая международные) на территории Евросоюза. Как следует из названия, «Т-TEN» (десять – англ.) состоит из 10 главных транспортных коридоров (рис. 1).

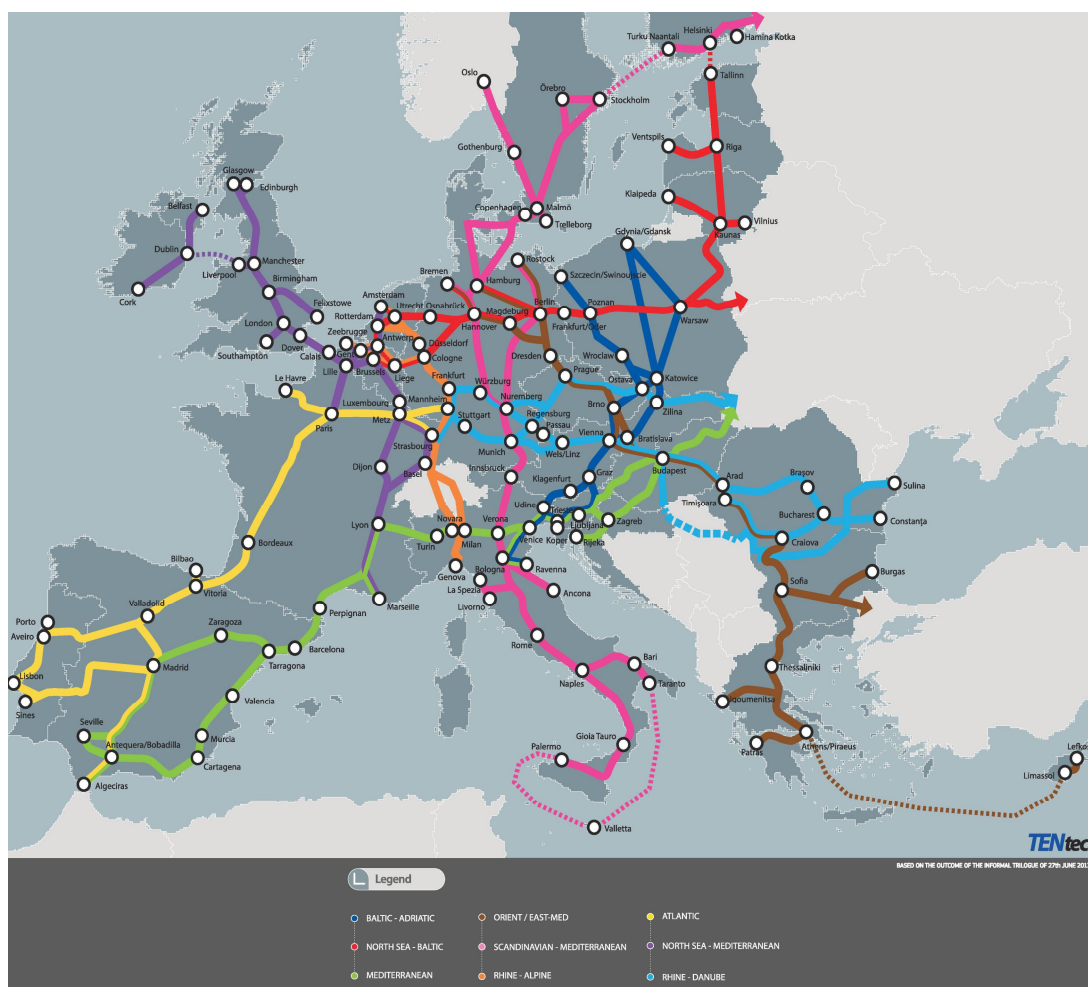


Рис. 1. Карта проекта транспортных коридоров T-TEN



Одной из главных целей проектирования данной системы коридоров стало стремление повысить экологическую обстановку на всех этапах доставки груза. Для этого был разработано понятие «Зеленый коридор», а также ряд специальных показателей.

Концепция "Зеленого транспортного коридора (Green Transport Corridor) впервые была озвучена в 2007 году на съезде стран ЕС под названием "Перспективы и планы развития в транспортной логистике". Согласно созданному плану, была принята новая ветвь развития в сфере транспорта с целью удовлетворения растущих объемов трафика за счет улучшения энергоэффективности и экологических показателей на всей территории ЕС. Именно такая сеть интегрированных маршрутов, направленная на создание «экологически безопасных путей» получила название «зеленый коридор». Слово «green» (т.е. «зеленый»; англ.) выбрано не случайно: априори ассоциирующееся с чем-то чистым, данное название хорошо обозначает экологическую направленность проекта.

«Зеленый Коридор» – это система регулирующих отношений на локальном (муниципальном), региональном, федеральном (национальном) и международном уровнях, направленная на создание более благоприятной экологической обстановки и безопасности на всех этапах перевозки груза.

Цель «Зеленого коридора» – уменьшить вредное воздействие транспорта на воздушную и водную среду, а также на здоровье человека; увеличить безопасность и эффективность транспортных средств. Также, одной из целей является сделать зеленый коридор одной из главных площадок для внедрения новых технологий и разработок в сфере транспорта.

По версии, принятой Европейским Союзом Совета Министров, ключевой целью зеленого коридора является снижение энергоемкости и повышение безопасности на дорогах. Особое значение имеет борьба за снижение объемов выбросов, количества отходов на всех видах транспорта, а также стимулирование к использованию альтернативных источников топливно-энергетических ресурсов. Одной из главных целей является транспортная эффективность, достигаемая посредством последовательного и качественного интегрирования.

Как видно из определения, одна из главных целей – это транспортная эффективность. Наибольшая транспортная эффективность может быть достигнута объединением систем и видов транспорта на основе их положительных качеств. При этом, переход товаров между различными видами транспорта

накладывает определенные требования к инфраструктуре. Таким образом, зеленый коридор не только отражает физические соединения и пути движения подвижного состава, но и стратегические аспекты распределения транспортных потоков через основные направления.

Один из других подходов заключается в параллельном использовании коридора как площадки для новых технологических разработок и инноваций. Такие проекты как ввод электронных платежей, навигация, электронный контроль устойчивости автомобилей, экологические стандарты расхода топлива у двигателей – все это должно служить одним из оснований для развития зеленых коридоров. Также, зеленые коридоры должны иметь поддержку транснациональной сотрудничества и координации с участием всех соответствующих заинтересованных сторон на разных уровнях (муниципальном, региональном, федеральном и международном), в том числе на этапе строительства инфраструктуры, сотрудничества с операторами, пользователями или же с местными и региональными властями. Частный сектор также играет очень важную роль.

Идеология «Зеленого коридора» позиционируется как:

- путь развития, направленный на снижение доли выбросов на автотранспорте, повышение качества и безопасности на дорогах, транспортной эффективности;
- стимулирование к применению транспортных средств с более высокой топливной экономичностью, а также альтернативных видов топлива;
- концепция интеграции всех основных видов транспорта в единую систему;
- открытая база для предложений от всех участвующих сторон;
- мониторинг национальных и международных грузовых потоков;
- разработка эффективного строительства и размещения пунктов перегруза, дополнительной инфраструктуры;
- путь к снижению доли человеческого фактора в общем количестве экологических угроз на транспорте за счет программ образования и повышения квалификации транспортного персонала;
- площадка для разработок и испытаний инноваций в логистике [4].

Для разработки экологически чистого транспортного коридора всегда требуются, в первую очередь, критерии его оценки на основе наиболее релевантных показателей,

качественно помогающих в анализе рассматриваемого коридора. Такие показатели, существующие не только в сфере логистики, называются «ключевыми показателями эффективности».

Ключевые показатели эффективности (Key Performance Indicators; KPI's). Это такие показатели, которые используются для анализа производительности выбранных зеленых коридоров. Использование ключевых показателей эффективности дает возможность оценить состояние коридора и помочь в его анализе и оценке. Определение показателей основано на наборе характеристик, которые определяют степень «экологичности» транспортного коридора, такие как, например, комодальность перевозки (co-modality), эффективность (efficiency), устойчивость (sustainability) и применение передовых технологий (application of advanced technologies).

В 2005 году была впервые предложена концепция из 4 показателей: стоимости, времени, надежности и гибкости (Cost/Time/Reliability/Flexibility). Позже, в качестве главных критериев, но уже для коридора Роттердам-Генуя, были выбраны показатели объема трафика, видов транспорта, времени

и коммерческой скорости. Критериями для проекта BRAVO (Перевал Бренера; Brenner corridor) стали время, надежность, гибкость, информация о клиентах, уровень загруженности подвижного состава, а также «целостность» транспортной документации.

Принимая во внимание все элементы, цель обзора заключается в определении ключевых показателей, которые бы лучше отражали релевантные/актуальные проблемы ныне существующих транспортных коридоров. В настоящее время на территории ЕС существует два основных перечня показателей, которые представлены на таблице 1 и 2. Первый из них представлен проектом SuperGreen, запущенный в 2010 году сроком на 36 месяцев комиссией стран ЕС. Главной целью значится контроль и поддержка устойчивого состояния транспортных сетей путем выполнения требований к проблемам экологического, технического, экономического и социального масштаба [5]. EWTC II – готовый проект норм и показателей, созданный специально к строительству транспортного коридора через Балтийское Море (Baltic Sea Region). Разработан и принят к использованию в 2012 году [6].

Таблица 1 – Показатели, предложенные проектом “SuperGreen”

<i>Показатель</i>	<i>Мера измерения</i>
Переменные издержки	Измеряется в €/тонно-км, без НДС
Время на транспорте (в наряде)	Измеряется в часах (средняя скорость, измеренная в км/ч, в зависимости от применения)
Надежность и своевременность обслуживания	Измеряется в проценте партий, прибывших в срок.
Частота обслуживания	Измеряется в количестве услуг в год.
Выбросы CO <sub>2</sub>	Измеряется в г/т-км
Выбросы SO <sub>x</sub>	Измеряется в г/т-км

Таблица 2 – Показатели, предложенные проектом “EWTC” [7]

<i>Область деятельности</i>	<i>Показатели</i>
Экономическая эффективность и качество работы служб	Общие объемы; Время доставки; Пропускные возможности коридора;
Экологическая эффективность	Использование полной энергии Парниковые газы, CO <sub>2</sub> e; Экологические стандарты двигателей <sup>1</sup> ; ISO 9001 “Опасные грузы”; Альтернативные виды топлива АЗС;
Социальная эффективность	ISO 31000 <sup>2</sup> ; ISO 39000 <sup>3</sup> ; Безопасная парковка; Рейтинговые системы общей безопасности; Огороженный терминал.

<sup>1</sup> Нормы выбросов автомобильными двигателями отработавших газов “Engine standards on pollutants established by the European Unit” (Европейский Союз, 1998)

<sup>2</sup> ISO 31000 относится к управлению рисками (ISO, 2014a)

<sup>3</sup> ISO 39001:2012 относится к безопасности дорожного движения (Road Traffic Safety/RTS) системам управления (ISO, 2014b)

Одними из главных показателей безопасности являются следующие характеристики:

1. Критерий мер безопасности на дорогах.

Транспортный коридор EWTC II предлагает два показателя, использующие "Общую рейтинговую систему безопасности", в которую также включен стандарт ISO 39000. ISO 39000 указывает на систематическую работу, связанную с безопасностью дорожного движения (EWTC II, 2012) [8]. Это обновленный стандарт ISO 39001:2012 (ISO, 2014b). В нем предлагается определение, отражающее уровень принятия мер по обеспечению безопасности на дорогах, автострадах и др. транспортно-инфраструктурных объектах.

2. Критерий мер безопасности жизнедеятельности.

Среди критериев коридора EWTC II многие индикаторы главным образом связаны со строительством так называемых "изолированных/огороженных терминалов", ссылающиеся на ISO 31000 и норматив "Безопасной парковки" (Safe parking). ISO 31000 регулирует систематическую работу различных угроз безопасности (ISO, 2014A). Определение качественных показателей, отражающих уровни принятия различных мер также представлены в данном стандарте [4].

Кроме выбранных индикаторов постоянно предлагаются новые, так или иначе отражающие динамику современных тенденций. Таблица 3 представляет собой критерии, предложенные экспертами в 2014 году, получившее название CLYMA [9].

Таблица 3 – Набор новых показателей CLYMA Project

<i>Область деятельности</i>	<i>Индикатор</i>
Управление службами в зависимости от участка	Стоимость строительства Индукцированные экономическая деятельность Расходы на техническое обслуживание Управление процессом планирования, расчета спроса и издержек Статья доходов от новых налогов (eurovignette)
Влияние на физическую среду	Шум Влияние на ландшафт Эффекты на природно-охраняемые области Фрагментация территории Согласие местного населения Влияние на экологическую обстановку на городской территории
Доля совместного перевозок на нескольких видах транспорта	Перевозка осуществлена без участия автомобильного транспорта
Качество обслуживания в области интермодальных перевозок	Необходимость услуг ИКТ Стандартизация правил Легкость модального обмена
Использование мощностей	Занятость поездов в обоих направлениях

На основе трех наборов показателей можно составить один, сгруппировав индикаторы

по блокам. Полный набор представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Полный набор показателей

<i>Блок</i>	<i>Индикатор</i>	<i>Предложен проектом (название проекта)</i>
Операции	Прямые затраты на транспорт	SuperGreen
	Время в пути	SuperGreen
	Надежность сервиса	SuperGreen
	Частота обслуживания	SuperGreen
	Техника безопасности	ECTW II, измененный
	Безопасность жизнедеятельности	ECTW II, измененный
	Доля перевозок несколькими видами транспорта	CLYMA
Доля выбросов, влияние на окружающую среду	Качество обслуживания интермодальных перевозок	CLYMA
	Заправки альтернативным топливом	ECTW II
	CO <sub>2</sub> выбросы	SuperGreen
	Стандарты двигателей	ECTW II
	SO <sub>x</sub> выбросы	SuperGreen

Экономический и социальный эффект	Управление службами в зависимости от участка	CLYMA
	Влияние на ландшафт	CLYMA
	Общие объемы товаров	ECTW II
	Использование мощностей	CLYMA

Когда показатели выбраны, производительность коридора должна периодически проходить проверку (с интервалом раз в год, ссылаясь на регламент 93/2010). Шаг первый: Анализ и повторная оценка показателей на основе текущих результатов и прогнозов рынка. Шаг второй: Основываясь на полученных данных, если необходимо, сделать необходимые изменения показателей на более релевантные [4].

**Заключение**

В рамках развития транспортных сетей в масштабах страны переход на экологически чистую форму перевозки видится наиболее привлекательным с точки зрения прогресса. Зеленый коридор, предлагающий путь развития, направленный на снижение доли вредных выбросов на автотранспорте, повышение безопасности на дорогах и транспортной эффективности видится как одна из наиболее перспективных основ для строительства транспортных сетей нового поколения, открытых широкому внедрению инноваций.

**Библиографический список**

1. Винокуров Е. Ю., Джадралиев М. А., Щербанин Ю. А. Международные транспортные коридоры ЕврАзЭС: быстрее, дешевле, больше [Электронный ресурс] // Евразийский Банк Развития [Официальный сайт]. URL: <http://transtec.transtecneva.ru/files/File/eurozec.pdf>
2. Theme Title: Transport (including Aeronautics) SuperGreen Supporting eu's freight transport logistics action plan on green corridors issues [Электронный ресурс] // Seventh framework programme Grant agreement for: Coordination and Support Actions (coordination) Grant agreement no.: tren/fp7tr/233573/"SuperGreen" Green Corridors Handbook Volume I. URL: <http://www.supergreenproject.eu/docs/public/Handbook-I.pdf>
3. Presentation of Development Green corridor in Baltic Sea Area BESTFACT [Официальный сайт]. URL: [http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2013/10/Bestfact\\_Vilnius\\_18Sep\\_Day1.2\\_SakalysVGTU.pdf](http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2013/10/Bestfact_Vilnius_18Sep_Day1.2_SakalysVGTU.pdf)
4. Development of the connection Lyon-Madrid on the mediterranean corridor [Электронный ресурс] // CLYMA KPI's project. URL: <http://www.clyma.eu> (дата обращения: 17.11.2014).
5. Theme Title: Transport (including Aeronautics) SuperGreen Supporting eu's freight transport logistics action plan on green corridors issues [Элек-

тронный ресурс] // Seventh framework programme Grant agreement for: <Coordination and Support Actions (coordination) Grant agreement no.: tren/fp7tr/233573/"SuperGreen" Green Corridors Handbook Volume II. URL: <http://www.supergreenproject.eu/docs/public/Handbook-II.pdf>

6. Sustainable transport. EWTC (2012) East West Transport Corridor. Development Green corridor in Baltic Sea by Aldirdas Sakalys [Электронный ресурс] // Vilnius Gedminas Technical University [Официальный сайт]. URL: <http://vgtu.lt/for-business/projects/sustainable-transport/65774>

7. Implications of the EU transport policy on development of sustainable transport in the Baltic Sea region. [Электронный ресурс] // Transbaltic BSR (2010) Task 4.3 Sustainable transport and green corridors. URL: <http://www.transbaltic.eu/wp-content/uploads/2011/02/TransBaltic-4-3-GreenCorridors-11-02.pdf>

8. Best Practices in Corridor Management; Trade Logistics Group February, 2005; John Arnold, Gerald Ollivier [Электронный ресурс] // The World Bank [Официальный сайт]. URL: [http://www.mcli.co.za/mcli-web/downloads/docs/Corridor\\_BestPractices.pdf](http://www.mcli.co.za/mcli-web/downloads/docs/Corridor_BestPractices.pdf)

9. T-TEN corridors project [Электронный ресурс] // European Commission [Официальный сайт]. URL: [http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/tent-guidelines/corridors/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/tent-guidelines/corridors/index_en.htm)

**PERSPECTIVES OF DEVELOPING THE GREEN TRANSPORT CORRIDORS IN EUROPE WITH THE KEY PERFORMANCE INDICATORS**

N. K. Goryaev, S. S. Tsiulin

**Abstract.** The main goal of this paper is the review of theoretical basics of international transport corridors on the territory of the European Union and their future development. As for the main object there was chosen the new concept concerning international methods in transport sector – “green transport corridor”. This article describes the typical performance indicators of such corridors, based on the existing projects in the European countries, namely the main key performance indicators in such European projects as SuperGreen, East-West Transport Corridor (EWTC II), Baltic transport corridor and CLYMA project. The main goal is to present the key performance indicators that have been selected for testing these projects and to use them for transport sector's development.

**Keywords:** international transport corridor, green corridor, green objective, key performance indicators.

### References

1. Vinokurov E. Y., Dzhadraliev M. A., Shherbanin Ju. A. Mezhdunarodnye transportnye kori-dory EvrAzJeS: bystree, deshevle, bol'she. Available at: <http://transtec.transtec-neva.ru/files/File/eurozec.pdf> (accessed 20.11.2014).
2. Theme Title: Transport (including Aeronautics) SuperGreen Supporting eu's freight transport logistics action plan on green corridors issues. Available at: Seventh framework programme Grant agreement for: Coordination and Support Actions (coordination) Grant agreement no.: tren/fp7tr/233573/"SuperGreen" Green Corridors Handbook Volume I. URL <http://www.supergreenproject.eu/docs/public/Handbook-I.pdf> (accessed 21.11.2014).
3. Presentation of Development Green corridor in Baltic Sea Area BESTFACT Available at: [http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2013/10/Bestfact\\_Vilnius\\_18Sep\\_Day1.2\\_SakalysVGTU.pdf](http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2013/10/Bestfact_Vilnius_18Sep_Day1.2_SakalysVGTU.pdf) (accessed 18.11.2014).
4. Development of the connection Lyon-Madrid on the mediterranean corridor. Available at: <http://www.clyma.eu> (accessed 17.11.2014).
5. Theme Title: Transport (including Aeronautics) SuperGreen Supporting eu's freight transport logistics action plan on green corridors Available at: <http://www.supergreenproject.eu/docs/public/Handbook-II.pdf> (accessed 18.11.2014).
6. Sustainable transport. EWTC (2012) East West Transport Corridor. Development Green corridor in Baltic Sea by Aldirdas Sakalys Available at: Vilnius Gedminas Technical University [Офиц. сайт]. URL <http://vgtu.lt/for-business/-projects/sustainable-transport/65774> (accessed 17.11.2014).
7. Implications of the EU transport policy on development of sustainable transport in the Baltic Sea region. Available at: Transbaltic BSR (2010) Task 4.3 Sustainable transport and green corridors. URL <http://www.transbaltic.eu/wp-content/uploads/2011/02/TransBaltic-4-3-GreenCorridors-11-02.pdf> (accessed 17.11.2014).
8. Best Practices in Corridor Management; Trade Logistics Group February, 2005; John Arnold, Gerald Ollivier Available at: [http://www.mcli.co.za/mcli-web/downloads/docs/Corridor\\_BestPractices.pdf](http://www.mcli.co.za/mcli-web/downloads/docs/Corridor_BestPractices.pdf) (accessed 11.2014).
9. T-TEN corridors project. European Commission Available at: [http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t-guidelines/corridors/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t-guidelines/corridors/index_en.htm) (accessed 20.11.2014).

*Горяев Николай Константинович (Россия, г. Челябинск) – кандидат технических наук, заведующий кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта Южно-Уральского государственного университета (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, e-mail: vetkadog@mail.ru)*

*Циулин Сергей Сергеевич (Россия, г. Челябинск) – аспирант Южно-Уральского государственного университета (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, e-mail: doublesize74@gmail.com)*

*Goryaev Nikolay Konstantinovich (Russia, Chelyabinsk) - candidate of technical sciences, head of the department "Operation of motor transport" of the South Ural State University (454080, Chelyabinsk, Lenina ave., 76, e-mail: vetkadog@mail.ru)*

*Tsiulin Sergey Sergeevich (Russia, Chelyabinsk) - postgraduate student of the South Ural State University (454080, Chelyabinsk, Lenina ave., 76, e-mail: doublesize74@gmail.com)*

УДК 631. 3004. 67(075.8)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СОСТАВОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

С. А. Корнилович

ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П. А. Столыпина, Россия, г. Омск

**Аннотация.** В статье изложены характеристики ремонтно-восстановительных составов (РВС) и особенности их взаимодействия со смазкой и металлом деталей машин. Приведена методика экспериментов по применению (РВС) в качестве материала, влияющего на интенсивность изнашивания деталей автотракторных двигателей. Приведено математическое описание процесса трения при применении (РВС) и среднее значение параметра оптимизации по параллельным опытам. Изложены результаты исследования влияния различных факторов на процесс образования металлокерамического защитного слоя (МКЗС). Сделано заключение о целесообразности применения (РВС) только при приработке двигателей. Дано обоснование необходимости перемешивания (РВС) воздействием ультразвука.

**Ключевые слова:** изнашивание, износостойкость, ремонтно-восстановительный состав, металло-керамический слой, поверхность трения.

### Введение

Одной из проблем, связанной с трением при эксплуатации автотракторных двигателей, является износ деталей и создание средств и технологий формирования поверхностей с оптимальными триботехническими и прочностными свойствами подвижных соединений. Процесс трения устранить невозможно, так как он связан с движением тела и естественно с превращением механической энергии в другие ее виды, но уменьшить эффект изнашивания можно. Или, не меняя процесс трения, можно повысить износостойкость материала поверхности трения [1]. В тоже время повышение износостойкости в большинстве случаев связано с значительными производственными затратами, а при эксплуатации машин, в том числе и автотракторных двигателей, является проблематичным процессом. С открытием отечественными учеными Д. Н. Гаркуновым, В. И. Крагельским, В. Г. Шимановским и В. Н. Лозовским эффекта избирательного переноса при трении (авторское свидетельство СССР №179609 от 14 мая 1962г.) появилась концепция «Безыносное трение» и «Безразборный ремонт» [2,3].

Полнее отражает суть процесса иная формулировка – «Безразборное восстановление изнашивающихся поверхностей трения в процессе работы машины». Сущность процесса безразборного восстановления в следующем. При работе машины на парах трения возникает нагрузка, а в отдельных местах «сверх нагрузка», при которой выделяется избыточная энергия, вызывающая изнашивание. Если же в зону усиленного изнашивания ввести специальный материал, то энергия разрушения превращается в энергию (созидания), вызывающую восстановление следов износа по ходу работы механизма машины [1,2]. Такими специальными материалами, известными в настоящее время, являются: металлоплакирующие, полимерсодержащие составы и металлокерамические специальные ремонтно-восстановительные составы (РВС).

**Металлоплакирующие составы (реметаллизанты).** В настоящее время известно более 20 отечественных и несколько зарубежных препаратов металлоплакирующего действия. Сущность процесса металлоплакирования заключается в активации частиц кинетической и потенциальной энергией трения. Чем большая шероховатость поверхностей трения и контактная нагрузка, тем боль-

шая энергия трения и активность частиц препарата. В результате таких действий из активных компонентов и частиц износа на трущихся поверхностях формируется защитная (сервоитная) пленка, имеющая низкий коэффициент трения и высокую износостойкость [1, 2, 3].

Наиболее распространены металлоплакирующие составы типа «LUBRIFILM metal», «РиМет», «СУРМ», «СУРАД», смазочная композиция «Эрфолг» и др. Ближним к «LUBRIFILM metal» по составу и технологическим свойствам является отечественный реметаллизант «РиМет», разработанный институтом металлургии Уральского отделения РАН. В рекламных проспектах фирмы «ВМП» указывается, что РиМет состоит из ультрадисперсных порошков сплава меди, олова и серебра в базовой нейтральной основе. По данным разработчиков для восстановления двигателя РиМетом рекомендуется высокая «ремонтная дозировка», после которой эффект проявляется в течение первой тысячи километров пробега и сохраняется до 10 тыс. км. «Поддерживающая дозировка», рекомендуется применять препарат при каждой смене масла, что повышает эффект до пробега 30 тыс. км. К недостаткам этих составов относится ограниченный пробег и высокая «ремонтная дозировка».

Композиции типа СУРАД, СУРМ производства НПО «Пигмент» г. Санкт-Петербург содержат маслорастворимые комплексы соединений меди, олова, алюминия, железа и образуют на поверхности деталей металлическую пленку, которая способствует уменьшению трения в сотни раз. Маслорастворимые комплексы являются присадками но не восстановителями изнашиваемых поверхностей.

Смазочная композиция «ЭРФОЛГ», предлагаемая Московским агроинженерным университетом, содержит соли плакирующего металла (олеат и глицерат меди), органическую олеиновую кислоту, глицерин и некоторые другие вещества. Особенностью применения указанного препарата является следующее: порошковый реметаллизант следует вводить непосредственно в систему смазки двигателя, а не в отдельную емкость масла приготовленного к заправке; не исключаются случаи выпадения частиц порошка в осадок или быть центрифугированы фильтром тонкой очистки. Что также является недостатком композиции.

**Полимерсодержащие составы.** Это группа материалов, таких как политетрафторэтилен (тефлон), перфторпропиленоксид, перфторполиэфир карбоновой кислоты (эпилам), фторопласт-4 и др.

По данным изготовителей, полимерсодержащие составы в процессе обработки покрывают трущиеся поверхности деталей, что заменяет трение металла о металл трением полимера по полимеру. В результате этого увеличивается срок службы двигателей. Однако, несмотря на кажущийся эффект, существуют проблемы их применения. Тефлоновое покрытие поверхностей трения постепенно шаржируется частицами износа, в результате образуется подобие абразивного слоя, способствующего изнашиванию деталей. Отмечается также образование смолистых отложений и нагара на днище поршней и поршневых колец. Высокая концентрация препарата в масле, по данным разработчиков, может вызвать изменение свойств базового смазочного масла. Положительный эффект полимерсодержащих составов проявляется на стальных поверхностях, имеющих высокую твердость.

### **Металлокерамические ремонтно-восстановительные составы (РВС)**

Новым направлением в автохимии и трибологии является «геотрибология» (от греч. гео-земля). Термин включает понятие трех процессов- трение, износ и смазывание в определенных условиях слоистыми серпентинитовыми минералами и соединениями геологического происхождения имеющими микро- и наноразмеры.

На основе этих материалов создаются специальные добавки в топливо и смазки. Эти добавки могут вступать во взаимодействие с металлом поверхностей трения и формировать на них металлокерамический защитный слой (МКЗС), который восстанавливает износ [2, 4]. Препараты на основе минералов именуется «геомодификаторы».

Из отечественных металлокерамических препаратов находят применение в ряде отраслей промышленности «Трибо» Российской фирмы «Технопарк» город Новосибирск; «Живой металл» фирмы «Фокар» город Санкт-Петербург; ремонтно-восстановительный состав «РВС» научно-производственной фирмы «Проблемы трения и износа» город Москва; металлокерамический препарат, разработанный научно-производственным объединением «Руспромремонт» именуемый как «RVS technology» город Санкт-Петербург. Препарат «RVS - technology» обеспечивает выборочное наращивание металлокерамического слоя в

наиболее изношенных местах деталей двигателей [4].

По химическому и фазовому составу препарат представляет собой классический магнезиально-железистый силикат (серпентин), являющийся формой целого ряда минеральных руд класса оливинов, конечными фазами которого являются форстерит ( $Mg_2SiO_4$ ) и ( $Fe_2SiO_4$ ). Указанные минералы кристаллизуются в ромбической сингонии, являются изоморфными. При этом в ряду серпентинов магний всегда частично замещен закисью железа.

Восстановление и упрочнение подвижных соединений, по описанию разработчиков, металлокерамическими материалами осуществляется за счет формирования на поверхностях трения структур повышенной прочности, подавления процессов водородного изнашивания и охрупчивания металла, повышения термодинамической устойчивости системы поверхности трения- смазочный материал. Поверхностно - активные вещества (ПАВ) металлокерамического восстановителя, после введения в системы двигателя подготавливают поверхности трения химически (катализ) и физически (суперфиниш), очищая их от нагара, оксидов и отложений. Создаются условия образования ювенильной поверхности, при которой возможно образование металлической связи частиц состава с поверхностью деталей. Очистка завершается в первый час работы после ввода (РВС) в состав смазки.

В очищенную зону трения внедряются вместе с катализатором металлокерамические частицы, зона контакта обедняется водородом, а поверхностные слои изменяют свою структуру и прочность увеличивается. С наработкой на поверхностях трения формируется [органометаллокерамическое] покрытие, частично восстанавливающее дефекты поверхности трения и обладающее высокими антифрикционными и противоизносными свойствами [3,4].

При применении составов (РВС) недостатком является: нарушение температурной стабильности обработанного (РВС) двигателя, вследствие дополнительного теплового сопротивления металлокерамического защитного слоя (МКЗС) отводу тепла от поршня через поршневые кольца и увеличение выхода окислов азота в отработавших газах. Нарушение температурной стабильности происходит из-за низкой теплопроводности (МКЗС), образующегося на кольцах. К положительному явлению относится то, что одновременно с выходом окислов азота снижается концентрация окиси углерода и углеводородов в отработавших газах.

**Методика экспериментального исследования**

Учитывая положительные и отрицательные стороны влияния металлокерамического РВС на процесс трения в механизмах машин, на кафедре технического сервиса, механики и электротехники ОмГАУ им. П.А.Столыпина спланирован эксперимент [5]. Проведены исследования с целью определения возможности применения (РВС) в качестве средства, способствующего снижению интенсивности изнашивания деталей автотракторных двигателей в процессе их эксплуатации и ремонта.

В качестве объекта исследования принята цилиндропоршневая группа (ЦПГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Известно, что ресурс (ДВС) после ремонта в значительной степени зависит от погрешностей, возникающих при восстановлении деталей, при сборке кривошипно-шатунного механизма и (ЦПГ) [7]. В этих случаях при работе двигателей происходит более интенсивный износ деталей. Интенсивнее изнашиваются поршневые кольца и цилиндры. Приработка деталей (ЦПГ) происходит длительнее и заканчивается значительным износом и увеличением зазоров между поршнем и цилиндром, что сокращает ресурс (ЦПГ) и двигателя в целом.

Проведены экспериментальные исследования и испытания в производственных условиях. Эксперименты выполнялись на специальном стенде, имитирующем трение образцов поршневого кольца при режиме нагрузки: скорость скольжения – 8 м/с, давление – 6 МПа, температура масла – 80 С°.

В качестве опытных пар трения использованы образцы из поршневых колец а контртело из чугуна, состав и микроструктура которого аналогичны цилиндрам (ДВС). В качестве смазки использовано моторное масло «ТНК SAE» 15w-40 API SF/CC, как менее вязкое по сравнению со штатным моторным маслом. Все эксперименты проведены с применением (РВС) типа «RVS Technology», как более эффективный состав для автотракторных двигателей. Износ образцов определяли весовым методом на аналитических весах ВЛА-200т-М с ценой деления 0,0001г. Взвешивание производилось через каждые два часа работы станочки. Одна партия образцов испытывалась без (РВС), другая на аналогичном режиме с (РВС).

Равномерность распределения препарата (РВС) в масле оценивали по концентрации кремния в пробах масла спектральным анализом с помощью фотоэлектрической установки МФС-7. Пробы объемом 15мл. каждая брали из ванны прямоугольной формы раз-

деленной на шесть равных частей и заполняемой маслом с (РВС) объемом 180мл. Из каждого участка брали пробы шприцом с мерной шкалой. Вычислив объем частиц кремния в каждой пробе и среднее арифметическое всех шести проб, находили отклонение от среднего значения концентрации проб и на основе этого оценивали равномерность распределения (РВС) в масле.

Распределение (РВС) в масле осуществляли взбалтыванием вручную и воздействием ультразвука с помощью ультразвукового устройства «РЕТОНА» УСУ-0707 с частотой акустических колебаний излучателя 110кГц.

Производственные испытания выполнялись на тракторах МТЗ- 82, эксплуатируемых в хозяйствах области в течение пяти лет. Планировались наблюдения по двум этапам. Первый без (РВС), второй - с (РВС). Оба этапа при наработке по 150 мото-часов. Через каждые 20 - 25 часов наработки производились контрольные измерения: компрессии в цилиндре- компрессометром «ДРУГ»; давление масла- штатным манометром; прорыв газов в картер- расходомером КИ-13361; дымность выхлопных газов дымомером «Инфракар-Д», расход топлива по учетным листам. Для определения концентрации продуктов износа отбирали пробы масла. Анализ проб масла выполняли с использованием фотоэлектрической установки МФС-7.

**Результаты исследований**

Для оценки влияния удельного давления (Р) на опытные образцы, скорости скольжения(V), и температуры масла (Т) и математического описания процесса трения использована математическая модель первого порядка вида.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3 X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{23}X_2X_3 + b_{123} X_1X_2X_3. \quad (1)$$

Для получения оценки коэффициентов уравнения (1) использован полный факторный эксперимент типа 2<sup>3</sup>. Каждый опыт выполнялся трижды. Порядок испытаний рандомизирован с помощью таблиц случайных чисел [6]. Для определения возможности проведения регрессионного анализа рассчитана однородность дисперсий параллельных опытов по критерию Кохрена [5]. Расчеты показали, что для полного факторного эксперимента ошибки всех коэффициентов равны между собой. Все коэффициенты уравнения (1), кроме b<sub>3</sub>, b<sub>13</sub>, b<sub>23</sub>, b<sub>123</sub> оказались статистически значимыми. После исключения статистически незначимых коэффициентов уравнение регрессии приняло следующий вид



$$Y = 1.116 + 0.141X_1 + 0.224X_2 + 0.049X_1X_2. \quad (2)$$

Подставив вместо кодовых натуральные значения факторов, получено выражение модели (1)

$$Y = 1116 + 0,141P + 0,224V + 0,049T. \quad (3)$$

На основании полученных результатов и анализа уравнения (3) сделан следующий вывод: с увеличением удельной нагрузки на опытные образцы и скорости скольжения износ возрастает; влияние температуры масла на износ образцов в присутствии препарата (PBC) незначительное; в первый период опытов в течение шести часов износ образцов при наличии препарата (PBC) в масле меньше в 3,4 раза, чем без препарата (PBC).

Скорость изнашивания (мг/час) образцов (взвешивание производилось через каждые два часа непрерывной работы установки) при условии: 1) - масло без (PBC) - в течение первых четырех часов - 0,5, в следующие два часа - 0,37, через восемь часов - 0,21, после 12 часов - 0,053 и далее при продолжении работы до 20 часов скорость изнашивания изменялась в интервале 0,010-0,025; 2) - масло с (PBC) - в течение первых четырех часов - 0,12, следующие два часа - 0,08, после шести часов - 0,048, далее при продолжении работы до 20 часов скорость изнашивания изменялась в интервале 0,010- 0,015 мг/час. С максимальной скоростью изнашивание происходило в первые четыре часа работы. В присутствии (PBC) в масле скорость изнашивания в четыре раза меньше, чем при работе без (PBC). Колебание в большую меньшую сторону значения скорости изнашивания после 9 - 10 часов работы меньше в случае работы с (PBC), чем без (PBC).

Неравномерность распределения частиц препарата в объеме масла после обработки ультразвуком значительно меньше, чем при перемешивании взбалтывание вручную, как это рекомендуется производителем препарата. Отклонение от среднего арифметического значения концентрации кремния в смеси масла с (PBC) составило в случаях обработки ее ультразвуком 17,71 %, а при смешивании взбалтыванием вручную - 50 %. Наименьшее значение концентрации частиц с кремнием в отдельных пробах после ультразвуковой обработки составляло 0,025 г/л, а в случаях взбалтывания вручную - 0,005 г/л. Максимальное содержание частиц с кремнием в пробах составляло 0,035 г/л.

Применение (PBC) при производственных испытаниях показали их эффективность по следующим показателям. Концентрация продуктов износа в картере двигателей снизилась в 2,5-3,26 раза. Уменьшение дымности отрабо-

тавших газов составило на режиме холостого хода 18 %, на номинальном режиме - 6 %. Прорыв газов в картер уменьшился на 11%. Расход топлива уменьшился на 5 %. Заметно повысилась приемистость двигателя и стабильность работы на низких оборотах, понизилась шумность и вибрация двигателя.[8].

### Заключение

На основе литературного обзора и анализа характеристик плакирующих, полимерсодержащих и металлокерамических составов, предлагаемых на рынке в качестве средств безразборного сервиса машин и механизмов, более эффективными и перспективными считают металлокерамические ремонтно-восстановительные составы (PBC). По сравнению с плакирующими составами металлокерамические не содержат цветных металлов, их основой являются более доступные в производстве слоистые силикатные минералы. Составы (PBC) не вызывают изменений свойств базового смазочного масла, а в отличие от полимерсодержащих - не способствуют образованию смолистых отложений и нагара на днище поршней и на поверхностях поршневых колец.

Сравнительные опыты с образцами, изготовленными из поршневых колец, на установке, позволяющей имитировать режим трения близкий к режиму трения поршневое кольцо - цилиндр, с применением (PBC) типа «RVS-technology» и без (PBC) показали: скорость изнашивания образцов с применением (PBC) в первые четыре часа работы меньше в 4 раза, чем при работе без (PBC); скорость изнашивания образцов достигла минимального значения с (PBC) через восемь часов, без (PBC) - через 12 часов работы и при продолжении работы до 20 часов от начала опытов изменялась, но не значительно то в большую, то в меньшую сторону в интервале при работе с (PBC) 0,010 - 0,012 мг/час, без (PBC) - 0,010 - 0,026 мг/час; в первый период работы в течение шести часов износ образцов по массе при наличии (PBC) в масле меньше в 3,4 раза, чем за то же время работы без (PBC).

Такой характер изменения скорости изнашивания образцов дает основание считать, что применение (PBC) целесообразно и эффективно при обкатке двигателей при их ремонте на этапе приработки цилиндропоршневой группы, а также в двигателях, имеющих определенную наработку и заметные признаки износа.

Условием эффективного применения (PBC) является определенная концентрация его в масле и равномерное распределение по поверхности трения. В связи с этим необходимо строго соблюдать требования произведе-

лей (РВС) [3,4]. Равномерность распределения (РВС) в масле производителями рекомендуется обеспечивать взбалтыванием вручную. Получающаяся при этом неравномерность концентрации частиц соединений кремния в масле очень большая, по результату спектрального анализа она составила 50 %.

Более равномерное распределение (РВС) в смазочном масле можно обеспечить ультразвуковым воздействием. Перемешивание (РВС) со смазочной жидкостью с помощью ультразвукового устройства «РЕТОНА» УСУ – 0707 с частотой акустических колебаний излучателя 110 кГц обеспечивает разницу в концентрации частиц соединений кремния 17,7 %.

Применение (РВС) при испытаниях на тракторах и в автомобилях, эксплуатируемых в сельскохозяйственных предприятиях ЗАО «Дружба» и СПК «Пушкинское» Омской области оказало положительное влияние на ряд параметров работы двигателей. При первом контрольном измерении определено повышение компрессии в цилиндрах двигателей, уменьшение прорыва газов в картер, уменьшение дымности выхлопных газов, повышение приемистости двигателей.

Судя по свойствам (РВС) типа «RVS – technology», улучшение работы двигателей по перечисленным выше параметрам произошло под влиянием двух факторов. Это качественная приработка в первые часы работы после ввода (РВС) в двигатели и совершившийся процесс очистки деталей от нагара, оксидов и отложений.

В результате очистки деталей, прежде всего, улучшилось уплотнение подвижного соединения поршень – цилиндр, так как образовались условия беспрепятственного перемещения колец в канавках поршней и в связи с этим произошло повышение компрессии, что положительно повлияло на другие показатели работы двигателей.

#### Библиографический список

1. Крагельский, И. В. Узлы трения машин: Справочник / И. В. Крагельский, Н. М. Михин – М.: Машиностроение, 1984. – 280с.
2. Гаркунов, Д. Н. Современные проблемы триботехники и ее общественная значимость / Д. Н. Гаркунов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2007. – №6. – С.2-4.
3. Балабанов, В. И. Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. – М.: Эксмо. 2009. – 256с.
4. <http://www.rv s - tech.ru> /- РВС технолоджи
5. Евдокимов, Ю. А. Планирование и анализ эксперимента при решении задач трения и износа / Ю. А. Евдокимов, В. И. Колесников, А. И. Тетерин.– М.: Наука 1980. – 228с.

6. Большов, Л. Н. Таблицы математической статистики / Л. Н. Большов, Н. В. Смирнов – М.: Наука, 1965. – 474с.

7. Корнилович, С. А. Технологическое обоснование качества ремонта машин в сельском хозяйстве: монография / С. А. Корнилович – Омск: ОмГАУ, 1998. – 126 с.

8. Корнилович, С. А. Ресурсосберегающие технологии ремонта машин в АПК / С. А. Корнилович, П. П. Кондратюк, М. А. Поляков, М. Г. Перепелицин, Ю. А. Канунников // Совершенствование технологий, машин и приборов в АПК: сб. науч. тр.- Омск: Издательство ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. – С. 187-193.

#### RESEARCH RESULTS OF POSSIBILITY OF APPLYING REPAIR-RECOVERY COMPOSITIONS AT OPERATION OF AUTOMOTIVE ENGINES

S. A. Kornilovich

**Abstract.** The article presents characteristics of repair-recovery compositions and peculiarities of their influence on lubricant and metal of machine's elements; the methodology of experiments on usage of repair-recovery compositions as a material that influences on wear's intensity of automotive engines' elements. The article gives a mathematical description of friction process at using repair-recovery compositions and an average value of optimization's parameter by replicate observations. There are stated research results of the influence of different factors on the process of creating metal-ceramic protection cover. There is drawn a conclusion on expediency of applying repair-recovery compositions only in engine run-in. There is given a substantiation of necessity of mixing repair-recovery compositions under ultrasound.

**Keywords:** wear, wear-resistance, repair-recovery composition, metal-ceramic cover, surface of friction.

#### References

1. Kragelskiy I. V., Mihin N. M. *Uzly trenija mashin: Spravochnik* [Friction assemblies of cars: Reference book]. Moscow, Mashinostroenie, 1984. 280p.
2. Garkunov D. N. *Sovremennye problemy tribotekhniki i ee obshhestvennaja znachimost'* [Current problems of tribotechnology and its public importance]. *Remont, vosstanovlenie, modernizacija*, 2007, no 6. Pp. 2-4.
3. Balabanov V. I. *Nanotekhnologii. Nauka budushhego* [Nanotechnologies. Science of future]. Moscow, Jeksmo, 2009. 256 p.
4. Available at: <http://www.rv s - tech.ru>
5. Evdokimov Y. A., Kolesnikov V. I., Teterin A. I. *Planirovanie i analiz jeksperimenta pri reshenii zadach trenija i izno-sa* [Planning and analysis of experiment at solving problems of friction and wear]. Moscow, Nauka 1980, 228 p.
6. Bolshov L. N. Smirnov N. V. *Tablicy matematicheskoy statistiki* [Tables of mathematical statistics]. Moscow, Nauka, 1965. 474 p.
7. Kornilovich S. A. *Tehnologicheskoe obosnovanie kachestva remonta mashin v sel'skom hozjajstve: monografija* [Technological justification of quality of cars' repair in agriculture: monograph]. Omsk: OmGAU, 1998. 126 p.

8. Kornilovich S. A., Kondratjuk P. P., Poljakov M. A., Perepeli-cin M. G., Kanunnikov Y. A. *Resursosberegajushhie teh-nologii remonta mashin v APK* [Resource-saving technologies of cars' repair in agroindustrial complex]. *Sovershenstvovanie teh-nologij, mashin i priborov v APK: sb. nauch. Tr.* Omsk: Izdatel'stvo FGOU VPO OmGAU, 2006. pp. 187-193.

Корнилович Станислав Антонович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор кафедры технического сервиса, механики и электротехники Омского государственного аграрно-го университета им. П.А.Столыпина. (644008, г. Омск, ул. Институтская площадь, 1, e-mail: st.omsk55@mail.ru)

*Kornilovich Stanislav Antonovich (Russia, Omsk) - doctor of technical sciences, professor of the department "Technical service, mechanics and electrical engineering" of Omsk State Agrarian University (644008, Omsk, 1 Institutskaya ploshchad st., e-mail st.omsk55@mail.ru)*

Корнилович Станислав Антонович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор кафедры технического сервиса, механики и электротехники Омского государственного аграрно-го университета им. П.А.Столыпина. (644008, г. Омск, ул. Институтская площадь, 1, e-mail: st.omsk55@mail.ru)

УДК 62(075.8)

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

В. Н. Кузнецова<sup>1</sup>, В. В. Савинкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, Омск;

<sup>2</sup> Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, Казахстан, Петропавловск;

**Аннотация.** В статье затрагивается тема анализа факторов, влияющих на технологические параметры работы одноковшового экскаватора, его энергоэффективность и производительность. Основное внимание в работе авторы акцентируют на исследованиях работы гидросистемы землеройных машин, которая подвержена большому количеству включений основных ее элементов. Доказано, что это оказывает воздействие на загрузку гидропривода и характер ее изменения. Статья подводит некоторые итоги изучения зависимостей грузоподъемности и производительности от технологических показателей работы экскаватора.

**Ключевые слова:** экскаватор, гидропривод, эффективность, грузоподъемность, производительность.

### Введение

Развитие дорожной отрасли – одна из важных составляющих экономики Российской Федерации – в значительной степени зависит от эффективно функционирующей системы эксплуатации и ремонта, обеспечивающей поддержание средств механизации на высоком уровне работоспособности в течение всего срока их эксплуатации. Среди различных видов строительных работ значительный

объем приходится на разработку грунтов. Необходимость эксплуатации машин в комплексе приводит к тому, что потеря работоспособности одной из машин приведет к нарушению всего технологического процесса. Взаимодействие узлов и агрегатов машин формирует сложную конструктивно-технологическую систему, эффективность которой характеризуется несколькими показателями, например, КПД и энергоемкость.

Таблица 1 – Доля работы гидроприводов СДМ под нагрузкой

Показатель	Экскаваторы	Бульдозеры	Скреперы	Погрузчики	Краны
Энергоемкие операции	50% – 70%	58% – 69%	56% – 70%	46% – 50%	~ 50%
Число включений	1250	1500	1200	900	1000

В настоящее время гидрофицированные машины составляют 80 % от общего количества. Работа гидроприводов под нагрузкой составляет 85 % от общего срока службы. При этом на выполнение наиболее энергоемких операций приходится от 50 до 70 %. Для машин велико число включений основных элементов, оказывающих влияние на загрузку гидропривода и характер ее изменения. Таким образом, режимы работы исполнительных механизмов весьма напряженные (таблица 1) [1].

### Теоретические исследования

Широкое применение находят такие универсальные строительные машины, как самоходные краны и одноковшовые экскаваторы. Кроме того, эти машины, как правило, являются ведущими в комплексах машин при капитальном ремонте и строительстве дорог, промышленных и гражданских объектов и пр. Рабочее оборудование экскаваторов, приобретающее большие значения моментов

инерции при циклическом движении, являются источником динамических нагрузок. Такты рабочего цикла экскаватора обеспечиваются высокой мощностью двигателя и повышенным расходом топлива. Процесс загрузки ковша характеризуется большими динамическими нагрузками и малым КПД гидропривода. Неполная загрузка ковша приводит к снижению производительности и эффективности работы экскаватора. Повышенные нагрузки на технику ужесточают требования к ее надежности, долговечности с минимизацией затрат на эксплуатационные расходы.

Технологические возможности такой землеройной машины, как экскаватора, зависят от мощности силовой установки, вида рабочего оборудования, вместимости ковша и системы его привода. Показателями эффективности работы экскаватора будут: производительность, КПД гидропривода, затрачиваемая мощность на единицу объема разрабатываемого грунта, экономичность, минимальное время рабочего цикла (т. к. при исправном гидроприводе на поворот стрелы расходуется до 70 % рабочего времени цикла экскаватора) и состояние гидропривода. В гидроприводах механическая энергия преобразуется в гидравлическую, в этой форме перемещается, управляется или регулируется, а затем снова преобразуется в механическую энергию.

В процессе работы экскаватора гидроприводу необходимо преодолеть комплексное сопротивление копания. При этом на силу резания грунта приходится наибольшая часть силы копания. Если у бульдозеров, например, сила резания составляет порядка 60 – 85 % силы копания, то у экскаваторов она достигает 74 %. Таким образом, сопротивление резанию грунта преобладает в составе суммарного рабочего сопротивления землеройных машин. Поэтому для производства земляных работ целесообразно использовать или преобразовывать кинетическую энергию потока рабочей жидкости, расходуемую на преодоление сил сопротивления. Следовательно, цель исследований заключается в оптимизации эксплуатационных и технологических параметров экскаватора, влияющих на снижение энергоемкости процессов.

Один из основных показателей эффективности работы гидропривода – его КПД. Произведение КПД гидромашин, или отношение полезной мощности гидропривода (гидродвигателя) к затрачиваемой мощности гидропривода (насоса), характеризует КПД гидропривода в целом. Рассмотрим энергетическую структуру гидропривода с учетом основных элементов системы (рис. 2).

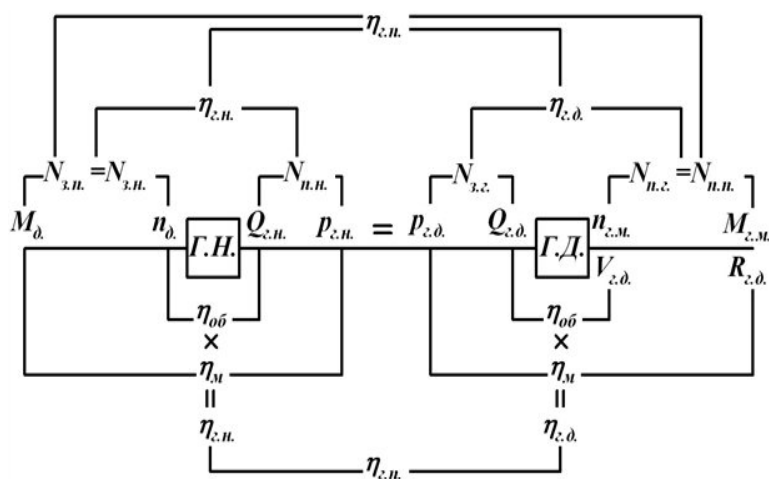


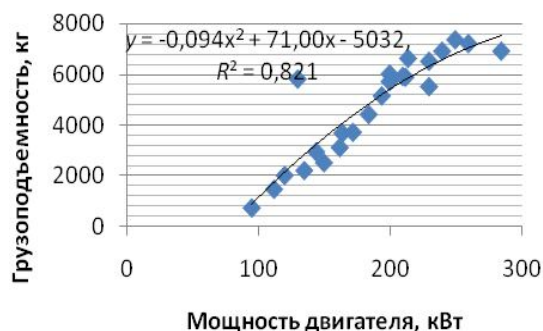
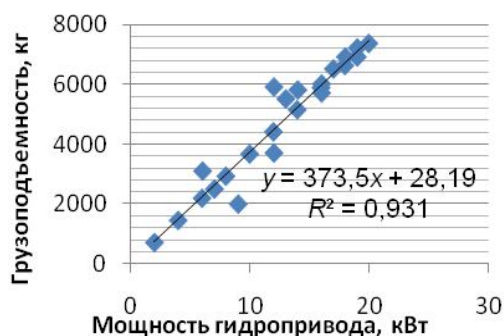
Рис. 2. Энергетическая структура объемного гидропривода Г.Н. и Г.Д. – гидронасос и гидродвигатель;  $M_д$  и  $n_д$  – момент и частота вращения вала гидронасоса;  $Q_{г.н.}$  и  $P_{г.н.}$  – подача и давление гидронасоса;  $Q_{г.д.}$  и  $P_{г.д.}$  – расход и давление гидродвигателя;  $M_{г.м.}$  и  $n_{г.м.}$  – крутящий момент и частота вращения вала гидромотора;  $R_{г.ц.}$  и  $V_{г.ц.}$  – усилие и скорость перемещения штока гидроцилиндра;  $N_{з.н.}$  и  $N_{п.н.}$  – затрачиваемая и полезная мощности гидронасоса соответственно;  $N_{з.г.}$  и  $N_{п.г.}$  – затрачиваемая и полезная мощности гидродвигателя соответственно;  $N_{з.п.}$  и  $N_{п.п.}$  – затрачиваемая и полезная мощности гидропривода соответственно;  $\eta_{об}$  и  $\eta_m$  – объемный и механический КПД гидромашин;  $\eta_{г.н.}$  и  $\eta_{г.д.}$  – общий КПД гидронасоса и гидродвигателей;  $\eta_{г.п.}$  – КПД гидропривода

С целью разработки мероприятий по повышению эффективности гидропривода необхо-

димо четко сформулировать критерий оценки и исследовать зависимости между основными

параметрами экскаватора и его систем. Эффективность работы гидропривода характеризуется производительностью  $\Pi_3$ , удельным  $g$  и часовым  $G_T$  расходом топлива и полезной мощностью гидропривода  $N_{гп}$ , затрачиваемой на один кубометр разрабатываемого грунта [2]. К основным параметрам экскаватора «Komatsu PC 300» относятся: мощность двигателя  $N_e$  (полная, полезная), номинальная подача насоса  $Q_n$ , номинальное давление гидропривода  $P_{н.гп}$ , грузоподъемность  $Q_3$ , вместимость ковша  $V_k$ , максимально тяговое усилие транс-

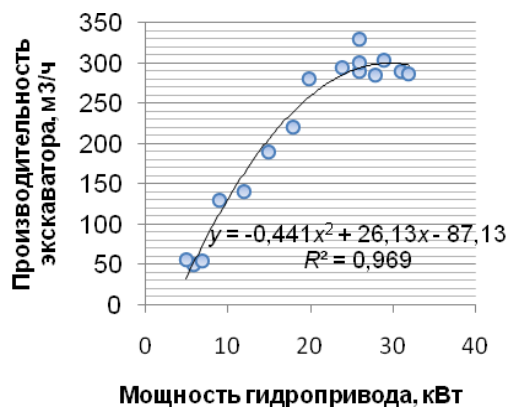
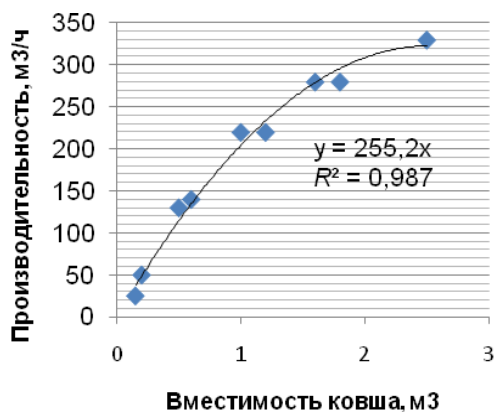
миссии  $R_m$  и эксплуатационная масса  $m_3$ . Приоритетной задачей проектирования является обоснование адекватных соотношений этих параметров с технологическими характеристиками. Для модельного ряда экскаваторов «Komatsu PC 300» от PC 35 MR - 3 до PC 8000 - 6 получены значения удельных параметров. Установлены корреляционные зависимости грузоподъемности  $Q_3$  от мощности гидропривода  $N_{гп}$  ( $y = 373,5x + 28,19$ ;  $R^2 = 0,9314$ ) и мощности двигателя  $N_e$  ( $y = -0,0944x^2 + 71,006x - 5032,1$ ;  $R^2 = 0,8216$ ) (рис. 3).



а) мощность гидропривода

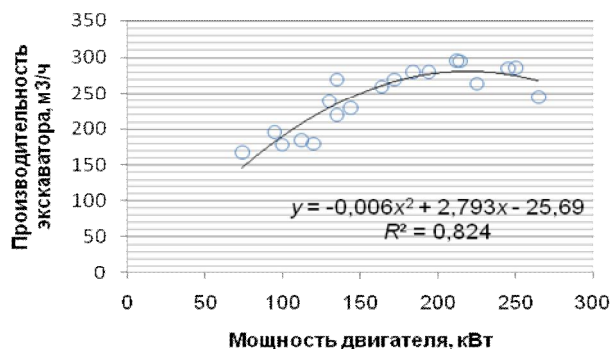
б) мощность двигателя

Рис. 3. Зависимость грузоподъемности от мощностных характеристик экскаватора



а)

б)



в)

Рис. 4. Зависимость производительности от технологических показателей экскаватора

Одним из эксплуатационных показателей, отражающим работу экскаватора, является производительность, зависящая от множества факторов, которые предстоит исследовать.

На рисунке 4 представлены установленные зависимости производительности  $\Pi_3$  от вместимости ковша, мощности гидропривода  $N_{гп}$  и мощности двигателя  $N_e$ .

Анализируя аппроксимирующие зависимости, установлено, что с увеличением мощности гидропривода до  $N_{гп} = 19$  кВт производительность экскаватора возрастает до  $\Pi_3 = 280$  м<sup>3</sup>/ч. При этом для достижения заданной мощности гидропривода в  $N_{гп} = 19$  кВт мощность двигателя также повышается до  $N_e = 176$  кВт. Сочетания мощностей силовой установки и гидропривода обеспечивает установившуюся производительность машины  $\Pi_3 = 280$  м<sup>3</sup>/ч, соответствующую энергетическим затратам. Далее увеличивая мощность силовой установки с  $N_e = 176$  кВт до 210 кВт и гидропривода с  $N_{гп} = 19$  кВт до 30 кВт изменений в производительности не наблюдается (рис. 4). Такой характер зависимостей описывает возникающие потери мощности гидропривода, затраченные на преодоление сил сопротивления и перемещения собственных масс оборудования. Необходимо принять допущение, что установившаяся полезная мощность ( $N_{гп} = 19$  кВт,  $N_e = 176$  кВт) и эффективная производительность  $\Pi_3 = 280$  м<sup>3</sup>/ч – величины условные и применимы в определенном временном интервале, например, за цикл. При заданном интервале времени, но в разных его отрезках сохранение производительности  $\Pi_3 = 280$  м<sup>3</sup>/ч обеспечивается варьированием мощностей. Область изменения значений полезной мощности, например  $N_{гп} = 19 - 30$  кВт образуется вследствие технологического процесса разработки грунта. Данные пределы полезной мощности вызваны неравномерным распределением динамической нагрузки при изменении геометрии забоя и пространственном позиционировании рабочего оборудования и ковша экскаватора.

Дальнейшее увеличение мощности для  $N_{гп}$  более 30 кВт и для  $N_e$  более 210 кВт нецелесообразно, т. к. происходит резкое снижение производительности и увеличение эксплуатационных затрат. Таким образом, определена область эффективного использования мощности гидропривода  $N_{гп} = 19 - 29$  кВт и мощности двигателя  $N_e = 174 - 190$  кВт. Производительность – показатель комплексный, величина которого отражает технологические характеристики экскаватора «Komatsu PC 300». Грузоподъемность, категория грунта и размерный ряд ковша определяют про-

изводительность. Зависимость производительности экскаватора «Komatsu PC 300»  $\Pi_3$  от номинальной вместимости ковша  $V_R$  аппроксимирована выражением и представлена также на рис. 4а. Заметный рост производительности виден на отметке  $\Pi_3 = 300 - 310$  м<sup>3</sup>/ч при вместимости ковша  $V_R = 2,2 - 2,5$  м<sup>3</sup>, мощности гидропривода  $N_{гп} = 19$  кВт и мощности двигателя  $N_e = 190$  кВт.

Обобщая результаты зависимостей, можно отметить, что найдены оптимальные соотношения параметров, обеспечивающих эффективную эксплуатацию экскаватора «Komatsu PC 300». Из графиков рисунка 4б и 4в видно, что дальнейшее повышение мощности двигателя и гидропривода не целесообразно, т. к. производительность снижается при тех же энергетических затратах. На основании исследования зависимостей предполагается, что при выборе рациональных режимов работы экскаватора «Komatsu PC 300» обеспечивается производительность, соответствующая энергетическим затратам на единицу объема разрабатываемого грунта.

Одним из критериев оценки эффективности экскаватора «Komatsu PC 300» выступает усилие копания ковшем [3]. Нагрузочная характеристика гидропривода выражает зависимость скорости движения выходного звена от нагрузки на нем. При оценке нагрузки выходного звена гидропривода необходимо определить перепад давлений на дросселе. Далее для построения силовой характеристики привода зададимся рядом значений  $R$  и из выражения определим  $\Delta P_{др}$ . Для этих значений  $\Delta P_{др}$ , найдем скорости перемещения штока. Величину  $R$  следует изменять от нуля до максимального значения  $R_{max}$ , при котором скорость перемещения штока равна нулю. По данным вычислений строили график  $u_{п} = f(R)$  (рис. 5).

Составляющие нагрузочной характеристики определяют режимы работы экскаватора «Komatsu PC 300» и его производительность. Производительность, как эксплуатационный показатель, влияет на другие технологические характеристики расходуемая мощность гидропривода  $N_{гп}$ , двигателя  $N_e$  и создаваемое усилие копания ковшем  $R_k$ . Сочетание перечисленных факторов отражают эффективную работу экскаватора, которая оценивается общим КПД гидропривода  $\eta_{общ.}$  [4-6].

Рассмотрим зависимости силы копания ковшем экскаватора «Komatsu PC 300» от мощности гидропривода  $N_{гп}$  и хода поршня гидроцилиндра ковша (рис. 6 а, б), а также общего КПД гидропривода  $\eta_{общ.}$  от усилия копания ковшем (рис. 6 в).

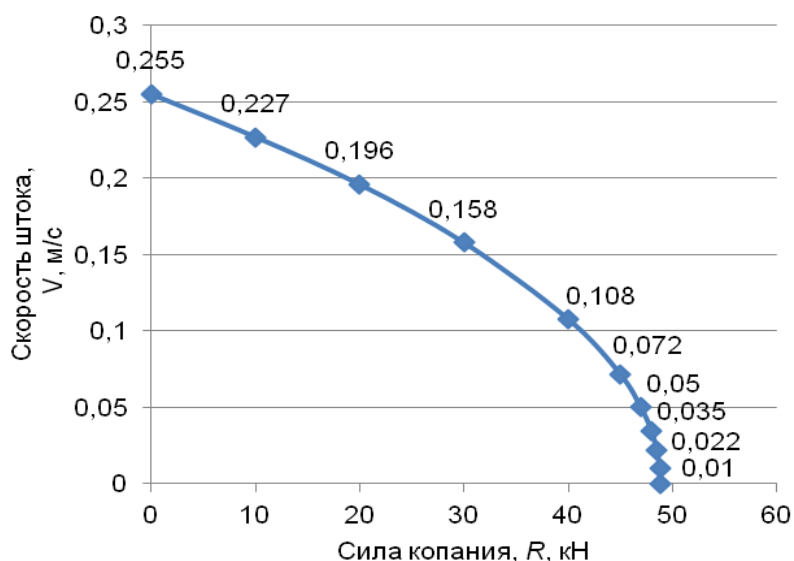


Рис. 5. Нагрузочная характеристика гидроцилиндра ковша экскаватора

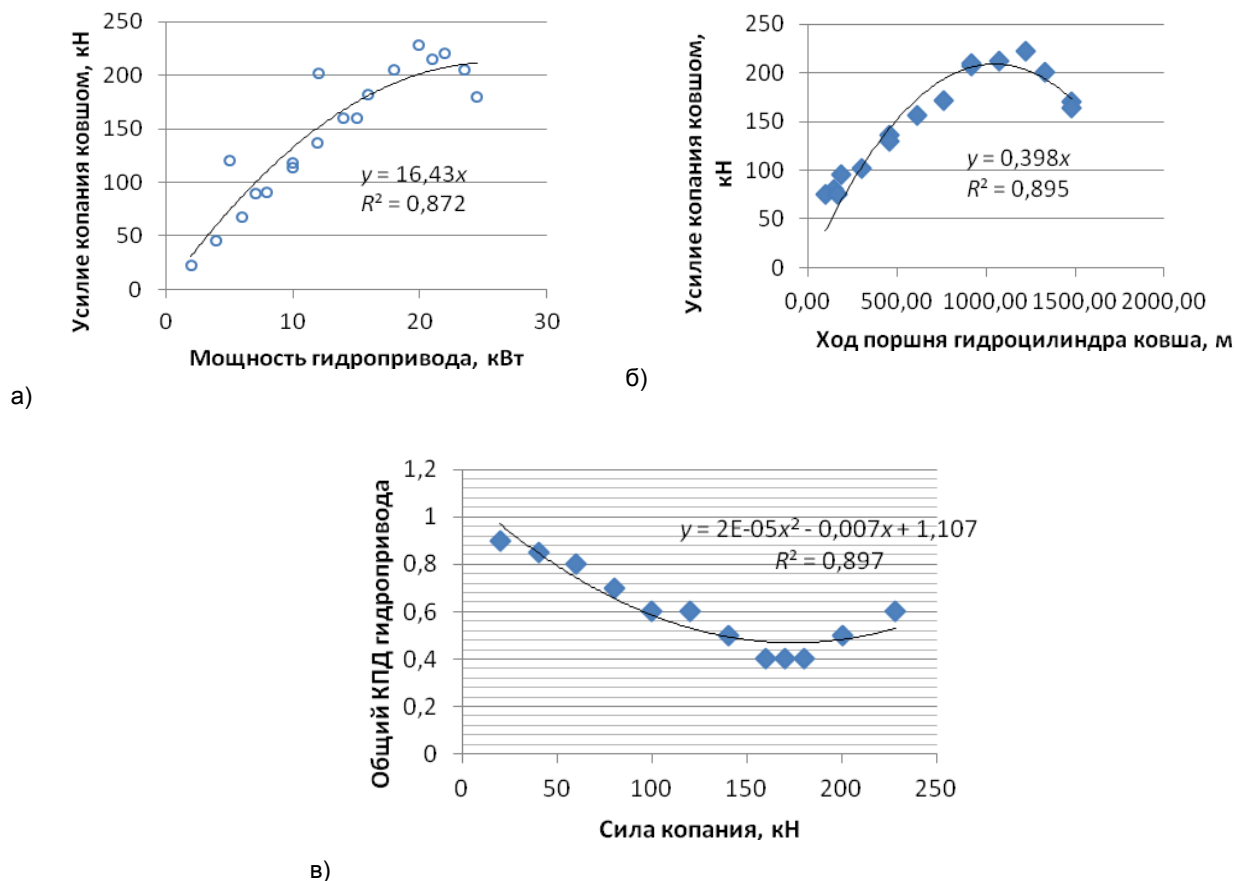


Рис. 6. Корреляционные зависимости работы экскаватора

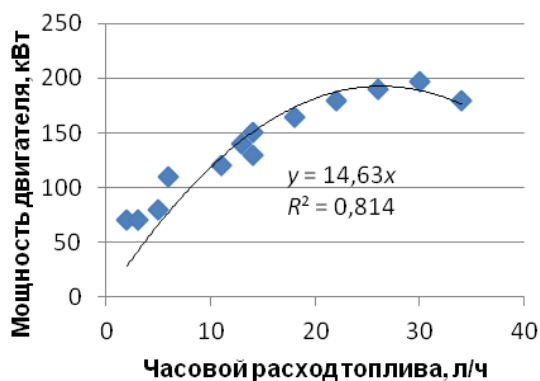
Из рисунка 6 видно, что сила копания ковшом возрастает до значений  $R_x = 200 - 230$  кН пропорциональна мощности гидро-

привода  $N_{эл} = 19 - 21$  кВт. В реальных условиях эксплуатации дальнейшее увеличение мощности гидропривода не дает положитель-

ного эффекта из-за возрастающих сил гидравлического сопротивления и сопротивления при разработке грунта. Зависимость изменения КПД гидропривода  $\eta_{\text{общ}}$  от усилия копания ковшом  $R_k$  более точно характеризует технологический цикл разработки грунта. Изменение  $\eta_{\text{общ}}$  от 0,85 до 0,6 описывает внедрение ковша в верхние слои грунта, значения  $\eta_{\text{общ}}$  от 0,6 до 0,5 характеризует процесс резания и отрыва слоя грунта, равного вместимости ковша при установившемся усилии копания  $R_k = 170 - 210$  кН. Повышение КПД  $\eta_{\text{общ}}$  от 0,5 до 0,6 происходит за счет снижения значений сил сопротивления и описывает процесс выемки грунта, перемещение и выгрузку. Величина  $\eta_{\text{общ}} = 0,55$  является действительной и сохраняется практически во всем технологическом цикле. Таким образом, под-

тверждается предположение о том, что самый энергоемкий такт цикла – это резание и отрыв грунта [7].

Для получения текущих величин при исследовании циклических процессов использовался метод аппроксимации, основанный на полиномах Тренда. Предложенные аппроксимирующие зависимости исследования мощностных, силовых и технологических характеристик помогут решить задачу определения энергоэффективных характеристик тактов цикла разработки грунта экскаватором с энергосберегающим приводом. Важным показателем эффективности работы экскаватора «Komatsu PC 300» служит часовой  $G_T$  и удельный  $g$  расход топлива, зависимость которых представлена на рисунке 7.



а) двигатель



б) гидропривод

Рис. 7. Характеристика топливной и мощностной эффективности работы экскаватора

Зависимости (рис. 7) характеризуют влияние технологических параметров на расход топлива. Увеличение мощности двигателя влечет повышение частоты вращения коленчатого вала и увеличение производительности гидронасоса высокого давления [8]. Одновременно с повышением мощности двигателя  $N_e = 190$  кВт возрастает часовой расход топлива,  $G_T$  до 23 - 26 л/ч. Часовой и удельный расход топлива являются эксплуатационными показателями эффективности рабочего процесса – разработка грунта. Указанный часовой расход топлива  $G_T = 23 - 26$  л/ч соответствует наиболее энергоемкому процессу резания и отрыва слоя грунта, при котором возникает значение максимальной силы сопротивления резанию  $R_k = 170 - 210$  кН. Преодоление ее возможно при развитии мощности гидропривода  $N_{гп} = 19 - 21$  кВт и мощности двигателя  $N_e = 190$  кВт, при которых обеспечивается фактический КПД гидропривода  $\eta_{\text{общ}} = 0,6$ , соответствующий выполнению

наиболее энергоемких операций. При мощности гидропривода  $N_{гп} = 4 - 12$  кВт наблюдаются практически прямой отрезок, описывающий перемещение рабочего оборудования в порожнем состоянии к месту забоя. В этом режиме сопротивления минимальны и соответственно требуется меньше мощности гидропривода для выполнения данного такта. Удельный расход топлива в этом случае также минимален:  $g = 200 - 210$  г/кВт. Увеличение удельного расхода топлива,  $g$  с 210 г/кВт до 217 г/кВт характеризует энергоемкий процесс резания и выемку грунта с возникающим усилием  $R_k = 170 - 210$  кН, который требует увеличение мощности гидропривода,  $N_{гп}$  до 26 кВт.

Анализируя зависимости (рис. 7), установлены значения рационального расхода топлива при сохранении эффективной мощности двигателя  $N_e = 175 - 190$  кВт и гидропривода  $N_{гп} = 18 - 21$  кВт с заданной производительностью  $P_s = 300 - 310$  м<sup>3</sup>/ч.



**Заключение**

Результаты аналитических исследований подтверждают актуальность согласования технологических и эксплуатационных показателей экскаватора. Для обеспечения рабочих циклов экскаватора эффективной мощностью разработана таблица рациональной вместимости ковша экскаватора в зависимости от технологических параметров выполнения работ (таблица 2).

Исследования показали, что величина энергоемкости разработки грунтов землеройными машинами зависит не только от физико-механических свойств грунта, но и от конст-

руктивных особенностей гидропривода, применяемых для выполнения работ.

Доминирующая величина суммарной потери энергии при силах сопротивления механизмов привода приходится на гидроцилиндры ковша и поворотную платформу экскаватора в процессе резания и торможения при повороте. Поэтому энергоэффективность гидропривода, как комплексный показатель процесса разработки грунта, зависит не только от начальных параметров гидропривода, но и от изменения их в процессе технологических циклов.

Таблица 2 – Соответствие эффективной производительности экскаватора размерному ряду ковшей

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Мощность двигателя, кВт	Мощность гидропривода, кВт	Усилие копания ковшом, кН	Длительность цикла работы, с	Производительность, м <sup>3</sup> /ч		КПД гидропривода	Удельный расход топлива, г/кВт
					Расчетная	Эффективная		
0,2-0,5	25-66	4-6	45-68	10-18	50-130	38-100	0,8	209
0,6-0,8	72-97	8-12	91-137	12-14	140-170	110-147	0,7	212
1,0-1,2	125-142	16-18	182-205	20-16	220-230	190-215	0,5	211
1,4-1,6	148-171	20-23	228-260	21-25	230-280	225-260	0,6	212
1,8-2,0	184-204	26-29	293-326	15-20	290-320	280-311	0,5	287
2,4-3,0	210-260	34-43	391-488	35-38	332-420	320-396	0,6	404

-Общее назначение, плотность до 1,8 т/м<sup>3</sup>
 -Общее назначение, плотность до 1,5 т/м<sup>3</sup>  
 -Работа в легком режиме, плотность до 1,2 т/м<sup>3</sup>

**Библиографический список**

1. Соловьев, Д. Б. Оценка энергозатрат выемочно-погрузочных машин на перемещение горной массы в зависимости от геомеханического состояния массива / Д. Б. Соловьев // Новые технологии. Горное оборудование и электромеханика, № 5. – 2010. – С. 22 – 26.
2. ГОСТ 17752-81 «Гидропривод объемный и пневмопривод. Термины и определения» – М.: Издательство стандартов, 1988. – 73 с.
3. Кузнецова, В. Н., Обоснование критериев оценки эффективности экскаватора KOMATSU PC300 / В. Н. Кузнецова, В. В. Савинкин // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 3. – С. 9–12.
4. Хребтов, Н. В. Влияние объемного КПД насоса на производительность экскаватора / Н. В. Хребтов // Строительные и дорожные машины. – 1986. – №1. – С. 11 – 12.
5. Kordak R., Nikolaus H. Les transmission hydraulique a regulation secondaire. Les cours

d'hydraulique. Vol. 6. Mannesmann Rexroth. RF 00293, 1989. 75 p.

6. Mentzner F. Kennwerte der Dynamik sekundargeregelter Axialkolbeneinheiten. Dissertation. Universite militaire de RFA, Hambourg, 1985.

7. Kordak R. Sekundargeregelter hydrostatische Antriebe // Journ. O + P. 1985. No. 9.

8. Драгомиров Д. В. Исследование энергодинамических и регулировочных характеристик гидропривода с гидромоторным блоком расширенного диапазона: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.13 / Д. В. Драгомиров. – М., 2010. – 179 с.

**ANALYSIS OF EFFICIENCY OF A SINGLE-BUCKET EXCAVATOR'S OPERATION**

V. N. Kuznetsova, V. V. Savinkin

**Abstract.** Well known that earthworks are carried out in difficult soil conditions. Besides, hydraulic system of earthmoving machines is subjected to a large number of inclusions of its basic elements, which affects loading of hydraulic drive and character of its

change. The article dwells on the factors affecting the technological parameters of a single-bucket excavator's operation, its energy efficiency and productivity. There is presented an analysis of dependencies of load capacity and productivity on technological operational indicators of an excavator.

**Keywords:** excavator, hydraulic circuit, efficiency, load capacity, productivity.

### References

1. Soloviev D.B. Otsenka energozatrat vyemochno-pogruzochnykh mashin na peremeshchenie gornoj massy v zavisimosti ot geomekhanicheskogo so-stoiianiia massiva [Evaluation of power inputs of loading machines on moving rock mass depending on geomechanical condition of a massif]. *Novye tekhnologii. Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*, no 5, 2010. pp. 22 – 26.
2. GOST 17752-81 1. Hydraulic and pneumatic bulk. Terms and definitions. Moscow, Publishing Standards, 1988. 73 p.
3. Kuznetsova V. N., Savinkin V. V. Obosnovanie kriteriev otsenki effektivnosti ekskavatora KOMATSU PC300 [Justification of assessment criteria of the KOMATSU PC300 excavator's efficiency]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2014, no 3. pp. 9 – 12.
4. Khrebtov N.V. Vliianie ob'emnogo KPD nasosa na proizvoditel'nost' ekskavatora [Influence of volumetric efficiency on an excavator's productivity]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 1986, no 1. pp. 11 – 12.
5. Kordak R., Nikolaus H. Les transmission hydraulique a regulation secondaire. Les cours d'hydraulique. Vol. 6. Mannesmann Rexroth. RF 00293, 1989. 75 p.

6. Mentzner F. Kennwerte der Dynamik sekundargeregelter Axialkolbeneinheiten. Dissertation. Universite militaire de RFA, Hambourg, 1985.

7. Kordak R. Sekundargeregelter hydrostatische Antriebe // *Jurn. O + P*. 1985. No. 9.

8. Dragomirow D.V. *Issledovanie energodinamicheskikh i regulirovochnykh kharakteristik gidropriroda s gidromotornym blokom rasshirenogo diapazona: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.04.13* [Research of energodynamic and regulating characteristics of hydraulic circuit with hydromotor block of extended range: dis. ... cand. tehn. sciences]. Moscow, 2010. 179 p.

*Кузнецова Виктория Николаевна (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, ул. Мура, 5, e-mail: dissovetsibadi@bk.ru)*

*Савинкин Виталий Владимирович (Казахстан, г. Петропавловск) – кандидат технических наук, заведующий кафедрой Транспорт и машиностроение Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева (150000, Казахстан, Петропавловск, ул. Пушкина, 86)*

*Kuznetsova Viktoria Nikolaevna (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of The Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI). (644080 Russia, Omsk, 5 Mira st., e-mail: dissovetsibadi@bk.ru)*

*Savinkin Vitaliy Vladimirovich (Kazakhstan, Petropavlovsk) - candidate of technical sciences, head of the department "Transport and mechanical engineering" of North-Kazakhstan State University named after M. Kozybayev (150000, Kazakhstan, Petropavlovsk, Pushkin St., 86)*

УДК 624.15

## ГЕРМЕТИЗАЦИЯ РАСКАТЫВАЮЩИХ ПРОХОДЧИКОВ СКВАЖИН

В. Лис<sup>1</sup>, Ю.Е. Пономаренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Германия, г. Mittlebiberach

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск

**Аннотация.** В статье приводятся различные схемы герметизации межкатковых торцевых зазоров применяемые в современных конструкциях многокатковых раскатывающих рабочих органов. Даны их преимущества и недостатки. Описана принципиальная схема произвольного катка, допускающая проникание внутрь некоторого количества грунта, а также схема сопряжения произвольной пары катков с герметизацией клиновидных межкатковых зазоров посредством уплотнений сферического типа.

**Ключевые слова:** грунт, скважина, катки, зазоры, уплотнения.

### Введение

Наряду с наиболее распространёнными способами проходки скважин без выемки грунта – выштамповыванием, пробивкой, проколом и винтовым продавливанием [1-3] одним из перспективных является метод проходки скважин раскатыванием, суть которого заключается в обкатывании стенки образуе-

мой скважины свободно вращающимися на валу рабочего органа катками (рис. 1). Деформация грунта происходит под действием контактных сил давления катков на забой скважины вследствие эксцентричного расположения их на валу рабочего органа и поступательного перемещения вдоль оси образуемой скважины [4,5].

Несмотря на ряд преимуществ, как например: отсутствие шума и динамических нагрузок; высокий коэффициент полезного действия; значительно меньшую энергоёмкость процесса проходки скважин раскатыванием перед другими этот способ до настоящего

времени не получил надлежащего уровня внедрения в производство. Основной причиной сложившейся ситуации является проблема герметизации межкатковых торцевых зазоров раскатывающих рабочих органов [6,7,8].

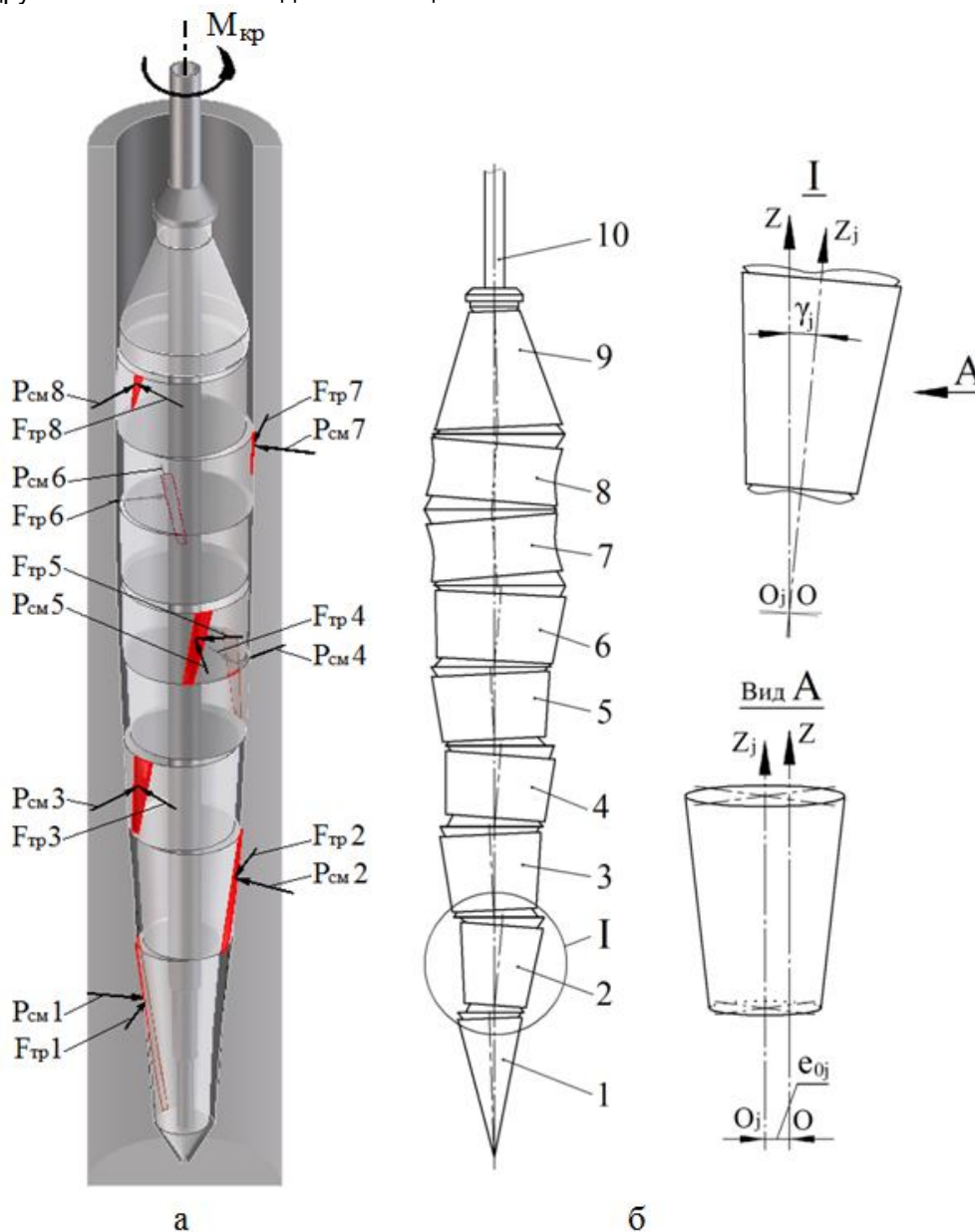


Рис. 1. Принципиальная схема многокаткового раскатывающего рабочего органа:  
 а – пространственная модель рабочего органа в скважине со схемой приложения сил действующих в процессе раскатывания:  $M_{кр}$  – крутящий момент приложенный к валу рабочего органа;  $P_1 - P_8$  – сила сопротивления грунта смятию катками 1-8 (см. рис. б);  $F_{тр 1} - F_{тр 8}$  – сила трения между стенкой скважины и контактной поверхностью соответствующего катка; б – принципиальная схема устройства рабочего органа с примером расположения оси вращения  $Z_j$   $j$ -го катка относительно оси вала  $Z$  (см. выносной элемент I и вид А): 1-6 – катки формирующие; 7-8 – катки калибрующие (реверсивные); 9 – каток возвратный; 10 – вал рабочего органа;  $e_{0j}$  – эксцентриситет – смещение оси  $Z_j$ , относительно оси вала  $Z$ ;  $\gamma_j$  – угол разворота оси катка  $Z_j$ , относительно оси вала  $Z$

**Проблемы и способы герметизации многокатковых раскатывающих рабочих органов**

Принцип действия многокатковых раскатывающих рабочих органов (рис. 1) основан на развороте осей катков на некоторый угол  $\gamma_j$  относительно оси вала, смещении этих осей от оси вала на определённый эксцентриситет  $e_{0j}$  и их ориентация в различных направлениях, нормально к оси вала, влечет за собой образование клиновидных зазоров между торцевыми поверхностями соседних катков (рис. 2). Вращение катков и вала в противоположных направлениях приводит к волнообразным движениям смежных торцевых поверхностей соседних катков, вызываемое вращением клиновидных межкатковых зазоров с частотой вращения вала раскатчика [9].

В месте контакта катков со стенкой скважины грунт деформируется, уплотняется и сдвигается в грунтовой массив, что вызывает наращивание внутренних напряжений и повышение прочности грунта. За пределами торцевых кромок катков их силовое воздействие на стенку скважины отсутствует, а освободившийся от внешнего давления грунт частично выпирает из стенки скважины, под действием внутренних напряжений стремящихся восстановить равновесие в грунтовой массиве, и проникает при этом в межкатковые клиновидные зазоры (рис. 2а).

Глубина и объём зазоров зависит от конструкции узлов сопряжения торцевых поверхностей катков с валом. Основные принципиальные схемы сопряжений представлены на рисунке 2. Здесь выделяются три, принципиально отличающиеся друг от друга, группы схем.

К первой группе относятся конструкции в которых сопрягаемые элементы располагаются на возможно малом поперечном сечении вала (рис. 2а). Достоинством данной группы является относительная простота их изготовления. Основным недостатком заключается в заполнении клиновидных зазоров грунтом, уплотнении последнего, под действием волнообразных движений смежных торцевых поверхностей катков, перемещении его к осям вращения катков и впрессовывании в зазоры между сопрягаемыми элементами. При этом грунт, проникший в зазоры сопряжений катков и вала, блокирует их и нарушает работоспособность раскатывающего рабочего органа.

Наиболее распространённой, в настоящее время, является вторая группа схем сопряжений катков и вала, представляющая собой уплотнения фланцевого типа. На ри-

сунке 2б, «в» и «г» представлены три варианта конструктивных исполнений данной группы схем уплотнений.

Исполнение по варианту «б» представляет собой схему сопряжений идентичных первой группе, но с увеличенным поперечным сечением шейки вала примерно до 90% диаметра сопрягаемого с ней основания катка. Во избежание недоразумений при ссылке на ту или иную схему сопряжения катков 1 с валом 2 предлагается исполнение по варианту «б» обозначать как «уплотнение фланцевое радиальное» [10].

Достоинством данного и последующих схем уплотнений клиновидных межкатковых зазоров является отсутствие этих зазоров в явном виде. В схемах «б», «в» и «г» клиновидные зазоры перекрыты жёстко закреплёнными на валу 2 фланцами 4, а в схеме «д» сферическим кольцом 5. Основными недостатками схем «б», «в» и «г» являются высокие относительные линейные скорости перемещения сопряжённых поверхностей и повышенная опасность проникания грунта в зазоры между сопряжёнными элементами, вследствие смещения последних к периферии основания катка в непосредственную близость к стенке скважины.

Исполнение по варианту «в» является модернизацией варианта «б» путём введения в конструкцию узла сопряжения дополнительных уплотняющих поверхностей. Их роль исполняют торцевые поверхности катков 1 и контактирующие с ними плоскости фланцев 4. Данную схему предлагается, аналогично предыдущей, обозначать как «уплотнение фланцевое радиально-торцевое» [11].

В результате конструктивного упрощения варианта «в», заключающегося в устранении сопряжения цилиндрических поверхностей фланцев 4 с катками 1, уплотнение межкатковых зазоров осуществляется только по торцевым поверхностям катков и контактирующим с ними плоскостям фланцев (рис. 2г), при этом диаметр поперечных сечений фланцев увеличен до размеров сопряжённых с ними оснований катков. По аналогии с предыдущими схемами сопряжений катков с валом предлагается вариант «г» обозначать как «уплотнение фланцевое торцевое» [10].

Преимуществом данной схемы сопряжения катков с валом перед схемами уплотнений клиновидных зазоров по вариантам «б» и «в» является относительная простота изготовления и возможность регулирования силы прижатия контактирующих плоскостей оснований катков и фланцев.

Недостатки этого варианта заключаются, в повышенном абразивном износе периферийных участков цилиндрических поверхностей фланцев 4 вследствие их трения о стенку скважины со скоростью вращения вала 2 и,

как и в предыдущих вариантах, в возможности проникания грунта через зазоры между сопрягаемыми элементами внутрь катков 1 и попадание его в подшипниковые узлы 3, что приводит к выходу раскатчика из строя.

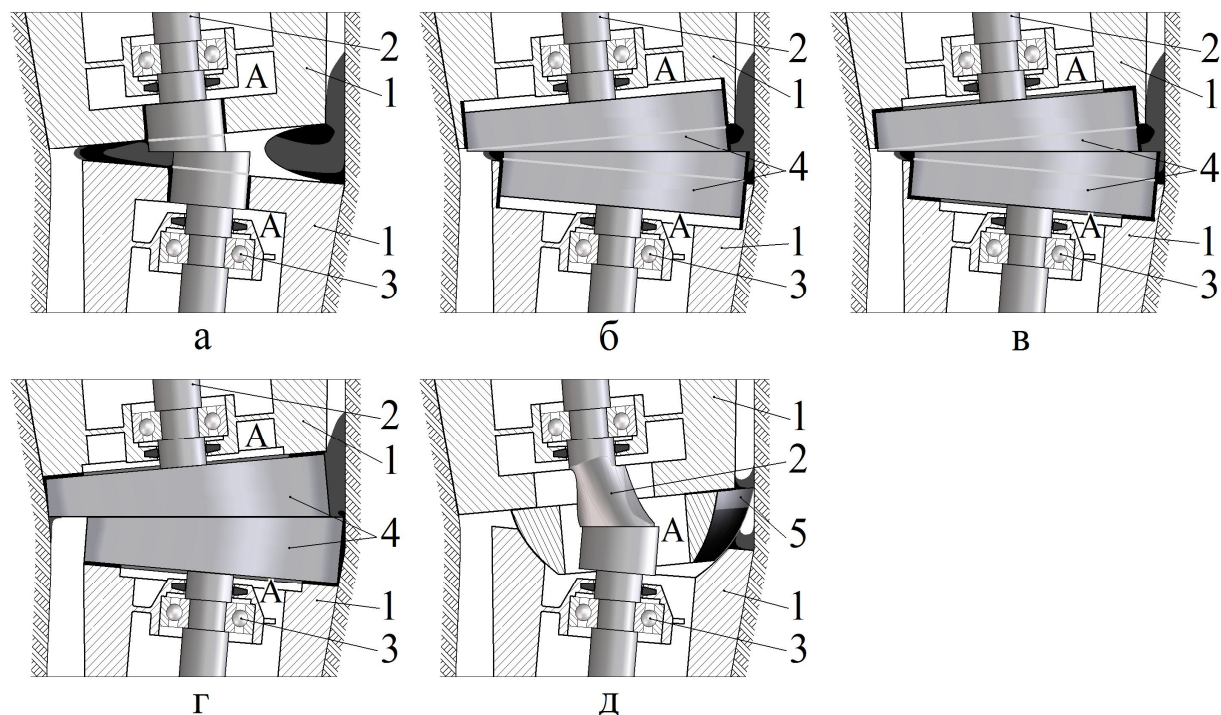


Рис. 2. Принципиальные схемы уплотнений межкатковых клиновидных зазоров: а – схема уплотнений подшипниковых узлов путём сопряжения оснований катков с шейками вала; б – схема фланцевого радиального уплотнения межкатковых зазоров; в – схема фланцевого радиально-торцевого уплотнения; г – схема фланцевого торцевого уплотнения; д – схема сферического уплотнения межкатковых зазоров 1 – каток; 2 – вал; 3 – подшипник; 4 – фланец; 5 – кольцо сферическое. А – пустоты

В результате поисков решений проблемы герметизации многокатковых раскатывающих рабочих органов в Научно-исследовательской лаборатории строительного производства (НИЛСП) при Карагандинском политехническом институте (КПТИ) и НПО "ССФС", в 80-е годы прошлого столетия, предложена принципиально новая схема сопряжения *катков* (рис. 2д). Здесь сознательно отмечено катков, не упоминая вал, так как этот тип уплотнений, названный «сферическим», не имеет контакта с валом 2 и перекрывает клиновидный зазор путём размещения между торцевыми поверхностями соседних катков 1 кольцевого шарового слоя 5, одновременно сопряжённого со смежными основаниями обоих катков. Выпуклая сферическая поверхность шарового слоя сопряжена с вогнутой сферической поверхностью в торцевой части одного из катков имея возможность, вследствие сфери-

ческой формы сопряжения, совершать колебательные движения вокруг геометрического центра шара и компенсировать таким образом взаимные колебательные (волнообразные) движения смежных торцевых поверхностей соседних катков. Смежная торцевая поверхность второго катка выполнена плоской и сопряжена с плоской поверхностью большего диаметра сферического кольца с возможностью относительного перемещения (скольжения) по ней. Такое конструктивное исполнение сопряжения смежных торцевых поверхностей катков позволяет компенсировать любые относительные движения последних. Износ трущихся поверхностей сферического кольца 2 и сопряжённых с ним торцевых поверхностей катков 1 компенсируется путём осевого перемещения одного из оснований катков под действием упругих элементов 7 (рис. 3).

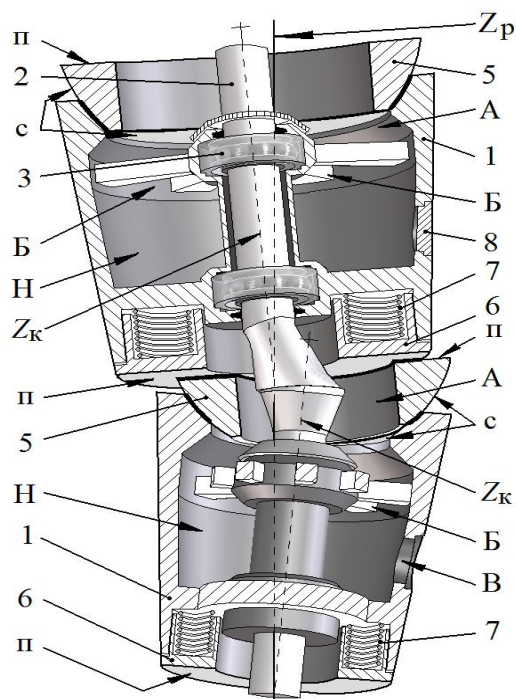


Рис. 3. Принцип герметизации раскатывающего рабочего органа, допускающий проникновение грунта внутрь катков: 1 – каток; 2 – вал; 3 – подшипник; 5 – кольцо сферическое; 6 – кольцо прижимное; 7 – элемент упругий; 8 – заглушка  $Z_p$  – геометрическая ось вала раскатывающего рабочего органа;  $Z_k$  – геометрическая ось катка. А – свободное пространство; Б – канал соединительный; В – отверстие ревизионное; Н – полость накопительная.  
п – плоские поверхности трения уплотнительных колец 5 и 6;  
с – сферические поверхности трения уплотнительных колец 5 и катков 1

Сферическое уплотнение имеет следующие преимущества перед фланцевым:

- отсутствие деталей трущихся о стенку забоя скважины, что практически исключает абразивный износ элементов уплотнений вследствие их взаимодействия с грунтом;

- постоянное смещение пятна контакта трущихся поверхностей и контролируемость силы прижатия последних упругими элементами, что предохраняет их от перегрева и чрезмерного износа;

- значительно меньшие затраты энергии на преодоление внутренних сил сопротивления от трения уплотнительных элементов.

Основным недостатком, как фланцевых так и сферических уплотнений, является невозможность полного исключения проникания микрочастиц грунта внутрь рабочего оборудования. Постепенно накапливаясь в свободных пространствах «А» внутри рабочего органа (рис. 3) грунт проникает в подшипниковые узлы 3 и блокирует катки 1 на валу 2, вследствие чего раскатчик скважин становится неработоспособным.

В результате поиска решений обеспечивающих удовлетворительную работоспособ-

ность многокатковых раскатывающих рабочих органов, путём исключения опасности проникания грунта в подшипниковые узлы катков, авторами настоящей статьи разработано, к концу прошлого десятилетия, оригинальное и надёжное, не имеющее аналогов в мировой практике, уплотнение межкатковых клиновидных зазоров.

В отличие от общепринятого направления развития систем герметизации узлов сопряжений путём уменьшения величины зазоров между сопрягаемыми элементами с целью сокращения количества проникающего в катки грунта, до полного его исключения (что недостижимо, у многокатковых раскатчиков, принципиально), здесь допускается проникновение внутрь некоторого количества грунта. Предложенное конструктивное решение по герметизации межкатковых клиновидных зазоров представлено на рисунке 3. Данная схема герметизации включает катки 1, установленные, с возможностью вращения посредством подшипников 3, на валу 2. Смежные торцевые поверхности катков 1 сопряжены посредством сферического кольца 5 и прижимаемого к нему упругими элементами 7 прижимного кольца 6.

При вращении вала, в процессе раскатывания скважины, катки 1 совершают сложные относительные движения вызывающие относительные смещения сферического кольца 5 и прижимного кольца 6 по плоским поверхностям «п» и, одновременно сферического кольца 5 и катка 1 по сферическим поверхностям «с». Сопрягаемые поверхности увлекают за собой микрочастицы грунта, которые осыпаются в пустоты «А» внутри катка 1, откуда, минуя подшипниковые узлы 3, грунт попадает, по соединительным каналам «Б», в накопительные полости «Н».

После извлечения раскатчика из очередной скважины проводится его контрольный осмотр через ревизионные отверстия «В», устанавливается уровень заполнения накопительных полостей «Н» грунтом и, при необходимости, производится их очистка. Во время работы раскатчика ревизионные отверстия закрыты заглушками 8.

### Заключение

В результате многолетних научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ авторами настоящей статьи разработана надежная и эффективная системы герметизации раскатывающих рабочих органов.

Конструкция оборудования для раскатывания скважин, герметизация которого выполнена по описанному выше способу, защищена патентом Германии № 10 2010 034 412 от 14.08.2010 [12].

В период 2009 – 2010 годов в Германии разработан комплект рабочих чертежей на раскатывающий рабочий орган «RS-630» с описанной выше системой герметизации для образования в грунте скважин диаметром 630мм. Отличительной особенностью этого оборудования является возможность заполнения скважины бетоном через полый вал рабочего органа при его извлечении из скважины. Вся рабочая документация выполнена в соответствии с ГОСТ и DIN в электронном виде в PDF-формате. За справками по данному оборудованию можно обратиться к авторам настоящей статьи.

### Библиографический список

1. Верстов, В. В. Технология и комплексная механизация шпунтовых и свайных работ: учеб. пособие / В. В. Верстов, А. Н. Гайдо, Я. В. Иванов; 2-е изд. стер. – СПб.: изд-во «Лань», 2012. – 288 с.
2. Мангушев, Р. А. Современные свайные технологии: учеб. пособие / Р. А. Мангушев, А. В. Ершов, А. И. Осокин; 2-е изд., пераб. изд. – М.: АСВ, 2010. – 240 с.
3. Штоль, Т. М. Технология возведения подземной части зданий и сооружений / Т. М. Штоль,

В. И. Теличенко, В. И. Феклин. – М.: Стройиздат, 1990. – 282 с.

4. Свирщевский, В. К. Проходка скважин в грунте способом раскатки. – Новосибирск: Наука, 1982. – 121с.

5. Саурин, А.Н. Сваи в раскатанных скважинах / А. Н. Саурин, Ю. В. Редькина // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2005. – № 12. – С. 12-17.

6. Основания и фундаменты. Устройство-фундаментов из набивных свай в раскатанных скважинах. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ: Стандарт организации СТО 221 НОСТРОЙ 2.5.75-2014- Введ. 2014-04-15. – Содружество строителей. Дело № 82-Санкт-Петербург, 151 лист.

7. Патент 2204659 RU. Навесной рабочий орган для винтовой раскатки скважин в грунте / Саурин А.Н., Багдасаров Ю.А., Жадановский Б.В. и др. - № 2002109287/03; Заявл. 11.04.2002 // Опубликовано: 20.05.2003.

8. Лис В., Объективные факторы, сдерживающие внедрение метода уплотнения грунта раскатыванием / В. Лис, Ю. Е. Пономаренко, М. Лис // Строительные и дорожные машины. – 2011. – № 1. – С. 20-24.

9. Lis V., Ponomarenko J. E. Wälzbohrgerät zur Herstellung von Bohrlöchern im Erdreich durch Bodenverdichtung. Bauingenieur. – Band 83, September 2008. – pp. 376-378.

10. Патент 1764518 SU. Устройство для образования скважин в грунте / Бобылев Л.М., Бобылев А.Л., Свирщевский В.К.- № 4828433/03; Заявл.28.05.1990// Опубликовано:23.09.1992. Бюл. № 35.

11. Патент 2447235 RU. Раскатчик для устройства набивных свай / Бобылев А.Л., Доценко А.И.- № 2010126722/03; Заявл. 30.06.2010// Опубликовано: 10.04.2012. Бюл. № 10.

12. Patentschrift DE 10 2010 034 412 B3, 2011.11.17. M. Lis, V. Lis, J. E. Ponomarenko. Walzenbohr-Vorrichtung // Tag der Anmeldung: 14.08.2010. – Deutsches Patent- und Markenamt, 80297 München.

### SEALING OF ROLLING DRIFTERS OF WELLS

V. Lis, Y. E. Ponomarenko

**Abstract.** The article presents various schemes of sealing of the interrolling end clearances applied in modern constructions of multiple rolling working bodies, their advantages and disadvantages. The article describes a schematic diagram of a random roller allowing the penetration of a soil's amount inside, and also a coupling's scheme of a random pair of rollers with a sealing of wedge-shaped interrolling clearances by means of consolidations of a spherical type.

**Keywords:** soil, well, rollers, clearances, consolidations.

### References

1. Verstov V. V., Gajdo A. N. *Tehnologija ustrojstva svajnyh fundamentov* [Technology for

arranging bases' wells]. St. Petersburg, Lan', 2012. 288 p.

2. Mangushev R. A., Ershov A. V., Osokin A. I. *Sovremennye svajnye tehnologii: ucheb. posobie* [Modern pile technologies: textbook]. Moscow, ACB, 2010. 240 p.

3. Shtol' T. M., Telichenko V. I., Feklin V. I. *Tehnologija vozvedenija pod-zemnoj chasti zdaniy i sooruzhenij* [Technology of constructing underground part of buildings and constructions]. Moscow, Strojizdat, 1990. 282p.

4. Svirshhevskij V. K. *Prohodka skvazhin v grunte sposobom raskatki* [Advance of wells in soil by means of expansion]. Novosibirsk, Nauka, 1982. 120p.

5. Saurin A. N., Red'kina Y. V. *Svai v raskatannyh skvazhi-nah* [Piles in rolled wells]. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tehnologii XXI veka*, 2005, no 12. pp. 12-17.

6. *Osnovaniya i fundamenty. Ustrojstva fundamentov iz nabivnyh svaj v raskatanyh skvazhinah*. [Foundation engineering. Arrangement of bases of grouted piles in rolled wells] *Pravila, kontrol' vypolnenija i trebovaniya k rezul'tatom rabot*: Standart organizacii STO 221 NOSTROJ 2.5.75-2014- Vved. 2014-04-15. – Sodruzhestvo stroitelej. Delo № 82-Sankt-Peterburg, 151 list.

7. Saurin A.N., Bagdasarov Y.A., Zhadanovskij B.V. *Navesnoj rabochij organ dlja vintovoj raskatki skvazhin v grunte* [Hinged working body for screw expansion of wells in soil] Patent RF no 2002109287/03, 2003.

8. Lis V., Ponomarenko Y. E., Lis M. *Obektivnye faktory, sderzhi-vajushhie vnedrenie metoda uplotnenija grunta raskatyvaniem* [The objective factors constraining introduction of a method of soil's consolidation using rolling]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2011, no 1. pp. 20-24.

9. Lis V., Ponomarenko J. E. *Wälzbohrgerät zur Herstellung von Bohrlöchern im Erdreich durch Bodenverdichtung*. Bauingenieur. Band 83, September 2008. pp. 376-378.

10. Bobylev L.M., Bobylev A.L., Svirshhevskij V.K. *Ustrojstvo dlja obrazovanija skvazhin v grunte* [The device for creating wells in soil] Patent SU no 4828433/03, 1992.

11. Bobylev A.L., Docenko A.I. *Raskatchik dlja ust-rojstva nabivnyh svaj* [The rolling device for arrangement of wells in soil] № 2010126722/03, 2012.

12. Patentschrift DE 10 2010 034 412 B3, 2011.11.17. M. Lis, V. Lis, J. E. Ponomarenko. *Walzenbohr-Vorrichtung* // Tag der Anmeldung: 14.08.2010. Deutsches Patent- und Markenamt, 80297 München.

*Лис Виктор (Германия, Mittel) – кандидат технических наук (88441, Mittel, Germany, e-mail: vidalis@kabelbw. de)*

*Пономаренко Юрий Евгеньевич (Россия, Омск) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Инженерная геология, основания и фундаменты ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5)*

*Lis Victor (Germany, Mittlebiberach) - candidate of technical sciences (88441, Mittlebiberach, Germany, e-mail: vidalis@kabelbw. de)*

*Ponomarenko Yuriy Evgenievich (Russian Federation, Omsk) - doctor of technical sciences, professor, Head of the department "Engineering geology, foundations and bases" of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira st., 5)*

УДК 621.431

### РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ПРЕДЕЛОВ ФОРСИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ К ВЫБРОСАМ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ

Е. А. Омельченко, Д. Ю. Фадеев, О. В. Субботин  
Омский автобронетанковый инженерный институт, Россия, Омск.

**Аннотация.** На примере перспективных дизелей семейства T, разрабатываемых ООО «ЧТЗ-Уралтрак» проиллюстрирована методика расчетной оценки влияния различных факторов на экологические параметры и пределов форсирования, ограниченных допустимыми значениями этих параметров. Выполненные расчеты показали, что при условии применения конструктивных мероприятий направленных на снижение тепломеханической напряженности и токсичности отработавших газов, принципиально возможно повысить уровень форсирования перспективных дизелей ООО «ЧТЗ-Уралтрак» семейства T с 14.5 до 34 кВт/л (при частоте вращения 2400 мин<sup>-1</sup>) и довести его до уровня лучших зарубежных аналогов.

**Ключевые слова:** экологичность, форсирование, тепломеханическая напряженность, оптимизация рабочего цикла, степень сжатия.

**Введение**  
Дизели отечественного производства существенно отстают от зарубежных аналогов

по одному из важнейших параметров, характеризующих технический уровень - литровой мощности рисунок 1. Повышение литровой



мощности является одной из актуальных задач отечественного двигателестроения [1], однако, при форсировании необходимо обеспечить соответствие требованиям стандартов к выбросам вредных веществ с отработавшими газами. На примере перспективных ди-

зелей семейства Т, разрабатываемых ООО «ЧТЗ-Уралтрак» проиллюстрирована методика расчетной оценки влияния различных факторов на экологические параметры и пределов форсирования, ограниченных допустимыми значениями этих параметров.

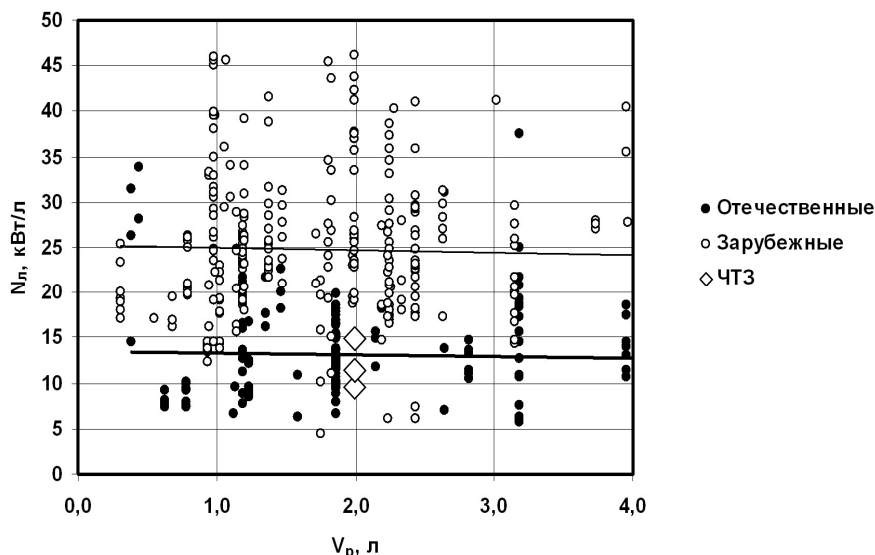


Рис. 1. Удельная литровая мощность дизелей типа 4Т371, 6Т370, их отечественных и зарубежных аналогов

**Расчётная оценка форсирования**

В качестве исходного варианта принят режим номинальной нагрузки дизеля 4Т371, как наиболее форсированный (14.5 кВт/л) [2]. Рассматривались варианты повышения литровой мощности за счет увеличения цикловой подачи топлива и воздуха, а также частоты вращения коленчатого вала. Оценивалась эффективность мероприятий, связанных с оптимизацией рабочего цикла, по снижению выбросов вредных веществ с отработавшими

газами и тепломеханической напряженности деталей образующих камеру сгорания. При этом динамическая нагруженность деталей двигателя не оценивалась.

Был проведен численный многофакторный эксперимент методом D-Optimum, в ходе которого варьировались параметры: цикловая подача топлива – 8 расчетных точек, частота вращения коленчатого вала – 7 точек и степень повышения наддува – 11 точек, всего было рассчитано 616 вариантов таблица 1.

Таблица 1 – Исходные данные (варьируемые параметры) для численного эксперимента

Независимые параметры			Зависимые параметры (f(пк))		
qt, мг	n, мин <sup>-1</sup>	пк	Tк, К	Pр/P0	Tг, К
60	1600	1,0	293	0,95	750
80	2000	1,2	315	1,14	790
100	2400	1,4	335	1,33	839
120	2800	1,6	353	1,52	885
140	3200	1,8	369	1,71	927
180	3600	2,0	385	1,90	966
220	4000	2,4	414	2,28	1038
240	-	2,8	440	2,66	1103
-	-	3,2	463	3,04	1162
-	-	3,6	485	3,42	1217
-	-	4,0	506	3,80	1269

В ходе расчета использовалась ранее разработанная математическая модель [2, 3, 4, 5]. Температура воздуха во впускном коллекторе, давление и температура отработавших газов в выпускном коллекторе рассчиты-

валась по известным зависимостям (см., например [1]). В таблице 2 приведены максимальные значения ограничивающих (рассчитываемых) параметров.

Таблица 2 – Предельные значения ограничивающих (рассчитываемых) параметров для одноцилиндрового отсека

Параметр	Предельное значение	Источник требований
$g_e$ , г/кВт·ч	218	Рекомендации ГОСТ 20000
$g_{NOx}$ , г/кВт·ч	9,0	Требования ГОСТ Р 41.96-2005, с учетом коэффициентов весомости
$g_{PM}$ , г/кВт·ч	0,3	

Основные результаты расчета (при исходном значении степени наддува  $\pi_k=1.6$ ) приведены на рисунке 2 и 3. Математическая обработка результатов численного многофакторного эксперимента показала, что выбранные ООО «ЧТЗ-Уралтрак» конструктивные и регулировочные параметры дизелей типа 4Т371 и

6Т370 близки к оптимальным. Резерв форсирования при исходных ограничивающих параметрах практически отсутствует, поэтому необходимы дополнительные конструктивные мероприятия по минимизации негативных последствий повышения литровой мощности.

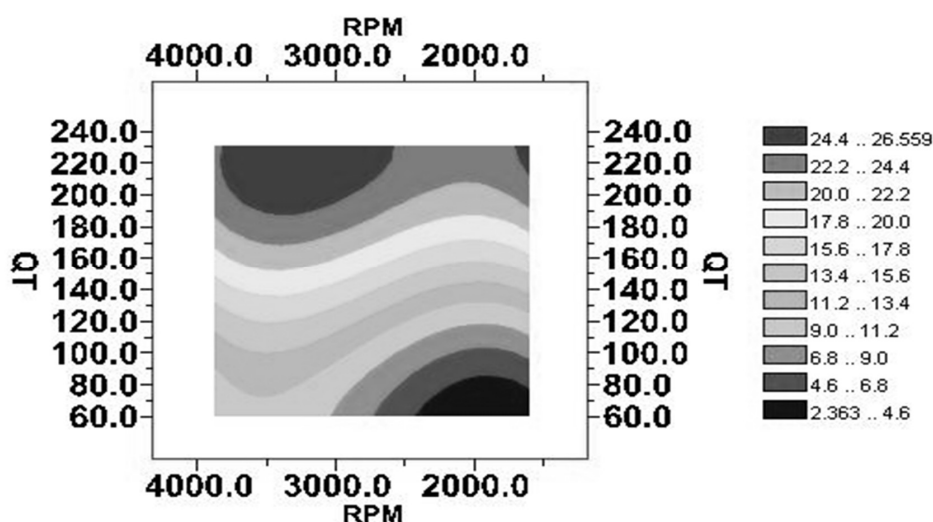


Рис. 2. Зависимость удельных выбросов оксидов азота ( $g_{NOx}$ , г/кВт·ч) от частоты вращения коленчатого вала (RPM, мин<sup>-1</sup>) и цикловой подачи топлива (QT, мг) при  $\pi_k=1.6$

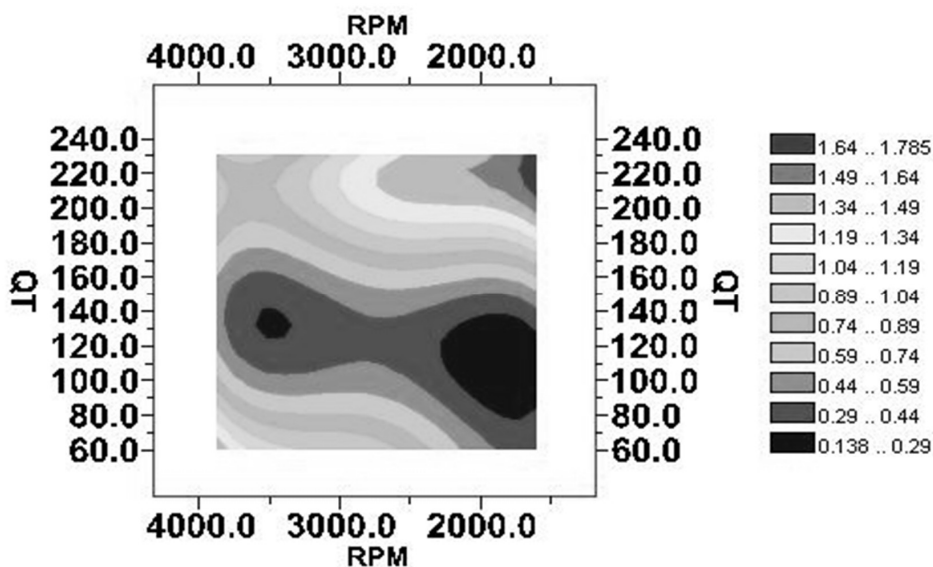


Рис. 3. Зависимость удельных выбросов твердых частиц ( $g_{PM}$ , г/кВт·ч) от частоты вращения коленчатого вала (RPM, мин<sup>-1</sup>) и цикловой подачи топлива (QT, мг) при  $\pi_k=1.6$

Анализ результатов численного многофакторного эксперимента с ограничением только по удельному расходу топлива показывает, что при частоте вращения коленчатого вала  $2000 \text{ мин}^{-1}$ , возможно достижение мощности  $70 \text{ кВт/цилиндр}$  ( $35 \text{ кВт/л}$ ), при этом существенно (в четыре раза) возрастут удельные выбросы оксидов азота (в 4 раза). Увеличение частоты вращения позволит повысить цилиндковую мощность с шагом  $20 \dots 25 \text{ кВт/1000 мин}^{-1}$ , при этом удельные

выбросы оксидов азота увеличатся в 6 раз. Исходя из полученных зависимостей и характеристик зарубежных аналогов, предложено в качестве предела форсирования выбрать режим обеспечивающий значение литровой мощности  $34 \text{ кВт/л}$  (рис. 4):

$$\begin{aligned} \varphi_{inj} &= 16.6 \text{ град.ПКВ до ВМТ,} \\ n &= 2400 \text{ мин}^{-1}, \\ \pi_k &= 2.8. \end{aligned}$$

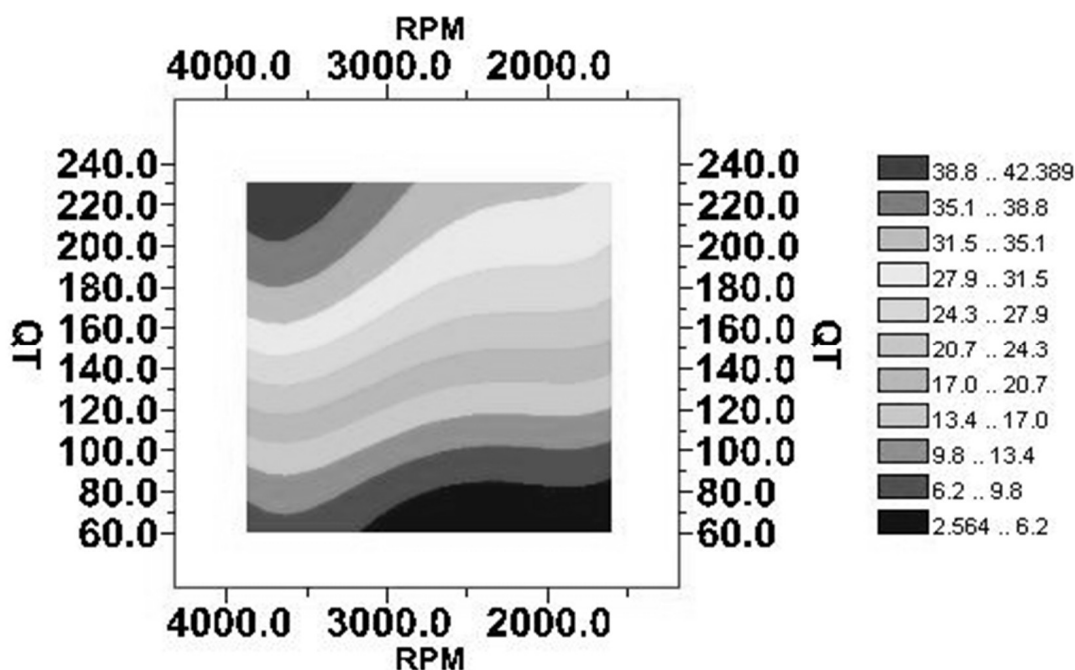


Рис. 4. Зависимость эффективной мощности ( $N_e$ , кВт) от частоты вращения коленчатого вала (RPM,  $\text{мин}^{-1}$ ) и цикловой подачи топлива (QT, мг) при  $\pi_k=2.8$

Однако для выбранного режима необходимо применение дополнительных конструктивных мероприятий [6], обеспечивающих снижение удельных выбросов вредных веществ до требований стандартов. Эти мероприятия были обоснованы в ходе дальнейших расчетов. При выбранных значениях варьируемых параметров и фиксированных значениях прочих параметров, оценивалось влияние на характеристики двигателя давления впрыска (рис. 5), частичной рециркуляции отработавших газов (рис. 6), степени сжатия, рисунок 7. Рециркуляция отработавших газов является наиболее эффективным из рас-

смотренных мероприятий, ее применение позволит снизить удельные выбросы оксидов азота на  $30 \dots 50 \%$ , твердых частиц – в  $2 \dots 5$  раз, в зависимости от режима нагружения [4]. Рециркуляция может обеспечить соответствие как исходного, так и форсированного варианта двигателя требованиям НТД к выбросам дисперсных частиц, однако, для выполнения норм по  $\text{NO}_x$  для форсированного варианта необходимы дополнительные конструктивные мероприятия, например, каталитический нейтрализатор, который позволяет снизить выбросы оксидов азота на  $90 \%$  (в 10 раз),  $\text{CO}$  и  $\text{CH}$  – на  $80 \%$  (в 5 раз).

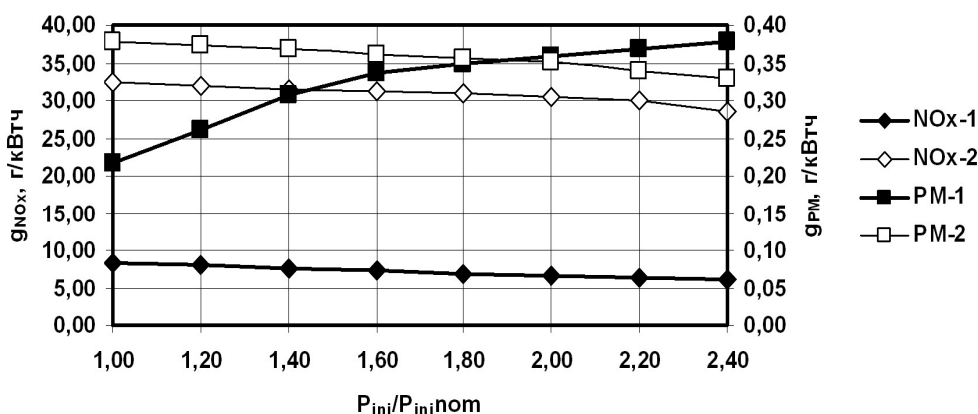


Рис. 5. Зависимость удельных выбросов оксидов азота (NO<sub>x</sub>) и дисперсных частиц (PM) от давления впрыска топлива: 1 – исходный, 2 – форсированный вариант

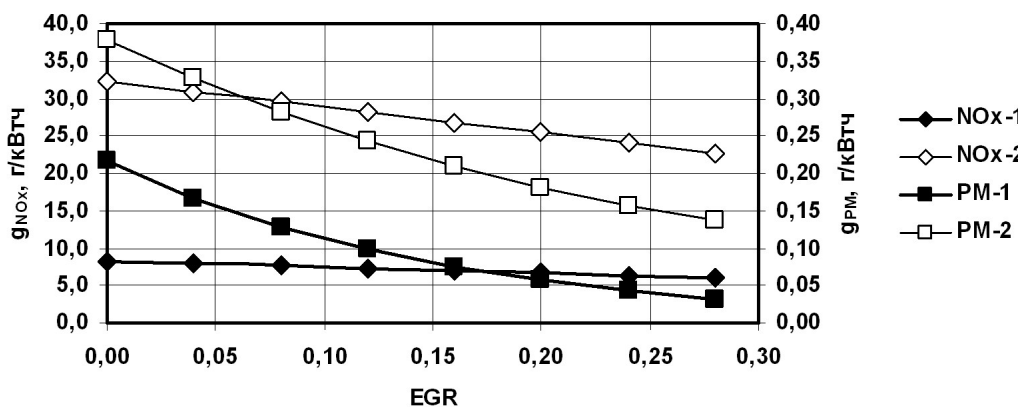


Рис. 6. Зависимость удельных выбросов оксидов азота (NO<sub>x</sub>) и дисперсных частиц (PM) от доли рециркулирующих отработавших газов: 1 – исходный, 2 – форсированный вариант

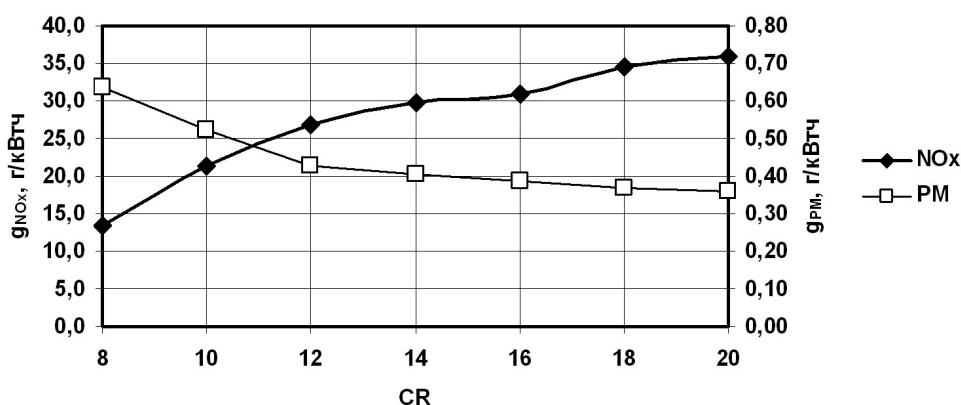


Рис. 7. Зависимость удельных выбросов оксидов азота (NO<sub>x</sub>) и дисперсных частиц (PM) от степени сжатия (CR)

Снижение степени сжатия позволяет уменьшить удельные выбросы оксидов азота примерно в 2.5 раза, но в 2 раза возрастают выбросы твердых частиц [6]. Одновременно снижаются механические нагрузки на детали двигателя, при этом значение цилиндрической мощности (в рассматриваемом диапазоне степеней сжатия) уменьшается только на

10 %. Максимальная температура рабочего цикла снижается примерно на 150 К, а температура деталей образующих камеру сгорания – на 200 К.

#### Заключение

Таким образом, выполненные расчеты показали, что при условии применения конструктивных мероприятий направленных на

снижение тепломеханической напряженности и токсичности отработавших газов, принципиально возможно повысить уровень форсирования перспективных дизелей ООО «ЧТЗ-Уралтрак» семейства Т с 14.5 до 34 кВт/л (при частоте вращения 2400 мин<sup>-1</sup>) и довести его до уровня лучших зарубежных аналогов. Без применения каталитического нейтрализатора можно повысить уровень форсирования до 25 кВт/л (при исходной частоте вращения 2000 мин<sup>-1</sup>), что соответствует среднему уровню зарубежных аналогов.

#### Библиографический список

1. Малозёмов, А. А. Математическая модель двигателя на основе системы дифференциальных уравнений энергетического и массового балансов / А. А. Малозёмов // Повышение эффективности силовых установок колесных и гусеничных машин. – 2006. – № 18. – С. 8 – 15.
2. Попык, К. Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей: учебник / К. Г. Попык. – М.: Машиностроение, 1965. – 259 с.
3. Ленин, И. М. Автомобильные и тракторные двигатели (теория, системы питания, конструкции и расчёт) / И. М. Ленин, К. Г. Попык – М.: Машиностроение, 1969. – 565 с.
4. А. с. 7132 РФ, МКИЗ F 02 В. Расчет рабочего цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания методом энергетического и массового баланса рабочего тела "MAEngine" / А.А. Малозёмов; ООО "ФУМНПЦ" (РФ). - N 7132/13-11; заявл. 31.10.06; опубл. 28.11.06, Бюл. N 14..
5. Heywood J.B. Internal combustion engine fundamentals. – USA: McGraw-Hill Inc., 1988. – 930 p.
6. Малозёмов, А. А. Математическое моделирование химической кинетики образования токсичных веществ в дизеле балансов / А. А. Малозёмов // Повышение эффективности силовых установок колесных и гусеничных машин. – 2006. – № 18. – С. 3 – 8.

#### ACCOUNTING ESTIMATE OF LIMITS OF FORCING DIESEL ENGINES CONSIDERING REQUIREMENTS TO EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES WITH THE BURNT GASES

E. A. Omelchenko, D. Y. Fadeyev, O. V. Subbotin

**Abstract.** The methodology of accounting estimate of influence of various factors on ecological parameters and limits of forcing, restricted by legitimate values of these parameters is illustrated on an example of perspective diesels of T set, developed by ООО "CTZ-Uraltrak". The fulfilled calculations showed that in condition of using structural measures aimed at reducing heat-mechanic tension and toxicity of burnt gases, it is possible to increase the level of forcing perspective diesels of ООО "CTZ-Uraltrak", T set from 14.5 to 34 kW/l (at rotational speed of 2400 min) and bring it to the level of the best foreign analogues.

**Keywords:** ecological compatibility, forcing, thermal mechanical tension, optimization of work cycle, compression index.

#### References

1. Popyk K. *Dinamika avtomobil'nyh i traktornyh dvigatelej: uchebnik* [Dynamics of automobile and tractor engines: textbook]. Moscow, Mechanical Engineering, 1965. 259 p.
2. Lenin I. M., Popyk K. *Avtomobil'nye i traktornye dvigateli (teorija, sistemy pitaniya, konstrukcii i raschjot)* [Automobile and tractor engines (theory, power systems, design and calculation)]. Moscow, Mashinostroenie, 1969. 565 p.
3. Malozemov A. A. *Programma dlja rascheta rabocheho cikla porshnevoho dvigatelja vnutrennego sgoranija metodom jenergeticheskogo i massovogo balansa rabocheho tela «MAEngine»* [Program for calculation of working cycle of a piston internal combustion engine by a method of energy and mass balance of a working body "MAEngine"].no. 7131, 2006.
4. Malozemov A. A. *Matematicheskaja model' dvigatelja na osnove sistemy differencial'nyh uravnenij jenergeticheskogo i massovogo balansov* [Mathematical model of an engine based on a system of differential equations of energy and mass balances] *Increase the efficiency of the power plant of wheeled and tracked vehicles*, 2006, no. 18. pp. 8 – 15.
5. Malozemov, A. A. [Mathematical modeling of chemical kinetics of forming toxic substances in a diesel of balances]. *Increasing efficiency of the power plant of wheeled and tracked vehicles*, 2006, no. 18. pp. 3 – 8.
6. Heywood, J. B. *Internal combustion engine fundamentals*. USA: McGraw-Hill Inc., 1988. 930 p.

Фадеев Дмитрий Юрьевич (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры Ремонта бронетанковой и автомобильной техники, «ОАБИИ» (644098, г. Омск, 14 Военный городок, e-mail: dima11780@inbox.ru)

Омельченко Евгений Алексеевич (Россия, Омск) – заместитель начальника кафедры Вождения, «ОАБИИ» (644098, г. Омск, 14 Военный городок, e-mail: dima11780@inbox.ru)

Субботин Олег Викторович (Россия, Омск) – старший преподаватель кафедры Ремонта бронетанковой и автомобильной техники, «ОАБИИ» (644098, г. Омск, 14 Военный городок, e-mail: dima11780@inbox.ru)

Fadeyev Dmitry Yurievich (Omsk, Russian Federation) – Candidate of Technical Sciences, associate professor of the department "Repair of armoured and automotive vehicles, "OABII" (644098, Omsk, 14 Voenny gorodok, e-mail: dima11780@inbox.ru)

Omelchenko Evgeniy Alekseevich (Omsk, Russian Federation) – deputy chief of the department of Driving, "OABII" (644098, Omsk, 14 Voenny gorodok, e-mail: dima11780@inbox.ru)

Subbotin Oleg Viktorovich (Omsk, Russian Federation) – senior lecturer of the department "Repair of armoured and automotive vehicles", "OABII" (644098, Omsk, 14 Voenny gorodok, e-mail: dima11780@inbox.ru)

УДК 621.436.12

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЕЙ

Д. И. Лепёшкин

ОАО НПО «Трансмаш-Сервис», Россия, г. Омск

**Аннотация.** На основании анализа критериев оценки топливной аппаратуры высокого давления дизелей, устанавливается возможность определения технического состояния различных топливных систем дизелей по параметрам волновых явлений в линии высокого давления. Статья посвящена комплексному исследованию как критериев оценки топливной аппаратуры в целом, так и критериев оценки структурных компонентов топливной аппаратуры в частности.

**Ключевые слова:** критерий, оценка, топливная аппаратура, дизель, подача топлива.

### Введение.

В последние годы, в связи с форсированием дизелей и задачами направленными на повышение топливной экономичности, улучшение экологических качеств, и связанной с этим интенсификацией топливоподачи, вводится целый комплекс критериев для оценки топливных систем с точки зрения их энергетических и качественных параметров. Рассмотрим критерии оценки топливной аппаратуры в целом и критерии оценки структурных компонентов топливной аппаратуры в частности.

### Критерии оценки топливной аппаратуры

Общеизвестно, что важную информацию о состоянии топливных систем дизелей несет и закон подачи топлива, его распределение по времени. Для анализа впрыскивания наиболее подходит дифференциальный закон подачи  $g_T = f(\phi_{пкв})$ , который связан с соотношением:

$$g_T = \frac{1}{\omega} \int_0^{\Phi_{впр}} G_T d\phi, \quad (1)$$

где  $\omega$  – угловая скорость кулачкового вала топливного насоса;  $\Phi_{впр}$  – угол окончания впрыскивания.

Без учета множества факторов, влияющих на процесс топливоподачи, упрощенно полагают [5, 7]  $Q_H = Q_\phi$ , тогда:

$$Q_T = \frac{1}{\omega} \int_0^{\Phi_{впр}} \rho_T Q_\phi d\phi = g_T(\rho_T \cdot h_{пл}). \quad (2)$$

Таким образом, интегральный закон подачи в своей основе формируется на данном режиме качественным состоянием топлива и профилем кулачка. Вместе с этим он определяется и состоянием механизма передач, форсунки и наличием зазоров в прецизионных парах. Принимая  $\rho_T$  и  $h_{пл}$  постоянными,

возможно оценить влияние технического состояния топливной аппаратуры на интегральный закон подачи топлива.

При ухудшении технического состояния топливной системы происходит изменение следующих показателей: давления открытия нагнетательного клапана и начала впрыскивания, эффективного проходного сечения элементов ТАВД, зазоров в прецизионных парах. Все это приводит к изменению интегрального закона подачи, а значит сравнение топливной аппаратуры может проводиться только при ее исправном состоянии.

В последние годы, в связи с форсированием дизелей и задачами направленными на повышение топливной экономичности, улучшение экологических качеств, и связанной с этим интенсификацией топливоподачи, вводится целый комплекс критериев для оценки топливных систем с точки зрения их энергетических и качественных параметров:

- критерий интенсификации впрыскивания  $I(\rho_{тн}^{\max})$ ;
- коэффициент стабильности распыливания топлива  $K_p$ , равный отношению среднего давления распыливания топлива к максимальному;
- динамический коэффициент подачи  $\eta_{ак}$ , равный отношению средней объемной скорости истечения топлива через сопловые отверстия распылителя к средней объемной скорости вытеснения топлива плунжером топливного насоса приведенной к продолжительности полного цикла дизеля, с учетом смещения на время распространения импульса по нагнетательному трубопроводу;
- коэффициент относительной мощности распыливания топлива к средней эффективной мощности обслуживаемого цилиндра дизеля.

При решении системы уравнений баланса расхода топлива и волновых уравнений по методу Б. Н. Файнлейба [6] критерий интенсификации впрыскивания находится как:

$$I(\rho_{т.н.}^{\max}) = \frac{V_{цпл} + \Delta V_0 \eta_{п}}{\eta_{п} \alpha (V_{ка} + V_{п} + V_{тр})}, \quad (3)$$

где  $\Delta V_0 = \frac{f_{тр} \cdot \rho_{то} \cdot a \cdot \alpha}{6n} \Phi_a$ ;

$$V_{п} = \left[ (h_n - h_{зн} - \frac{V_{цпл}}{2\eta_n f_n}) + \delta \right] f_n$$

$$V_{тр} = \frac{f_{тр} a}{12n} \Phi_a$$

В этих выражениях:  $\Delta V_0$  – объем, на который сжимается топливо при уровне давления  $p_{т.а}$  в нагнетательном трубопроводе на участке, на который распространяется на период  $\Phi_0$ ,  $V_{мп}$  – половина объема указанного участка трубопровода (т.к. в начале участка давление  $p_{м.н.}$ , а в конце –  $p_{м.о.}$ );  $h_{зн}$  – перемещение плунжера до геометрического начала подачи топлива;  $h_n$  – текущий ход плунжера;  $\eta_n$  – коэффициент подачи системы.

Или следующее приближенное выражение для распространенных систем топливоподачи:

$$I(\delta_{т.н.}^{\max}) = 1250 \cdot \frac{V_{цпл}}{V_c}, \quad (4)$$

где  $V_c$  – суммарный объем сжимаемого в системе топлива;  $p_{т.н.}$  – давление топлива в нагнетательном трубопроводе, создаваемое перед началом активного хода плунжера.

Физический смысл критерия интенсификации впрыскивания заключается в том, что значения энергии впрыскивания топлива за весь период определяются средним уровнем давления впрыскивания  $P_{впр}$ , которое в свою очередь пропорционально максимальному давлению впрыскивания топлива и обратно времени нарастания и падения давления.

Остальные критерии представляются следующими выражениями:

$$k_p = \frac{P_{р.сп}}{P_{вmax}} = \frac{1}{2} [1 + k_{кн} + k_{ак}(k_{кн} - k_{кн}) + k_c(1 - k_{кн})], \quad (5)$$

$$k_n = \frac{V_c^3 p^n p}{2t_{впр} P_{ец}}, \quad (6)$$

$$\eta_{ак} = 1 + \frac{V_c P_{pmax} (1 - k_{кн})}{V_H E_k}, \quad (7)$$

где  $k_{ак} = 1 - \frac{V_c P_B}{V \cdot E}$ ;

$t_{впр}$  – продолжительность впрыскивания,  $t_{впр} = \frac{\phi_{впр}}{6n_p}$ ;  $P_{max}$  и  $P_{рсп}$  – максимальное и среднее

давление распыливания;  $K_{кн}$  – отношение давления начала впрыскивания к максимальному давлению;  $K_c$  – отношение продолжительности распыливания с постоянным максимальным давлением перед отсечкой подачи, к общей его продолжительности;  $k_{ак}$  – коэффициент активности (отношение продолжительности распыливания от его начала до отсечки подачи к общей продолжительности);  $V_{цпл}$ ,  $V_n$  – объем топливной системы и цикловой подачи;  $E$  и  $p$  – модуль упругости и плотность топлива;  $P_{ец}$  – эффективная цилиндровая мощность дизеля;  $p_c$  – среднее давление в цилиндре дизеля за период распыливания топлива.

Данные критерии оценки топливоподачи хорошо согласуются с представлениями о физических условиях протекания процесса топливоподачи и достаточно широко используются для исследования [1, 2, 3, 7, 8].

В связи с тем, что работа автомобильного дизеля происходит в широком нагрузочном и скоростном диапазоне, а оптимальный режим топливоподачи, протекающий без искажения процесса, является ограниченной областью рабочих режимов дизеля, основные показатели оценивающие качество топливоподачи и распыливания, колеблются в широких пределах. Поэтому оценка работы системы, практикуемая лишь для оптимальных режимов, в силу специфики использования автомобильных дизелей является некорректной.

Естественно, что на различных режимах работы дизеля предлагаемые для оценки критерии будут изменяться, т.к. они являются функцией как от числа оборотов вала топливного насоса, так и от величины цикловой подачи. Практически имеются функции

$$I_{P_{тн}}^{max}(n, b_e), k_p(n, b_e), k_n(n, b_e), \eta_{ак}(n, b_e).$$

Вместе с этим, как ранее отмечалось, техническое состояние топливной системы оказывает значительное влияние на показатели топливоподачи. Следовательно, наиболее информативный характер будет носить изменение критериев во всей области дизеля и при различных состояниях топливных систем в эксплуатации [4, 8].

При анализе влияния эксплуатационных параметров на характеристики топливоподачи в процессе ухудшения технического состояния ранее отмечалось, что степень их влияния оценить в чистом виде без взаимодействующих одновременно факторов достаточно сложно. Поэтому теоретическое исследование направлено на анализ влияния факторов без учета возникающих побочных: таких, например, как нагаро- и шлакообразование на игле распылителя, уменьшение затяжки пружин форсунки и нагнетательного клапана и, как следствие, связанное с этим изменение давления срабатывания иглы и нагнетательного клапана и т.д.

В итоге, для оценки топливной системы подобраны критерии, которые позволяют оценить ее наиболее важные параметры, заключающиеся в определении давления впрыскивания, интегрального закона топливоподачи и интенсивности их изменения, стабильности протекающих процессов при впрыскивании в цилиндр, затрат мощности на впрыскивание, объема топливной системы, а также динамических нагрузок [8].

#### Критерий оценки структурных компонентов топливной аппаратуры

Структура топливной аппаратуры и накладываемые взаимосвязи между отдельными компонентами определяется в первую очередь назначением двигателя, требованиями к техническим характеристикам, конструктивными особенностями отдельных узлов, систем и механизмов, а также принятыми способами организации рабочего процесса – впрыскивания топлива, смесеобразования, сгорания и способами управления рабочим процессом.

Основными параметрами, точность которых должна обеспечить выбранная структура топливной аппаратуры, являются:

- цикловая подача топлива  $q_{ц}$  - количество топлива, подаваемого через форсунку за цикл рабочего процесса дизеля;
- характеристика впрыскивания (закон подачи топлива), включающий в себя интегральную характеристику - зависимость от времени количества топлива, поступившего в цилиндр через распылитель форсунки в период от начала впрыскивания до заданного момента;
- продолжительность впрыскивания - угол поворота кулачкового вала  $f_{в}$  или время  $\tau_{в}$ , соответствующее впрыскиванию топлива;
- угол опережения впрыскивания топ-

лива  $Q$  - угловое положение коленчатого вала, при котором начинается впрыскивание относительно в.м.т. в данном цилиндре;

Достаточно стройная логическая взаимосвязь отношений в структурной модели позволяет детально изучить структуру объекта и системы в целом.

Для оценки структурного совершенства системы можно ввести критерии оценки. Рассмотрим последовательно влияние схем топливной аппаратуры на: точность дозирования; точность начала впрыскивания; точность характеристики впрыскивания.

Величины отклонений на каждом этапе будем суммировать.

Точность дозирования определяется:

**по силовой линии:**  $\Delta q_{цк}$  - износ кулачка вала ТНВД;  $\Delta q_{цпл}$  - износ плунжера;  $\Delta q_{цн.кл}$  - характеристика пружины нагнетательного клапана;  $\Delta q_{цмн}$  - податливость топливопровода;  $\Delta q_{цпр.ф}$  - характеристика пружины форсунки;  $\Delta q_{циглы}$  - износ иглы и корпуса распылителя;  $\Delta q_{цх.и}$  - нестабильность положения иглы на упоре;  $\Delta q_{цс.р}$  - техническое состояние сопловых отверстий распылителя;  $\Delta q_{цo}$  - объемы разгрузки топливной системы;  $\Delta q_{цпв}$  - подвпрыскивание топлива.

**по информационной линии:**  $\Delta q_{цтр}$  - силы трения в сочленении регулятора;  $\Delta q_{цу}$  - износ сочленений;  $\Delta q_{цпр.р}$  - отклонение характеристик пружин регулятора;  $\Delta q_{цпр.к}$  - отклонение характеристик пружин отрицательного и положительного корректора;  $\Delta q_{цкул}$  - износ кулачкового вала ТНВД;  $\Delta q_{цк.к}$  - крутильные колебания КВ и кулачкового вала ТНВД.

Обозначив  $\Delta Q_{цс} = \sum_{i=1}^n \Delta q_{цс.л.i}$  - отклонение по точности дозирования по силовой линии и  $\Delta Q_{ци} = \sum_{i=1}^m \Delta q_{ци.л.i}$  - отклонения по точности дозирования по информационной линии.

Можно получить следующее соотношение:

$$K_{ц} = \frac{\Delta Q_{цс} + \Delta Q_{ци}}{q_{цз}}$$

которое показывает нестабильность дозирования принятой схемы топливоподачи ( $q_{цз}$  – заданная (желаемая) цикловая подача).



$$K_T = \frac{|q_{цз} - \Delta Q_{цс} - \Delta Q_{цш} - q_{цо}|}{q_{цо}} - \text{теоретиче-}$$

ская степень нестабильности цикловой подачи ( $q_{цо}$  – оптимальная величина цикловой подачи для заданного режима).

Интерес представляет также соотношение отклонений по силовой и информационной линиям:

$$K_{си} = \frac{\Delta Q_{цс}}{\Delta Q_{цш}}.$$

Критерий  $K_{ис} \rightarrow 1$  в том случае, если отклонение дозирования по информационной линии будет равно отклонению по силовой линии, т.е.  $\Delta Q_{цш} = \Delta Q_{цс}$ . Это можно наблюдать в схеме ТА. Так как топливо закачивается в аккумулятор, то силовая линия не оказывает прямого воздействия на точность цикловой подачи. Она определяется исключительно точностью датчиков и исполнительных механизмов.

Величина  $K_{ис}$  в значительной степени зависит от режима работы дизеля. Аналогично, критерии совершенства системы топливоподачи можно получить и по точности начала подачи и по характеристике впрыскивания –  $K_{исо}$ ,  $K_{исх}$ . Как видно из представленного выше мы пришли к задаче анализа параметров  $\Delta q_i$ . В том случае, если при анализе параметров принято решение *min* величины  $\Delta q_i$ , а это требует изменения структурной схемы, необходимо вновь выполнить структурный анализ. Далее процесс повторяется.

#### Заключение

Подводя итог вышесказанному имеется возможность предварительного вывода о том, что для определения технического состояния ТА возможно использовать способ оценки волновых явлений в ТВД, однако это требует дальнейших исследований.

#### Библиографический список

1. Астахов, И. В. Подача и распыливание топлива в дизелях. / И. В. Астахов. – М.: Машиностроение, 1972. – 363 с.
2. Астахов, И. В. Энергетическая характеристика, критерии оценки и выбора параметров рабочего процесса топливной системы дизеля / И. В. Астахов // Двигателестроение. 1998 – № 3 – С.14 – 17.
3. Мазинг, М. В. Законы управления топливоподачей / М. В. Мазинг // Автомобильная промышленность. – 1994 – № 9 – С. 7 – 9.
4. Патрахальцев, Н.Н. Дизельная система топливоподачи с регулируемым начальным давлением / Н.Н. Патрахальцев / Двигателестроение. – 1980. - № 10 – С. 33-38.

5. Свиридов, Ю. Б. Топливо и топливоподача автомобильных дизелей / Ю.Б. Свиридов - Л.: Машиностроение, 1979. – 248 с.

6. Файнлейб, Б. Н. Уточненный метод гидродинамического расчета процесса топливоподачи в автотракторных дизелях / Б. Н. Файнлейб, Е. Е. Квасцов, Р. И. Миронова / Двигателестроение. – 1990. – №10 – С. 7 – 10.

7. Шапран, В. Н. Изменение параметров смесеобразования дизелей в процессе эксплуатации / В. Н. Шапран, А. Н. Патрин // Тез. докл. 23-ей науч.-метод. конф. Ряз. высш. воен. авт. инж. уч-ща, Рязань, 1993. – С. 98 – 101.

8. Шапран, В. Н. Критерии оценки систем топливоподачи / В. Н. Шапран, А. Н. Патрин // Тез. докл. 25-ой науч.-метод. конф. Воен. авт. ин-та, Рязань, 1995. – С. 88 – 92.

#### CRITERIA OF ASSESSING FUEL EQUIPMENT OF DIESELS

D. I. Lepyoshkin

**Abstract.** As a research problem the author, on the base of criteria analysis of assessing fuel equipment of the high pressure of diesels, tried to determine the technical condition of different fuel systems of diesels on parameters of the wave effects in the line of high pressure. In the article there are analysed criteria of assessing fuel equipment as a whole, and a criterion of assessing structural components of a fuel equipment.

**Keywords:** criterion, assessment, fuel equipment, diesel, fuel feed.

#### References

1. Astakhov I.V. *Podacha i raspylivanie top-liva v dizeljah* [Fuel supply and distribution in diesels]. Moscow, Mashino-stroenie, 1972. pp. 65 - 84.
2. Astakhov I. V. Jenergeticheskaja harakteristika, kriterii ocenki i vybora parametrov rabochego processa toplivnoj sistemy dizelja [Energy characteristic, criteria of assessing and choosing parameters of the working process of a diesel's fuel system] *Dvigatlestroenie* 1998, no 3. pp. 14 - 17.
3. Mazing M. V. *Zakony upravlenija toplivopodachej* [Laws for controlling fuel supply]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 1994, no 9, pp. 7 - 9.
4. Patrahalicev N. N. Dizel'naja sistema toplivopodachi s reguliruemyim nachal'nym davle-niem [Diesel system of fuel supply with adjustable initial pressure]. *Dvigatle-stroenie*, 1980, no 10. pp. 33-38.
5. Sviridov Y. B. *Toplivo i toplivopodacha avtomobil'nyh dizelej* [Fuel and fuel supply of car diesels]. L.: Mashinostroenie 1979. 248 p.
6. Faynleyb B. N., Kvascov E. E., Mironova R. I. Utochnennyj metod gidro-dinamicheskogo rascheta processa toplivopodachi v avtotraktornyh dizeljah [Specified method of hydraulic and dynamic calculation of the fuel supply process in automotive diesels], *Dvigatlestroenie*, 1990, no 10, pp. 7-10.
7. Shapran V. N. Patrin A. N. *Izmenenie parametrov sme-seobrazovanija dizelej v processe jekspluatcii* [Changing parameters of mixing diesels]

in the operational process] *Tez. dokl. 23-ey na-uch.-metod. konf. Rjaz. vyssh. voen. avt. inzh. uch-shha, Rjazan'* 1993. pp. 98 - 101.

8. Shapran V. N., Patrin A. N. Kriterii ocenki sistem top-livopodachi [Criteria of assessing fuel supply systems]. *Tez. dokl. 25-oy nauch.-metod. konf. Voen. avt. in-ta, Rjazan'*, 1995. pp. 88 – 92.

Лепёшкин Дмитрий Игоревич (Россия, г. Омск) – зам. генерального директора ОАО НПО «Трансмаш - Сервис», аспирант ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644105, Омск, ул. 20 Партсъезда, 97 e-mail: 020061973@mail.ru)

Lepyoshkin Dmitriy Igorevich (Russian Federation, Omsk) – deputy director of ОАО NPO “Transmash – Service”, graduate student of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644105, Omsk, 20 Partsiezda st., 97, e-mail: 020061973@mail.ru)

УДК 621.436.12

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРОВ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ НА ВЕЛИЧИНУ ТОПЛИВОПОДАЧИ

М. М. Саенко

ОАО НПО «Трансмаш-Сервис», Россия, г. Омск

**Аннотация.** Статья посвящена пристальному анализу влияния различных факторов: температуры топлива, давления начала подачи топлива форсункой, эффективного проходного сечения распылителя форсунки и длины топливопровода высокого давления на величину и равномерность подачи топлива в цилиндры дизеля. Статья подводит некоторые итоги изучения результатов ранее проведенного математического моделирования процесса топливоподачи дизеля. На сегодняшний день данная проблема мало изучена и требует дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** топливная аппаратура дизеля, форсунка, топливоподача, исследование, равномерность.

### Введение

Для проверки теоретических положений о характере и степени влияния допустимых значений регулировочных параметров приборов ТА на характер изменения цикловой подачи ранее было выполнено моделирование процесса топливоподачи исследуемого дизеля, на основе результатов которого установлено влияние различных факторов на величину и равномерность подачи топлива в цилиндры дизеля.

### Расчет параметров топливоподачи

На основании анализа технической литературы имеется возможность сделать вывод о том, что на отклонения цикловой подачи в процессе эксплуатации дизеля влияют множество факторов: давление и производительность ТПН, степень засоренности топливных каналов и фильтров, степень износа кулачкового вала ТНВД, степень износа прецизионных пар, а, следовательно, величина утечек топлива, жесткость пружин нагнетательного клапана и форсунки, длина и форма топливопроводов, температура топлива, величина эффективного проходного сечения топливопроводов и распылителя форсунки, режим работы двигателя и ряд других. При этом к факторам подверженным в процессе эксплуатации наибольшим изменениям и при

этом оказывающим наибольшее влияние на отклонения равномерности цикловой подачи относятся: давление начала топливоподачи форсункой и величина эффективного проходного сечения распылителя форсунки.

Согласно [1,6] зависимость перепада давления топлива  $P_m$  в полости, прилегающей к сопловым отверстиям, и давления в цилиндре двигателя  $P_u$ :

$$P_m - P_u = \frac{Q\rho_m}{2(\mu f_p)}, \quad (1)$$

где:  $Q$  – секундный расход топлива, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_m$  – плотность топлива;  $\mu f_p$  – эффективное проходное сечение распылителя форсунки.

Из данной зависимости имеется возможность получить значение цикловой подачи топлива за время впрыскивания  $\tau$ , которая примет вид:

$$q_u = \tau(\mu f_p) \sqrt{\frac{2(P_m - P_u)}{\rho_m}}, \quad (2)$$

Кроме того, используя зависимость давления начала топливоподачи:

$$P_m = \frac{S}{\frac{\pi}{4}(d_u^2 - d_x^2)} - P_u \frac{\pi d_x}{4}, \quad (3)$$

где  $S$  – сила предварительной затяжки иглы форсунки;  $d_u$  – диаметр направляющей части иглы;  $d_x$  – средний диаметр посадочного конуса иглы.

Выразив произведение  $\pi/4$  на разность квадратов диаметров  $d_x$  и  $d_u$  через коэффициент  $R$ , и преобразовав данную зависимость, подставим значение  $P_u$  в выражение (2). Полученная зависимость примет вид:

$$q_u = \tau(\mu f_p) \sqrt{\frac{2P_m - \frac{8}{\pi d_x} \left( P_u - \frac{S}{R} \right)}{\rho_m}}, \quad (4)$$

Из анализа зависимостей (2) и (4) имеется возможность сделать вывод о характере и степени влияния таких факторов как давление начала топливоподачи форсункой и величина эффективного проходного сечения распылителя форсунки на величину цикловой подачи топлива. Так зависимость цикловой подачи топлива от эффективного проходного сечения распылителя форсунки носит линейный характер, причем с увеличением  $\mu f_p$  значения цикловой подачи топлива возрастают. Зависимость давления начала топливоподачи на величину цикловой подачи топлива носит более сложный характер, однако имеется возможность сделать заключение о характере данной зависимости – с увеличением  $P_\phi$  величина  $q_u$  будет понижаться.

При проведении моделирования значения давления начала топливоподачи принимались в границах допуска на регулировку 180 – 187 кг/см<sup>2</sup>, а значения эффективного проходного сечения распылителя форсунки принимались 0,245 – 0,268, согласно требований ГОСТ и ТУ по подбору распылителей форсунок в группы гидравлического единообразия.

Важную информацию несет закон подачи топлива и его распределение по времени. Для анализа процесса топливоподачи наиболее подходит интегральный закон подачи топлива, выражающий зависимость расхода топлива  $g_m$  через распылитель от угла поворота коленчатого вала двигателя  $\varphi$  [4, 6, 7]

$$g_m = \frac{1}{\omega} \int_0^{\varphi_{внр}} G_m \partial \varphi, \quad (5)$$

где  $\omega$  – угловая скорость кулачкового вала ТНВД;  $\varphi_{внр}$  – угол окончания впрыскивания топлива.

Упрощенно рассматривая процесс топливоподачи, можно полагать что, расходы через насос и форсунку равны, т.е.  $Q_n = Q_\phi$ , тогда

$$g_m = \frac{1}{\omega} \int_0^{\varphi_{внр}} \rho_m Q_\phi \partial \varphi = \rho_m f_{пл} h_{пл}, \quad (6)$$

где  $f_{пл}$  – площадь поперечного сечения плунжера;  $h_{пл}$  – перемещение плунжера от начала активного хода.

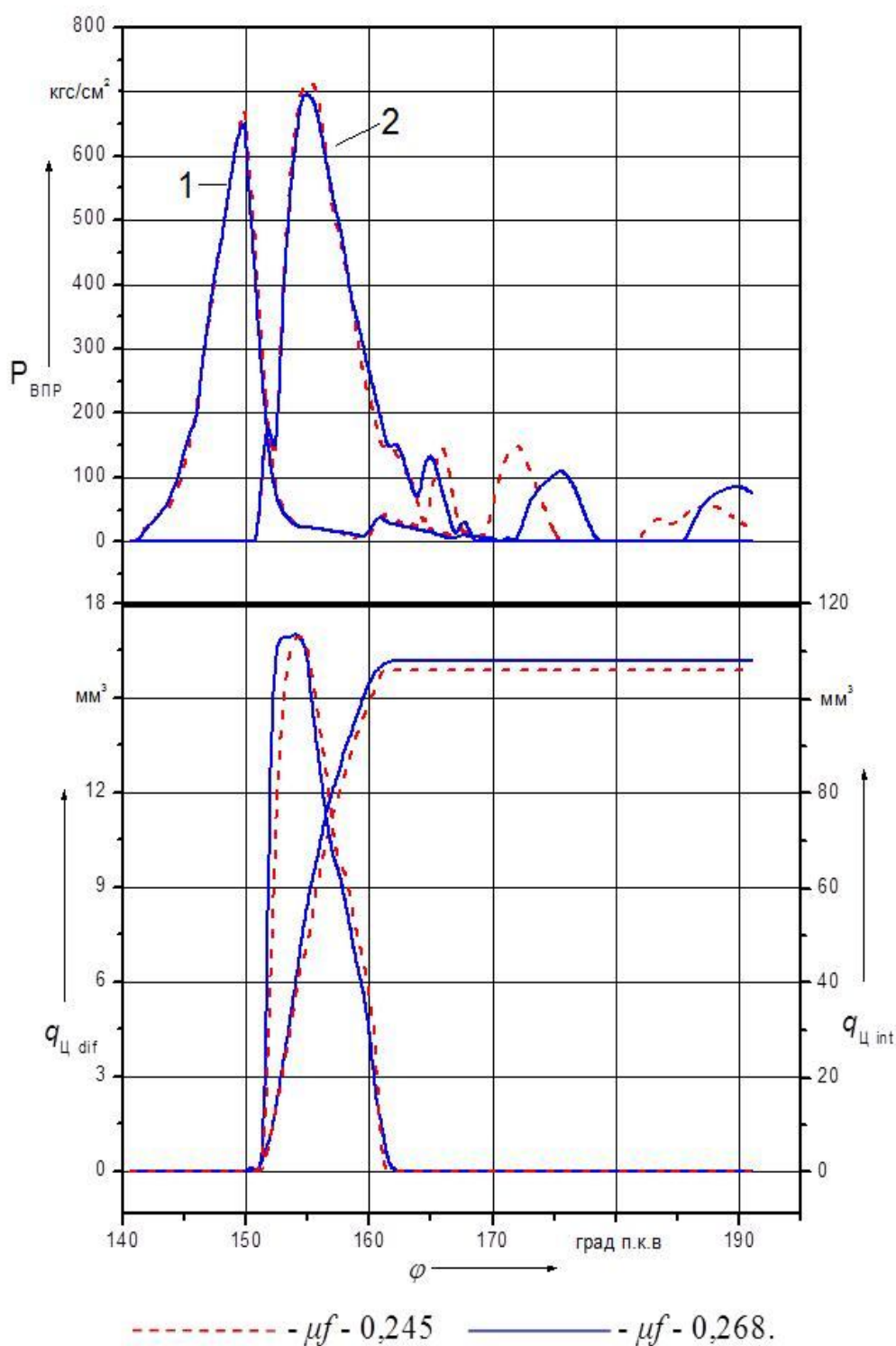
Ввиду того, что площадь плунжера постоянна, а изменением плотности топлива в данном случае можно пренебречь, закон топливоподачи должен определяться при данном режиме работы только профилем кулачка. Однако действительная подача топлива зависит от большого числа конструктивных и режимных факторов и отличается от вычисленной по соотношениям так называемой геометрической подачи топлива.

На рисунках 1 и 2 приведены сравнительные результаты расчета параметров процесса топливоподачи на номинальном режиме работы дизеля ЯМЗ-238 при изменении факторов в границах отклонений допустимых значений регулировочных величин.

Сопоставление результатов расчетов и их анализ позволяют сформулировать следующие выводы:

- при использовании распылителя форсунки с большим значением эффективного проходного сечения происходит снижение скорости нарастания давления топлива после открытия иглы форсунки, при этом наблюдается увеличение расхода топлива через распылитель, закрытие иглы происходит раньше (примерно на 2 градуса п.к.в.), но увеличение пропускной способности распылителя форсунки приводит к общему увеличению объема цикловой подачи топлива примерно на 3,7%, что прослеживается по интегральной характеристике;

- при использовании форсунок с большим давлением начала топливоподачи открытие иглы форсунки происходит позже примерно на 1 градус по углу п.к.в., при этом максимальное и среднее давление топливоподачи несколько выше, а окончание процесса топливоподачи происходит раньше, следовательно, уменьшается период времени, при котором происходит впрыскивание топлива, этим и обусловлено снижение объема топливоподачи по сравнению с форсункой отрегулированной на меньшее давление начала топливоподачи на 1,7 %.



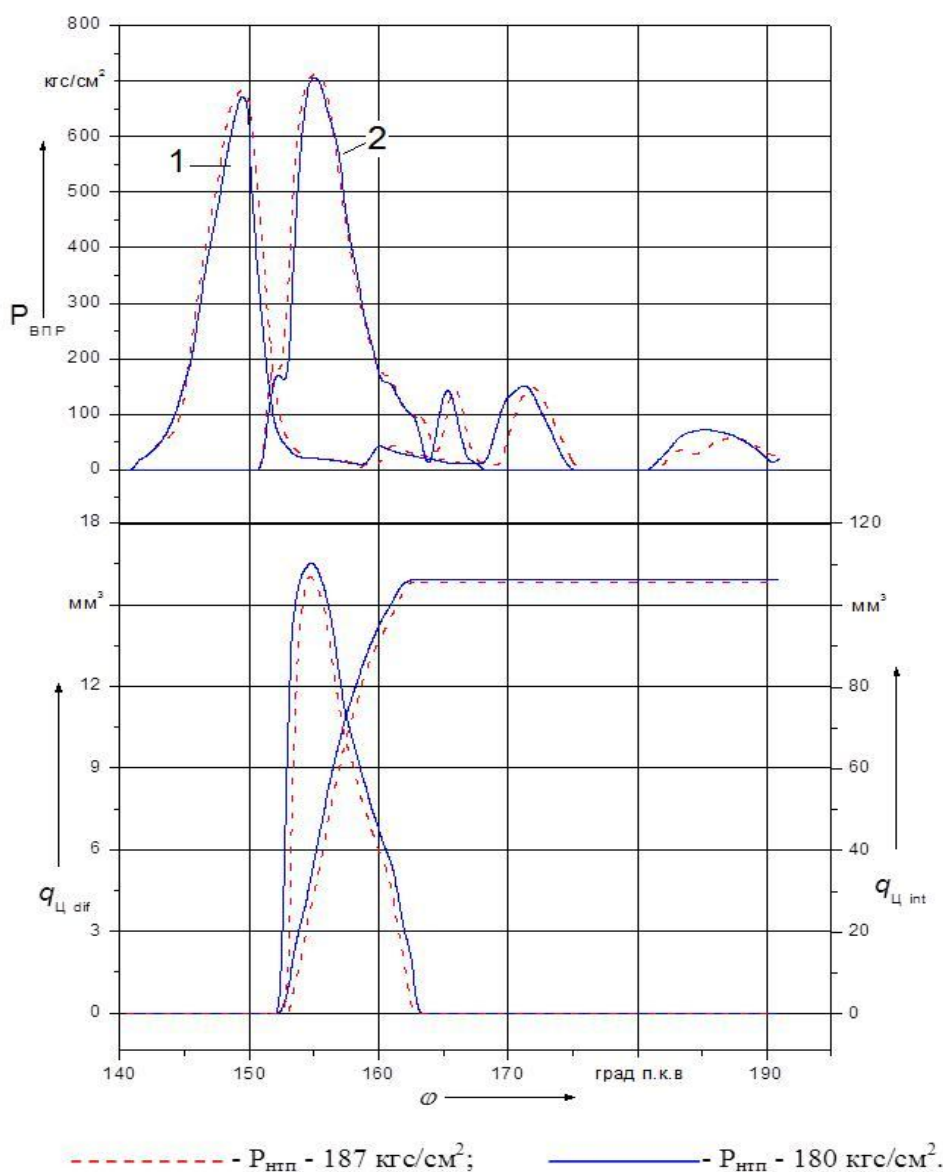
- давление топлива в штуцере ТНВД; 2 – давление топлива в распылителе форсунки

Рис. 1. Давление топлива в штуцере ТНВД и распылителе форсунки, интегральные и дифференциальные характеристики впрыскивания топлива при различных  $\mu f$  распылителя форсунки

Таким образом, исходя из представленного анализа, а также основываясь на положениях, изложенных в работах [2, 3, 5, 8], можно утверждать, что изменение  $\mu f$  распылителя форсунки, а также давления начала топливоподачи даже в границах допусков на регулировку окажет существенное влияние на параметры процесса топливоподачи. Так изменение  $\mu f$  распылителя форсунки с 0,245 до 0,268 приводит к увеличению объема подаваемого топлива примерно на 3,7 %, а увеличение давления начала топливоподачи со  $180 \text{ кг/см}^2$  до  $187 \text{ кг/см}^2$  приводит к уменьшению объема подаваемого топлива примерно на 1,7 %.

### Влияние приборов топливной системы дизеля на величину топливоподачи

Расчет влияния элементов приборов топливной системы дизеля на величину топливоподачи в пределах регулировочных параметров производился для режима работы топливной аппаратуры, соответствующему номинальному режиму работы дизеля, результаты расчетов влияния факторов, выбранных основными на величину цикловой подачи топлива, представлены в виде графических зависимостей на рисунках 2 – 5.



1 – давление топлива в штуцере ТНВД; 2 – давление топлива в распылителе форсунки

Рис. 2. Давление топлива в штуцере ТНВД и распылителе форсунки, интегральные и дифференциальные характеристики впрыскивания топлива при различных давлениях начала подъема иглы форсунки

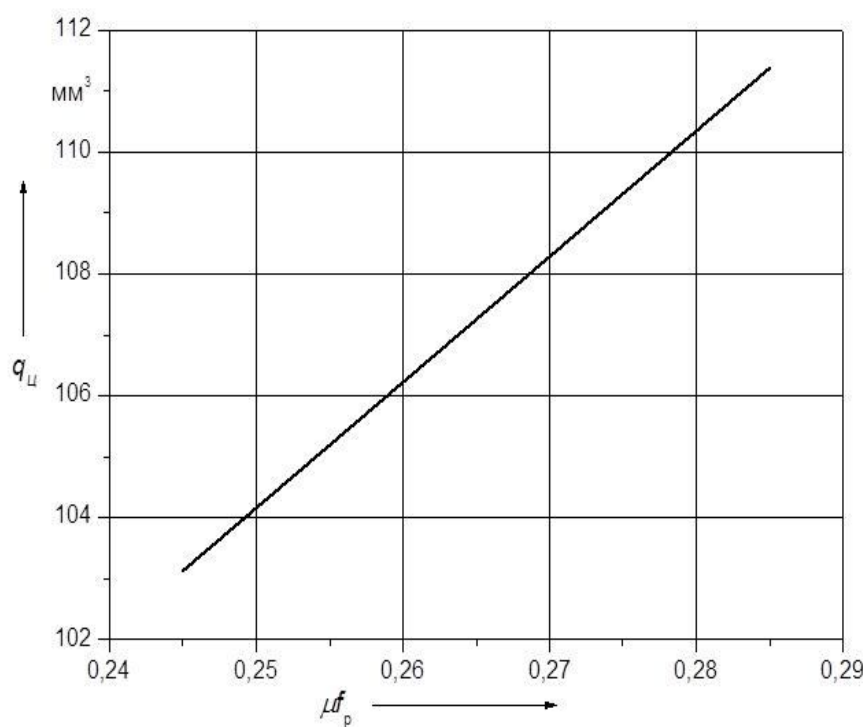


Рис. 3. Зависимость значения цикловой подачи от эффективного проходного сечения распылителя форсунки

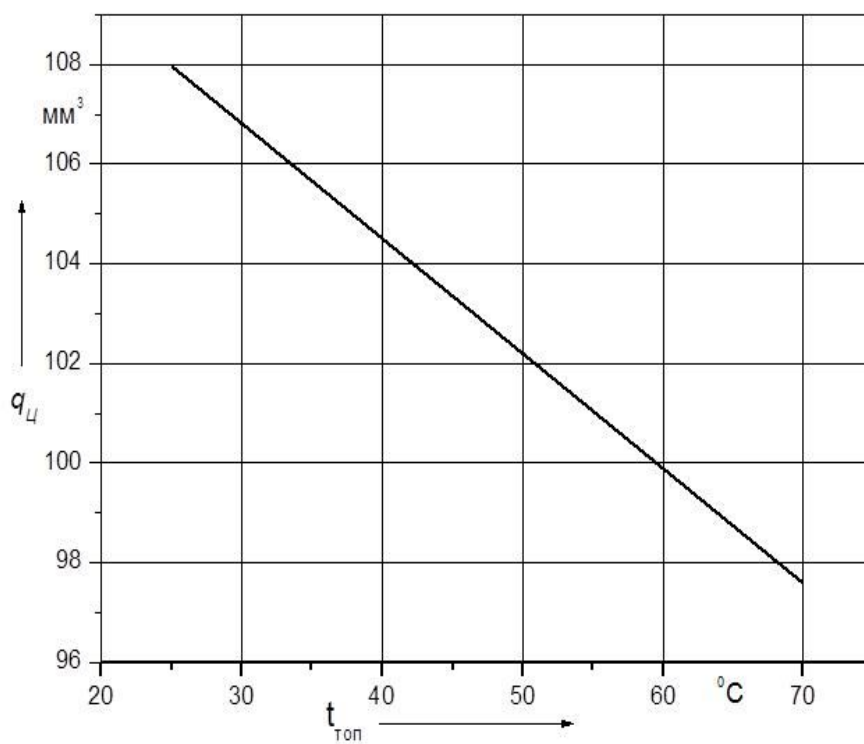


Рис. 4. Зависимость цикловой подачи от его температуры

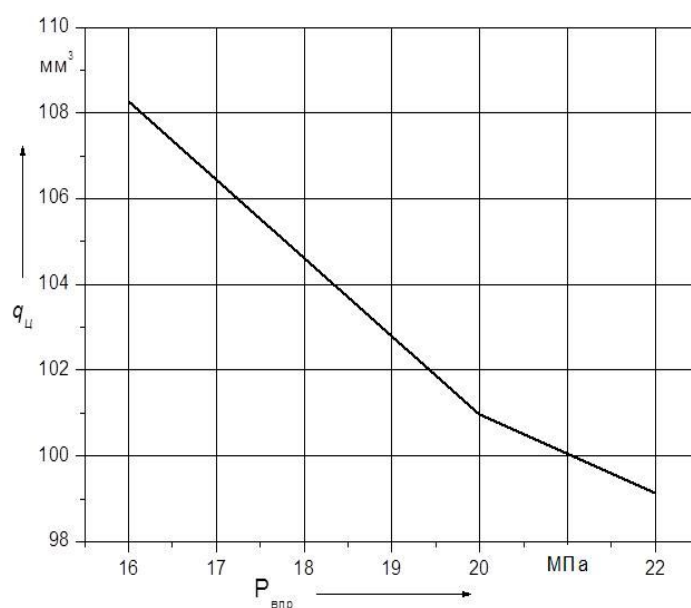


Рис. 5. Зависимость цикловой подачи топлива от давления начала подъема иглы форсунки

Анализ данных графических зависимостей позволяет сделать вывод о значительном влиянии данных факторов на величину цикловой подачи, кроме того, явно прослеживается характер и степень этого влияния. Так учитывая влияние давления начала подачи топлива форсункой на величину цикловой подачи, представленную на рисунке 5 в диапазоне допуска на регулировку давления начала подъема иглы объем цикловой подачи изменяется от 104,4 мм<sup>3</sup> до 106,2 мм<sup>3</sup>, что составляет 1,7 %, данная графическая зависимость представлена на рисунке 5.

Кроме того, принимая во внимание зависимость значения цикловой подачи от эффективного проходного сечения распылителя форсунки, представленную на рисунке 3 имеется возможность оценить изменение цикловой подачи топлива в диапазоне отклонений одной группы форсунок. Данная зависимость, представленная на рисунке 6, подтверждает, что установка форсунок одной группы на двигатель оставляет возможность отклонения цикловой подачи до 4%.

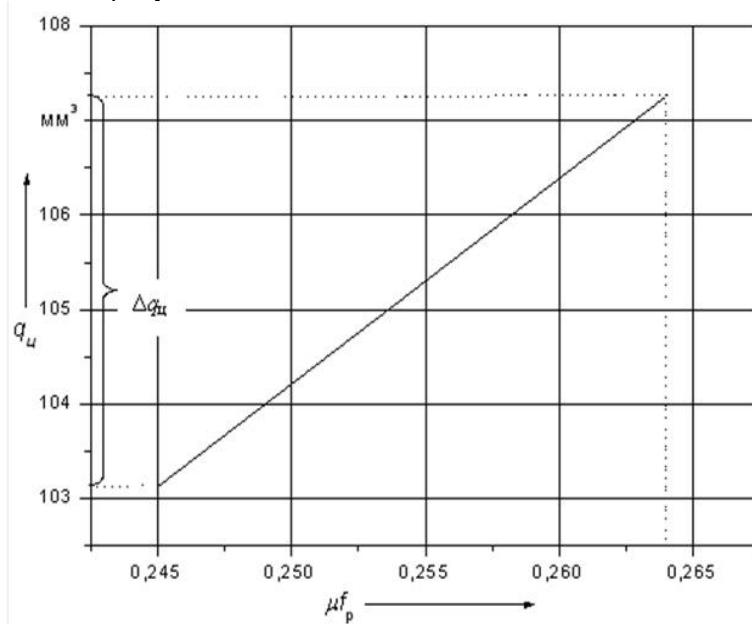


Рис. 6. Зависимость изменения цикловой подачи топлива от изменения эффективного проходного сечения распылителя форсунки одной группы

### Заключение

Проведя итоговый анализ результатов моделирования, имеется возможность сделать вывод, что вероятное отклонение  $\Delta q_{max}$  по каждому из приборов, рассмотренное в данной главе исследования, составит для ТНВД 3%, для топливопровода высокого давления 4%, форсунки 4% по пропускной способности и 1,7% по давлению начала топливоподдачи. Следовательно, возможное суммарное отклонение, учитывая все отклонения приборов по неравномерности, может достигать до 12,7%, что не обеспечивает равномерной работы дизеля и крайне негативно скажется на его энергетических, экономических показателях и в первую очередь на надежность работы цилиндропоршневой группы (ЦПГ), что может привести к выходу двигателя из строя.

### Библиографический список

1. Белов, П. М. Двигатели армейских машин: Часть 1 / П. М. Белов, В. Р. Бурячко, Е. И. Акатов – М.: Воениздат, 1972. – 512 с.
2. Горбаневский В. Е. Оборудование для испытания ТА дизелей / В. Е. Горбаневский, Р. Н. Горбач. – М.: Машиностроение, 1969. – 195 с.
3. ГОСТ 10579 – 1988. Форсунки дизелей. Общие технические условия. Методы стендовых испытаний.– М.: Издательство стандартов, 1988. – 23 с.
4. Портнов, Д. А. Быстроходные турбопоршневые двигатели с самовоспламенением от сжатия / М.: Машгиз, 1963. – 638 с.
5. Федосов, И. М. Руководство по испытанию и регулировке топливной аппаратуры автотракторных дизеле / И. М. Федосов, А. Л. Машкин. – Малоярославец: 2004. – 76 с.
6. Грехов, Л. В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов \ Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков – 2-е изд. – М.: Легион-Автодата, 2005 – 344с.
7. Murayma T., Tsukahara M. A Study ou the reduction of Nox in diesel engine by use of lighter fuel. Bull. JSME, 1977, Vol. 20, no 150.
8. Szekelly G. A., Alkidas A. C. A Two-Stage Heat-release Model for Diesel Engines. SAE Paper, 1986. – № 861272.

### EFFECT OF EQUIPMENTS' CONSTRUCTION OF DIESEL'S FUEL SYSTEM ON A VALUE OF FUEL SUPPLY

M. M. Saenko

**Abstract.** The article is devoted to the complex study of the influence of different factors: fuel tem-

perature, pressure of starting fuel supply with an injector, effective flow section of the injector's sprayer and length of fuel supply line of high pressure by the value and uniformity of fuel supply in diesel's cylinders. Materials of the article are based on the earlier conducted mathematical modeling of diesel's fuel supply process. Currently the problem is poorly understood and should be further studied.

**Keywords:** fuel equipment of a diesel, injector, fuel supply, study, uniformity.

### References

1. Belov P. M., Buryachko V .R., Akatov E. I. *Dvigateli armejskih mashin: Chast' 1* [Engines of the army machines, part 1. Moscow, Voenizdat, 1972. 512 p.
2. Gorbanevskiy V. E., Gorbach R. N. *Oborudovanie dlja ispy-tanija TA dizelej* [Equipment for testing TA diesels]. Moscow, Mashinostroenie, 1969. 195 p.
3. GOST 10579 – 1988. *Forsunki dizelej. Obshhie tehicheskie uslovija. Metody stendovyh ispy-tanij* [Standard 10579-1988. Injectors of the diesels. The General technical specifications. Methods for development testing]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1988. 23p.
4. Portnov D. A. *Bystrohodnye turboporshne-vye dvigateli s samovosplamneniem ot szhatija* [The high-speed turbo piston engines with self-ignition from compression]. Moscow, Malojaro-slavec, 1963, 638 p.
5. Fedosov I. M., Mashkin A. L. *Rukovodstvo po ispytaniyu i regulirovki toplivnoj apparatury avtotraktornyh dizele* [Manual for testing and adjusting fuel equipment of automotive diesel engines]. 2004. 76 p.
6. Grehov L. V., Ivaschenko N. A., Markov V. A. *Toplivnaja apparatura i sis-temy upravlenija dizelej: uchebnyk dlja vuzov* [Fuel equipment and diesels' management systems: textbook for universities]. Moscow, Legion-Avtodata, 2005. 344 p.
7. Murayma T., Tsukahara M. A study ou the reduction of Nox in diesel engine by use of lighter fuel. Bull. JSME, 1977, Vol. 20, no 150.
8. Szekelly G. A., Alkidas A. C. A Two-Stage Heat-release Model for Diesel Engines. SAE Paper, 1986. № 861272.

Саенко Михаил Михайлович (Россия, г. Омск) – главный инженер ОАО НПО «Трансмашсервис», аспирант ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644105, Омск, ул. 20 Партияезда, 97 e-mail:348758@mail.ru)

Saenko Mikhail Mikhailovich (Russian Federation, Omsk) – chief engineer of ОАО NPO “Transmashservice”, the graduate student of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644105, Omsk, 20 Partysezda st., 97, e-mails: 348758@mail.ru)



УДК 621.86

## СИСТЕМА ГАШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗА, ПЕРЕМЕЩАЕМОГО МОСТОВЫМ КРАНОМ

В. С. Щербаков, М. С. Корытов, Е. О. Вольф  
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск

**Аннотация.** *Описывается система, которая используется для точных перемещений грузов на канатном подвесе и для гашения их пространственных колебаний. Технический результат достигается за счет того, что к грузовой тележке крана снизу шарнирно прикреплена штанга с направляющими роликами, повороты которой осуществляются при помощи двух гидроцилиндров.*

**Ключевые слова:** *мостовой кран, штанга, направляющие ролики, гидроцилиндры, гашение колебаний, канатный подвес груза.*

### Введение

Проблема гашения маятниковых пространственных колебаний груза при перемещении его грузоподъемным краном является актуальной. Ее решение позволит значительно повысить точность перемещения груза, а так же уменьшить время, затрачиваемое на гашение колебаний. В качестве подобной системы может быть рассмотрен мостовой кран с канатным подвесом, перемещающий груз в трехмерном пространстве [1, 2, 3, 4].

### Описание системы

Известен мостовой кран, включающий металлическую конструкцию моста, грузовую тележку с механизмом передвижения и механизмом подъема груза, причем последний выполнен в виде двустороннего гидроцилиндра, корпус которого крепится вертикально к кронштейнам, установленным на раме грузовой тележки, а к штоку гидроцилиндра шарнирно крепится грузовой крюк. [5]. Применение жесткого подвеса груза в виде гидроцилиндра повышает точность перемещения и устраняет маятниковые пространственные колебания груза с большой амплитудой.

Однако известное устройство обладает следующими недостатками: жесткий подвес крюка усложняет ручную строповку штучных грузов в связи с необходимостью более точного позиционирования крюка и гидроцилиндра над грузом. Производительность крана при этом снижается за счет увеличения времени, затрачиваемого на более точное наведение и ручную строповку. Ход гидроцилиндра механизма подъема груза ограничен максимальным пределом в несколько метров, что значительно уменьшает диапазон высот перемещения груза мостовым краном и ограничивает область его применения. В то же время, гибкий подвес груза лишен данного недостатка и может обеспечить длину грузо-

вого каната и высоту подъема груза до нескольких десятков метров и более. Мостовой кран с жестким подвесом груза обладает в сравнении с краном с гибким подвесом груза большей динамической нагруженностью. Кроме того, жесткий подвес груза применить не всегда возможно. Он может за счет консольного расположения вертикального гидроцилиндра подъема относительно тележки вызывать вибрации перемещаемого груза и шарнирно закрепленного на штоке гидроцилиндра подъема крюка со значительными горизонтальными ускорениями, особенно при максимальном выдвигании штока, при разгонах и торможениях моста и грузовой тележки крана. Это не всегда допустимо, т.к. может привести к повреждению некоторых видов грузов или нарушению условий их транспортировки (жидкости, хрупкие грузы и т.п.).

Так же известен мостовой кран [6], включающий металлическую конструкцию моста, грузовую тележку с механизмом передвижения и механизмом подъема груза, причем последний выполнен в виде гибкого канатного подвеса, приводимого в движение электродвигателем. Перемещение верхней точки канатного подвеса груза, расположенной на грузовой тележке, в продольном направлении осуществляется только движением моста крана, а в поперечном направлении – только движением грузовой тележки крана вдоль моста. Мост и тележка крана движутся по рельсам на металлических приводных колесах. Механизмы подъема крюка с грузом и передвижения грузовой тележки крана по мосту расположены на раме тележки. Масса моста такого крана составляет от 20 до 100 %, а крановой тележки – примерно 25 % от массы номинальной грузоподъемности крана [6]. Верхней точкой маятниковой системы свободного канатного подвеса груза, от коор-

динат которой зависят углы наклона каната и направление ускорения груза, в данном мостовом кране является неподвижный относительно грузовой тележки верхний блок грузового полиспаста.

Недостатками данного мостового крана являются: невозможность движения с большими ускорениями моста и грузовой тележки крана, а следовательно, верхней точки маятниковой системы свободного канатного подвеса груза, в связи с их значительными массами и наличием конструктивных ограничений по сцеплению приводных колес моста и грузовой тележки с рельсами, по которым они передвигаются. Используемые в приводах моста и грузовой тележки мостового крана асинхронные электродвигатели с комплексом механизмов, передающих движение (редукторы), не могут обеспечить движение перемещаемых ими больших масс с большими ускорениями. Вследствие этого, возможности данного крана по повышению точности перемещения и гашению маятниковых пространственных колебаний грузов быстрым компенсирующим движением верхней точки маятниковой системы свободного канатного подвеса груза в горизонтальной плоскости и изменением углов наклона грузового каната – существенно ограничены. При этом уменьшение массы грузовой тележки и, особенно, моста крана, затруднено необходимостью, в силу различных причин, обеспечения достаточной жесткости металлоконструкции крана.

Задачей предлагаемой системы является повышение точности перемещения мостовым краном груза в пространстве, уменьшение времени перемещения и повышение эффективности гашения колебаний груза за счет расширения конструктивных особенностей [7, 8].

При этом достигаются следующие технические результаты:

- 1) повышение при работе крана максимальных достижимых ускорений, скоростей и перемещений верхней точки маятниковой системы свободного канатного подвеса груза в горизонтальных направлениях без увеличения ускорений, скоростей и перемещений моста и грузовой тележки крана, либо при снижении ускорений, скоростей и перемещений последних;

- 2) повышение эффективности гашения сложных пространственных маятниковых колебаний груза;

- 3) повышение точности пространственного перемещения груза и эффективности его наводки;

- 4) уменьшение времени перемещения груза [7, 8].

Указанные технические результаты достигаются за счет того, что в мостовом кране, включающем в себя металлическую конструкцию моста, грузовую тележку с механизмом передвижения и механизмом подъема груза в виде гибкого канатного подвеса, к грузовой тележке крана снизу шарнирно крепится штанга, пространственные повороты которой, осуществляемые двумя гидроцилиндрами с большими ускорениями, быстро изменяют в определенных пределах расположение верхней точки маятниковой системы свободного канатного подвеса груза относительно грузовой тележки, преимущественно в горизонтальных направлениях. Верхней точкой маятниковой системы свободного канатного подвеса груза, от координат которой зависят углы наклона каната и направление ускорения груза, в заявляемом устройстве становится нижняя, подвижная точка штанги с направляющими роликами в количестве  $2 \cdot n$  (где  $n$  – кратность грузового полиспаста крана). За счет парного расположения роликов в нижней части штанги, они образуют вместе  $n$  замкнутых профилей отверстий, через которые проходят  $n$  ветвей грузового каната крана, что позволяет ускоренно перемещать верхнюю точку маятниковой системы свободного канатного подвеса груза. Две вращательные степени свободы шарнира штанги позволяют нижней части штанги при ее поворотах относительно тележки перемещаться в направлениях поступательных движений моста и тележки крана соответственно. Повороты штанги относительно тележки осуществляются двумя гидравлическими цилиндрами, каждый из которых соединен двумя сферическими шарнирами с собственным кронштейном на тележке и с нижней частью штанги соответственно. Для определения фактических декартовых координат груза в текущий момент, мостовой кран оснащается датчиками положения рабочего оборудования, измеряющими углы отклонения грузового каната от гравитационной вертикали в двух взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях перемещения моста и грузовой тележки соответственно, датчиком длины грузового каната, датчиками линейных перемещений моста и грузовой тележки, датчиками линейных перемещений штоков гидроцилиндров. Выработка управляющих команд для приводов моста, грузовой тележки и двух гидроцилиндров осуществляется микропроцессорным блоком управления по сигналам датчиков положения рабочего оборудования крана с учетом заданных (требуемых) в текущий момент времени координат крюковой обоймы.

Штанга с направляющими роликами и гидроцилиндры имеют намного меньшую массу, чем мост и грузовая тележка, в то же время ускорения, которые способны обеспечить гидроцилиндры, намного выше, чем ускорения моста и тележки, перемещающихся на колесах по рельсовому пути при помощи электродвигателей [7, 8].

Повышение эффективности гашения колебаний груза, управляемости и точности отработки заданной траектории его перемещения происходит за счет появления возможности быстрых, с большими ускорениями, компенсирующих горизонтальных перемещений

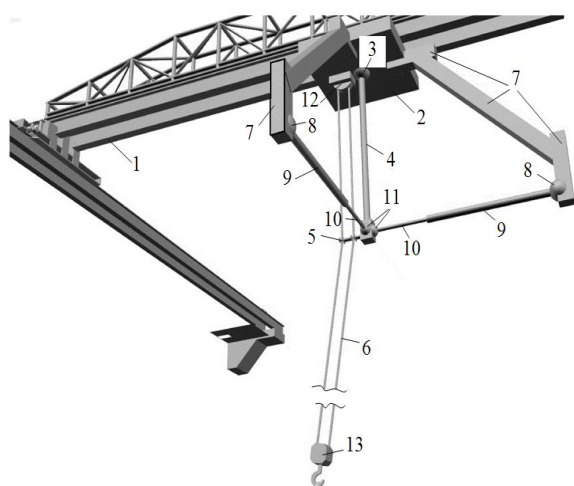


Рис. 1. Мостовой кран с изменяемым углом наклона грузового каната для гашения колебаний груза

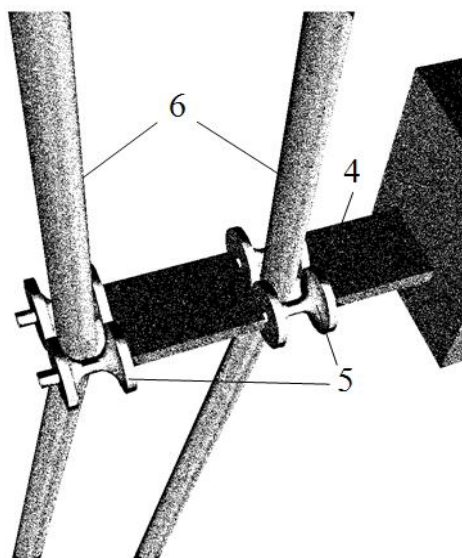


Рис. 2. Направляющие ролики мостового крана с изменяемым углом наклона грузового каната для гашения колебаний груза

находящейся на штанге, вращающейся относительно грузовой тележки, верхней точки маятниковой системы свободного канатного подвеса груза и изменения угла наклона грузового каната.

Конструкция поясняется прилагаемыми чертежами, где на рисунке 1 показан мостовой кран. На рисунке 2 показаны направляющие ролики в нижней части штанги, являющиеся верхней точкой маятниковой системы свободного канатного подвеса груза, с пропущенными через их отверстия ветвями грузового каната (пример приведен для грузового полиспаста с кратностью, равной двум).

Мостовой кран включает металлическую конструкцию моста 1, грузовую тележку 2 с механизмом передвижения и механизмом подъема груза, выполненным в виде гибкого канатного подвеса. К грузовой тележке 2 крана снизу при помощи шарнира 3, имеющего две вращательные степени свободы, крепится штанга 4 с направляющими роликами 5 в количестве  $2 \cdot n$  (где  $n$  – кратность грузового полиспаста крана) в нижней ее части, которые попарно расположены так, что образуют вместе  $n$  замкнутых профилей отверстий (калибров) формы, близкой к окружности. Диаметр окружности отверстий незначительно превышает диаметр грузового каната крана 6. Две вращательные степени свободы шарнира штанги позволяют нижней части штанги при ее поворотах относительно тележки, перемещаться в направлениях движения моста и тележки крана соответственно. На кронштейнах 7 грузовой тележки к последней при помощи сферических шарниров 8 крепятся корпуса (гильзы) 9 двух гидроцилиндров, оси движения штоков 10 которых при вертикальном расположении штанги совпадают с направлениями движения моста 1 и грузовой тележки 2 соответственно, а штоки 10 выдвинуты на половину их максимального хода. Штоки 10 гидроцилиндров при помощи сферических шарниров 11 крепятся к нижнему концу штанги. При применении  $n$ -кратного грузового полиспаста грузовой канат подвеса  $n$  раз пропускается через замкнутые профили отверстий направляющих роликов в нижней части штанги 4. Неподвижный блок полиспаста 12, входящий в конструкцию подвеса, закрепляется на грузовой тележке 2. Подвижный блок полиспаста (крюковая обойма) 13 с крюком и грузом располагаются внизу. Устройство включает в себя также приводы моста и грузовой тележки крана 14. Электронные компоненты устройства включают в себя датчики положения рабочего оборудования крана 15, микропроцессорный блок управления 16, блок задания требуемой траектории груза 17 (рис.3).

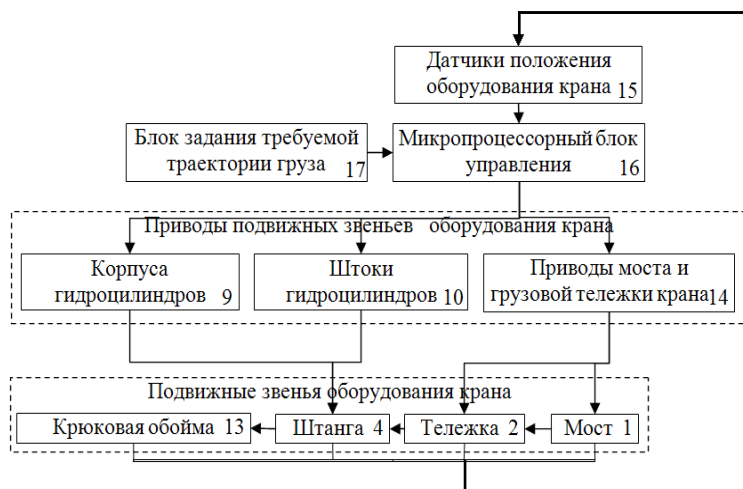


Рис. 3. Блок-схема работы системы гашения пространственных колебаний груза

Система работает следующим образом. Задается требуемая траектория перемещения груза, включая промежуточные и конечную целевую точки, при помощи блока задания требуемой траектории груза 17, которая заносится в память микропроцессорного блока управления 16. При инициированном оператором перемещении груза крюковой обоймой 13, микропроцессорным блоком управления 16 по сигналам датчиков положения рабочего оборудования крана 15 определяются текущие координаты крюковой обоймы 13, которые сравниваются с заданными. Если возникает отклонение фактических текущих координат крюковой обоймы (груза) от заданных координат, оперативное уменьшение данного отклонения происходит за счет быстрого изменения углов наклона грузового каната крана 6, когда верхняя точкой маятниковой системы свободного канатного подвеса груза смещается в направлении, противоположном этому отклонению. Микропроцессорным блоком управления 16 подаются управляющие команды приводам подвижных элементов оборудования крана 9, 10, 14.

При изменении длины выдвижения штоков гидроцилиндров 10 происходит смещение штанги 5 и отверстий, образованных направляющими роликами 5 на нижнем конце штанги, а вместе с ними смещаются ветви грузового каната 6, что приводит к изменению углов наклона грузового каната 6 и крюковой обоймы 13 с грузом относительно вертикали в продольном и поперечном направлениях.

Изменение декартовых координат направляющих роликов 5 (верхней точкой маятниковой системы свободного канатного подвеса груза) в пространстве происходит при помощи: - линейных перемещений моста кра-

на 1 и грузовой тележки 2 с учетом имеющихся динамических ограничений характеристик их приводов (плавные разгоны и торможения); - быстрых, с большими ускорениями (при необходимости), угловых перемещений штанги 4 при помощи штоков двух гидроцилиндров 10. Согласование перемещений двух указанных пунктов происходит при помощи микропроцессорного блока управления 16.

Использование новых элементов: штанги, направляющих роликов, двух гидроцилиндров поворотов штанги, датчиков положения рабочего оборудования крана и микропроцессорного блока управления, обеспечивает повышение максимальных достижимых ускорений, скоростей и перемещений верхней точки маятниковой системы свободного канатного подвеса груза в горизонтальных направлениях, повышение эффективности гашения сложных пространственных маятниковых колебаний груза, повышение точности пространственных перемещений груза и эффективности его наводки, уменьшение времени перемещения груза за счет больших максимально достижимых его ускорений в сравнении с прототипом, поскольку массы двух гидроцилиндров и штанги на порядки меньше масс моста и грузовой тележки крана, а быстродействие гидроцилиндров значительно превышает быстродействие электродвигателей. Быстрое изменение наклона грузового каната обеспечивает оперативное ускорение груза в требуемом направлении.

Предлагаемая система может быть изготовлена промышленным способом из серийно выпускаемых узлов и агрегатов, а также с использованием существующих современных электронных компонентов и технологий [7, 8].

### Заключение

Результатами применения данной системы являются: повышение точности перемещения груза, уменьшение времени перемещения за счет повышения ускорений, скоростей и перемещений верхней точки канатного подвеса груза, повышена эффективности гашения колебаний груза и точности его наведения.

### Библиографический список

1. Щербаков, В. С. Экспериментальные исследования рабочего процесса кран-балки / В. С. Щербаков, М. С. Кoryтов, Е. О. Вольф // Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. – 2014. – № 2 (36). – С. 87-93.
2. Кoryтов, М. С. Способ повышения точности траектории перемещения объекта грузоподъемным краном путем компенсации его неуправляемых пространственных колебаний / М.С. Кoryтов, В.С. Щербаков, Е.О. Вольф // Механизация строительства. – 2014. – № 2. – С. 21-25.
3. Кoryтов, М. С. Автоматизация синтеза оптимальных траекторий перемещения грузов мобильными грузоподъемными кранами в неоднородном организованном трехмерном пространстве: монография / М. С. Кoryтов. – Омск: СибАДИ, 2012. – 380 с.
4. Щербаков, В. С. Результаты сравнительного анализа алгоритмов планирования траектории движения объекта с учетом его угловых координат в трехмерном пространстве с препятствиями / В. С. Щербаков, М. С. Кoryтов // Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. – 2011. – № 1 (19). – С. 68-74.
5. Патент №137281 РФ, МПК В66С17/00. Мостовой кран / Галдин Н.С., Еремина С.В., Курбацкая О.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)». – N 2013135354/11; заявл. 26.07.2013; опубл 10.02.2014. – 8 с.
6. Александров, М. П. Подъемно-транспортные машины. – М.: Высш. шк., 1985. – 520 с.
7. Пат. 146002 Российская Федерация, МПК В66С13/04. Мостовой кран / Щербаков В.С., Кoryтов М.С., Вольф Е.О.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)" (RU); № 2014117419/11; заявл. 29.04.14; опубл. 27.09.14. Бюл. № 27. 2 с
8. Пат. 146374 Российская Федерация, МПК В66С13/04. Мостовой кран / Щербаков В.С., Кoryтов М.С., Вольф Е.О.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибА-

ДИ)" (RU); № 2014120325/11; заявл. 20.05.14; опубл. 10.10.14. Бюл. № 28. 2 с.

### SYSTEMS FOR DAMPING SPATIAL OSCILLATIONS OF A CARGO MOVED BY BRIDGE CRANE

V. S. Shcherbakov, M. S. Korytov, E. O. Volf

**Abstract.** The article dwells on a system used for precise movements of cargos on a rope suspension and for damping their spatial oscillations. Technical result is achieved by attaching a rod with guide rollers, rotating by means of two hydraulic cylinders, to a crane's load trolley from below.

**Keywords:** bridge crane, rod, guide rollers, hydraulic cylinders, damping spatial oscillations, rope suspension of a cargo.

### References

1. Shcherbakov V. S., Korytov M. S., Volf E. O. Jeksperimental'nye issle-dovanija rabochego processa kran-balki [Experimental research of a working process of a cathead]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 2 (36). pp. 87–93.
2. Korytov M. S., Shcherbakov V. S., Volf E. O. posob povyshenija tochnosti traektorii peremeshhenija obekta gruzopodemnym kranom putem kompensacii ego neupravljajemyh prostranstvennyh kolebanij [A method for increasing the accuracy of the trajectory of object's movement by luffing crane using compensation of its unmanaged spatial oscillations]. *Mehanizacija stroitel'stva*, 2014, no 2. pp. 21-25.
3. Korytov M. S. *Avtomatizacija sinteza optimal'nyh traektorij peremeshhenija gruzov mo-bil'nymi gruzopodemnymi kranami v neodno-rodnom organizovannom trehmernom prostranstve: monografija* [Automation of the synthesis of optimal trajectories of moving goods by mobile luffing cranes in a nonuniform organized three-dimensional space: monograph. Omsk: SibADI, 2012. 380 p.
4. Shcherbakov V. S., Korytov M. S. Rezul'taty sravnitel'nogo analiza algoritmov planirovanija traektorii dvizhenija obekta s uchetom ego uglovyh koordinat v trehmernom prostranstve s prepjatstvijami [Results of a comparative analysis of the algorithms of planning trajectory of an object's movement considering its angular coordinates in three-dimensional space with obstacles]. *Vestnik SibADI*, 2011, no 1 (19). pp. 68–74.
5. Galdin N. S., Eremina S. V., Kurbatskaja O. V. *Mostovoj kran* [Bridge crane]. Patent RF no 2013135354/11, 2014
6. Aleksandrov M. P. *Podemno-transportnye mashiny* [Lifting and carrying machinery]. – Moscow, Higher. sc., 1985. 520 p.
7. Shcherbakov V. S., Korytov M. S., Volf E. O. *Mostovoj kran* [Bridge crane] Patent RF no 2014117419/11, 2014.
8. Shcherbakov V. S., Korytov M. S., Volf E. O. *Mostovoj kran* [Bridge crane] Patent RF no 2014120325/11, 2014.

Щербakov Виталий Сергеевич (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, декан факультета Нефтегазовая и строительная техника ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sherbakov\_vs@sibadi.org)

Корытов Михаил Сергеевич (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор кафедры Автомобили, конструкционные материалы и технологии ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: kms142@mail.ru)

Вольф Елена Олеговна (Россия, г. Омск) – аспирант кафедры Автоматизация производственных процессов и электротехника ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: wolf\_eo@sibadi.org)

Scherbakov Vitaliy Sergeevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor, the dean of the faculty "Oil, gas and construction equipment" of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI). (644080, Omsk, 5 Mira st., e-mail: sherbakov\_vs@sibadi.org)

Korytov Mikhail Sergeevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of the department "Automobiles, constructional materials and technologies of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI). (644080, Omsk, 5 Mira st., e-mail: kms142@mail.ru)

Volf Elena Olegovna (Russia, Omsk) – postgraduate student of the department "Automation of production processes and electrical engineering" of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI). (644080, Omsk, 5 Mira st., e-mail: wolf\_eo@sibadi.org)

УДК 656.13.072

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ ПО РЕГУЛЯРНЫМ МАРШРУТАМ

Н. В. Якунина

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Россия, г. Оренбург

**Аннотация.** Статья посвящена повышению качества перевозок пассажиров по регулярным маршрутам. В ней приведены теоретические положения, используемые в методологии повышения качества транспортного процесса, реализованные в нормативно-правовых документах Оренбургской области, регламентирующих организацию деятельности пассажирского автомобильного транспорта.

**Ключевые слова:** качество, пассажирские перевозки, организационно-функциональная структура.

#### Введение

Результаты исследований качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам свидетельствуют о его значительном несоответствии требованиям пассажиров. Теоретически обоснованное влияние организационно-функциональной структуры перевозчиков на показатели качества не может быть реализовано без эффективной методологии. В этой связи разработка методологических основ повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам является назревшей и актуальной [1, 2].

#### Положения для разработки методологии

Методология повышения качества перевозок пассажиров базируется на следующих положениях.

1. Повышение качества перевозок существует в конфликтной среде, вызванной противоположной направленностью интересов перевозчиков и пассажиров. Пассажиры имеют своей целью осуществление перевозок в соответствии с их представлениями о качест-

ве при минимальных затратах. Целью перевозчиков как хозяйствующих субъектов является извлечение прибыли, основное направление увеличения которой состоит в увеличении стоимости перевозок и уменьшении затрат на перевозки. Обеспечение требуемого качества является затратной частью бюджета перевозчиков и уменьшает величину получаемой прибыли. В этой связи перевозчики не имеют экономической заинтересованности повышать качество перевозок.

2. Перевозчики вынуждены нести затраты на обеспечение качества перевозок, но в минимальной части, достаточной для осуществления транспортного процесса.

3. Организационно-функциональная структура перевозчика должна обеспечивать выполнение функций, достаточных для выполнения требований к качеству перевозок, соответствовать требованиям внешней по отношению к перевозчику среды [3, 4, 5, 6].

4. Развитие регламентирования организационно-функциональной структуры перевозчиков, направленной на обеспечение требуемого

качества, и контроль исполнения должны осуществляться во внешней по отношению к нему среде [7, 8].

5. Существующие эпизодические связи между субъектами автотранспортной деятельности, проявляемые, как правило, при допуске перевозчиков к транспортному процессу и грубых нарушениях правил перевозок, не способствуют повышению качества.

Анализ приведенных положений указывает на то, что методология повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам должна базироваться на регламентации организационно-функциональной структуры перевозчиков с закреплением на постоянной основе контролирующих функций за субъектами автотранспортной деятельности, составляющими внешнюю по отношению к перевозчику среду.

#### Теоретическое обоснование функций контроля

Такими субъектами автотранспортной деятельности являются:

- государственный автомобильно-дорожный надзор (ГАДН);
- государственная инспекция безопасности дорожного движения (ГИБДД);
- федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор);
- управляющий орган на транспорте (УОТ);
- система сертификации на автомобильном транспорте (ССАТ) [3].

Полномочия федеральных органов исполнительной власти определены федеральным законодательством, которыми в части обеспечения качества перевозок контролируются следующие составляющие организационно-функциональной структуры: ГАДН –  $C_{ГАДН}$ ; ГИБДД –  $C_{ГИБДД}$ ; Роспотребнадзор –  $C_{РПН}$ . Полномочия управляющего органа на транспорте субъекта РФ определены федеральным и региональным законодательством. Полномочия управляющего органа на транспорте муниципалитета определены федеральным, региональным законодательством и муниципальными правовыми актами. За ними должны быть закреплены контрольные функции по составляющим организационно-функциональной структуры: за управляющим органом на транспорте субъекта РФ –  $C_{УОТР}$ ; за управляющим органом на транспорте муниципального образования –  $C_{УОТМО}$ . Система сертификации на автомобильном транспорте регламентирована федеральным законодательством и, так как действует в сфере услуг, носит добровольный характер. За ней закреплены

плены составляющие  $C_{ССАТ}$  организационно-функциональной структуры.

Математическая формулировка идеальной организационно-функциональной структуры  $C_0$  перевозчика в укрупненном виде для субъекта РФ имеет вид:

$$C_0 = C_{ГАДН} \cap C_{ГИБДД} \cap C_{РПН} \cap C_{УОТР} \cup C_{ССАТ}; \quad (1)$$

Для муниципального образования:

$$C_0 = C_{ГАДН} \cap C_{ГИБДД} \cap C_{РПН} \cap C_{УОТМО} \cup C_{ССАТ}. \quad (2)$$

Временные параметры контроля организационно-функциональной структуры перевозчика субъектами автотранспортной деятельности существенно влияют на качество транспортного процесса. На рисунке 1 приведена временная диаграмма контроля.

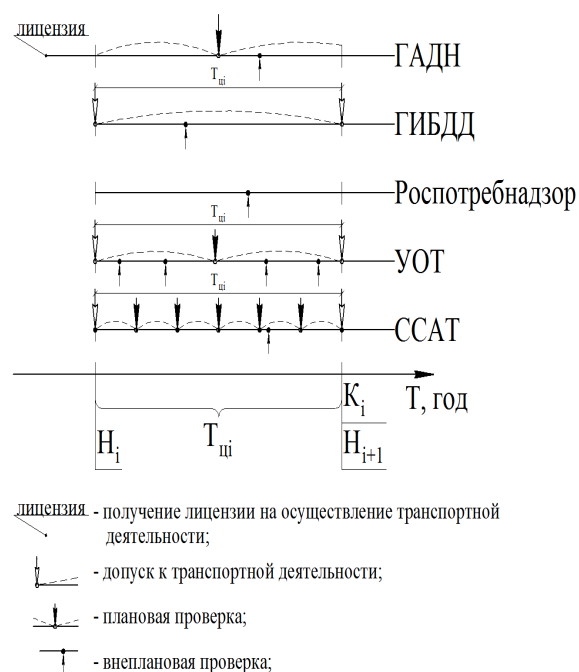


Рис. 1. Временная диаграмма контроля организационно-функциональной структуры перевозчика

Деятельность перевозчика во времени состоит из нескольких циклов. Начало  $i$ -того цикла (точка  $H_i$ ) определено официальным актом допуска перевозчика к транспортному процессу, выраженном в заключении договора между перевозчиком и уполномоченным органом на транспорте. Конец  $i$ -того цикла (точка  $K_i$ ) определен датой завершения договорных отношений. Продолжительность  $i$ -того цикла  $T_{ci}$  определяется продолжительностью действия договорных отношений (отрезок  $H_i-K_i$ ) на предоставление права перевозчику осуществлять транспортный процесс между ним и уполномоченным органом на транспорте. Учитывая цикличность процесса начало следующего цикла

(точка  $H_{i+1}$ ) совпадает по времени с завершением (точка  $K_i$ ) предыдущего цикла в случае заключения договора на новый срок.

Распределение во времени контроля организационно-функциональной структуры перевозчика  $C_{ГАН}$  в части обеспечения качества перевозок, осуществляемой органами государственного автомобильно-дорожного, может быть представлено следующим выражением.

$$C_{ГАН} = C_{ГАН.лиц.} + C_{ГАН.пл.} + C_{ГАН.внепл.}, \quad (3)$$

где  $C_{ГАН.лиц.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые при лицензировании транспортной деятельности перевозчика;  $C_{ГАН.пл.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые при плановых проверках (не чаще одного раза в три года) перевозчиков на предмет соблюдения лицензионных требований;  $C_{ГАН.внепл.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые ГАДН при внеплановых проверках перевозчиков в случаях установленных грубых нарушений правил перевозок.

Распределение во времени контроля составляющих организационно-функциональной структуры перевозчика  $C_{ГИБДД}$ , осуществляемой органами государственной инспекции безопасности дорожного движения.

$$C_{ГИБДД} = C_{ГИБДД.доп.} + C_{ГИБДД.внепл.}; \quad (4)$$

где  $C_{ГИБДД.доп.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые органами ГИБДД на протяжении цикла, предоставляемые в виде информации при процедуре допуска перевозчиков к транспортному процессу;  $C_{ГИБДД.внепл.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые ГИБДД при внеплановых проверках перевозчиков в случаях установленных грубых нарушений правил перевозок.

Роспотребнадзор контролирует составляющие организационно-функциональной структуры  $C_{РПН}$  при внеплановых проверках  $C_{РПН.внепл.}$  перевозчиков в случаях установленных грубых нарушений прав пассажиров при перевозках.

$$C_{РПН} = C_{РПН.внепл.}; \quad (5)$$

Управляющий орган на транспорте аккумулирует результаты контроля организационно-функциональной структуры  $C_0$  перевозчиков, предоставляемые подразделениями федеральных органов исполнительной власти, органов по сертификации, осуществляет контроль при допуске перевозчиков к транспортному процессу, при плановых проверках

(если это предусмотрено условиями договора), а также при внеплановых проверках в случаях установленных грубых нарушений правил перевозок.

$$C_{УОТ} = C_{УОТ.доп.} + C_{УОТ.пл.} + C_{УОТ.внепл.}; \quad (6)$$

где  $C_{УОТ.доп.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые управляющим органом на транспорте при процедуре допуска перевозчиков к транспортному процессу;  $C_{УОТ.пл.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые управляющим органом на транспорте при плановых проверках (если это предусмотрено условиями договора);  $C_{УОТ.внепл.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые управляющим органом на транспорте при внеплановых проверках в случаях установленных грубых нарушений правил перевозок.

Органы по сертификации на автомобильном транспорте осуществляют контроль при допуске перевозчиков к транспортному процессу, при плановых проверках, а также при внеплановых проверках в случаях установленных грубых нарушений правил перевозок.

$$C_{ССАТ} = C_{ССАТ.доп.} + C_{ССАТ.пл.} + C_{ССАТ.внепл.}, \quad (7)$$

где  $C_{ССАТ.доп.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые органом по сертификации при процедуре допуска перевозчиков к транспортному процессу;  $C_{ССАТ.пл.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые органом по сертификации при плановых проверках, осуществляемых с полугодовой периодичностью согласно договору;  $C_{ССАТ.внепл.}$  – составляющие организационно-функциональной структуры, контролируемые органом по сертификации при внеплановых проверках в случаях установленных грубых нарушений правил перевозок.

Анализ временной диаграммы контроля свидетельствует, что:

- лицензирование создает необходимые условия для допуска перевозчиков к транспортному процессу и в плановом и внеплановом порядке контролирует исполнение перевозчиком организационно-функциональной структуры на протяжении цикла;

- на результаты процедуры допуска перевозчика к транспортному процессу оказывают влияние результаты контрольных функций ГИБДД, управляющих органов на транспорте, сертификации на автомобильном транспорте;

- контроль исполнения перевозчиком организационно-функциональной структуры на пла-



новой основе осуществляют ГАДН (не чаще один раз в три года), управляющий орган на транспорте (если это предусмотрено условиями договора), орган по сертификации с полугодовой периодичностью согласно договору;

- контроль исполнения перевозчиком организационно-функциональной структуры на внеплановой основе осуществляют ГАДН, ГИБДД, Роспотребнадзор, управляющий орган на транспорте, орган по сертификации.

Необходимо отметить, что наибольшее количество раз контроль в течение цикла осуществляют органы по сертификации на автомобильном транспорте.

**Модель повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам**

В соответствии с полученными результатами теоретических и экспериментальных исследований разработана модель (рисунок 2) повышения качества перевозок пассажи-

ров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам [1, 2]. В ней содержатся установленные требования к организационно-функциональной структуре перевозчиков с регламентацией взаимодействия субъектов автотранспортной деятельности. В модели использованы два основных вида управления: управление в замкнутом контуре и управление изоляцией. Управление в замкнутом контуре реализовано посредством обратной связи выхода системы с её входом, что обеспечивает её самоорганизацию. Такому управлению свойственно: наличие канала информации о состоянии процесса перевозок; наличие возможности сравнения показателей  $Y_{\phi}$  перевозок с предъявляемыми требованиями  $Y_m$  с последующим определением рассогласования  $\Delta Y$  системы; наличие источника управляющего воздействия по устранению рассогласования  $\Delta Y$ ; наличие условий для организации воздействий на вход системы и процесс перевозок.

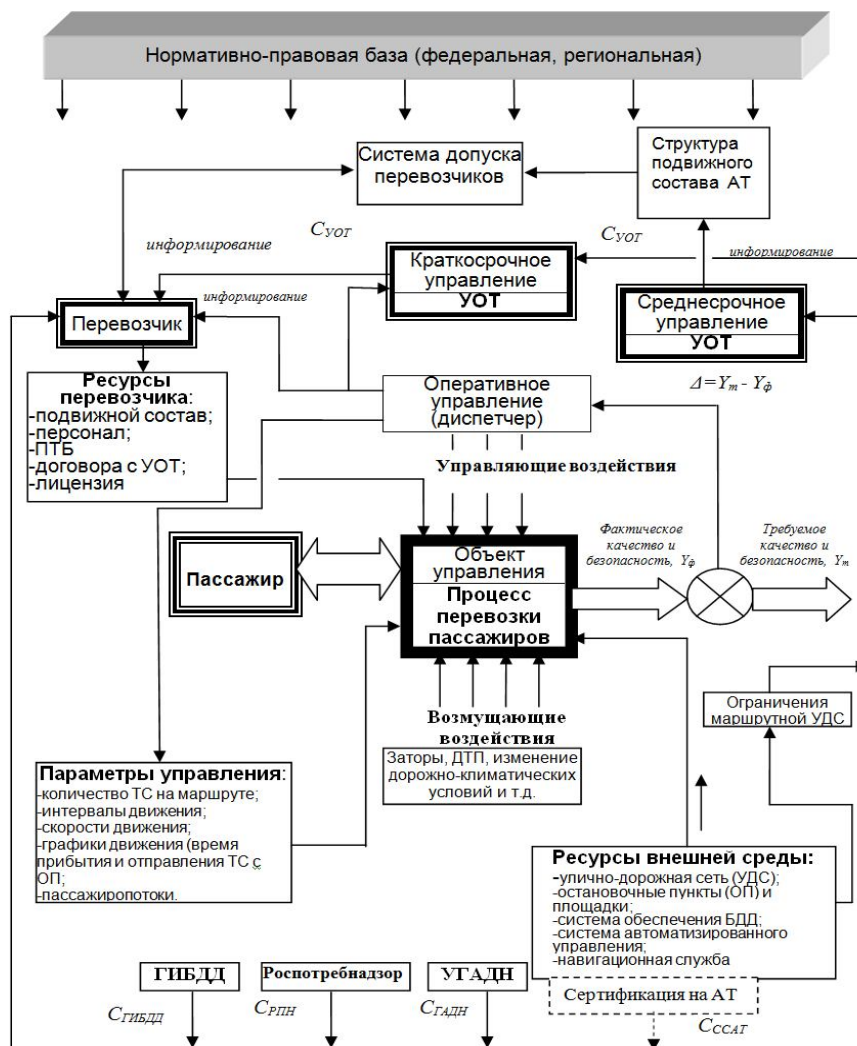


Рис. 2. Блок-схема модели повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам

Управление изоляцией в модели осуществлено созданием фильтров на входе и выходе системы, которые не пропускают из внешней среды в организационную систему нежелательные входы и из неё во внешнюю среду нежелательные выходы. Модель содержит комплекс технических, технологических и организационных решений, направленных на обеспечение требуемого качества транспортного процесса.

Многоконтурная обратная связь осуществляется в оперативном порядке посредством диспетчирования, воздействиями различной периодичности на перевозчиков в виде краткосрочного и среднесрочного управления с использованием объективной информации навигационной деятельности. Важными элементами усовершенствованной модели является: система допуска перевозчиков к выполнению услуг по перевозке пассажиров по регулярным маршрутам; мотивация перевозчиков к сертификации услуг.

### Заключение

Анализ разработанной модели позволяет заключить о ее соответствии положениям теории пассажирских автомобильных перевозок, квалиметрии и управления качеством [5]. Модель использована при разработке Закона Оренбургской области от 04.03.2011 г. № 4326/1015-IV-ОЗ «Об организации транспортного обслуживания населения автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом по маршрутам регулярных перевозок в Оренбургской области» и Постановления Правительства Оренбургской области от 01.08.2011г. №895-п «О порядке организации конкурсов на право заключения договоров на обеспечение перевозок пассажиров по маршрутам регулярных перевозок в Оренбургской области».

### Библиографический список

1. Якунина, Н. В. Методология повышения качества перевозок пассажиров общественным автомобильным транспортом: монография / Н. В. Якунина, Н. Н. Якунин. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – 289 с.
2. Якунина, Н. В. Теоретическое обоснование модели повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам / Н. В. Якунина // Автотранспортное предприятие. – 2014. – №11. – С.47 – 48.
3. Шишкин, И. Ф. Квалиметрия и управление качеством: учебник для вузов / И. Ф. Шишкин, В. М. Станякин. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 210 с.
4. Окрепилов, В. В. Всеобщее управление качеством: учебник для вузов/ В. В. Окрепилов. – СПб: Изд-во СПб УЭФ, 1996. – 454с.

5. Правила организации пассажирских перевозок на автомобильном транспорте. Утв. Минавтотрасом РФ от 31.12.1981. – М. 1983. – 511с. <http://www.consultant.ru> Проверено: 10.06.2014г.

6. ГОСТ 51825-2001. Услуги пассажирского транспорта. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 15с.

7. О безопасности дорожного движения: Федеральный закон от 10.12.95 №196-ФЗ// Консультант Плюс: справочная правовая система/ разработ. НПО «Вычисл. Математика и информатика». - М.: КонсультантПлюс, 1997-2013. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (проверено: 10.06.2014)

8. Основные положения по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения. Утв. Постановлением Совета Министров Правительства РФ от 23.10.93г. №1090. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (проверено: 10.06.2014)

**Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части государственного задания на проведение научно-исследовательской работы «Методология обеспечения качества эксплуатации автомобильного транспорта» (№ 1829 от 01.02.2014 г.).**

### METHODOLOGICAL BASES OF A MODEL OF IMPROVING QUALITY OF PASSENGERS' TRANSPORTATIONS BY MOTOR TRANSPORT ALONG REGULAR ROUTES

N. V. Yakunina

**Abstract.** The article is devoted to improving quality of passengers' transportations along regular routes. The theoretical provisions, used in the methodology of improving quality of transport process, realized in normative and legal documents of the Orenburg region, regulating the organization of passenger motor transport's activity are provided in the article.

**Keywords:** quality, passenger traffic, organizational and functional structure.

### References

1. Yakunina, N. V., Yakunin N. N. *Metodologija povyshenija kachestva perevozok passazhirov obshhestvennym avtomobil'nym transportom: monografija* [Methodology of improving quality of passenger transportation by the public motor transport: monograph]. Orenburg: ООО ИПК Университет, 2013. 289 p.
2. Yakunina N. V. Teoreticheskoe obosnovanie modeli povyshenija kachestva perevozok passazhirov avtomobil'nym transportom po reguljarnym marshrutam [Theoretical justification of a model of improving quality of passenger transportations by motor transport along regular routes]. *Avtotransportnoe predpriyatje*, 2014, no 11. pp. 47-48.
3. Shishkin I. F., Stanyakin V. M. *Kvalimetrija i upravlenie kachestvom: uchebnik dlja vuzov* [Qualimetry and quality management]. Moscow, Izd-vo VZPI, 1992. 210 p.

4. Okrepilov V. V. *Vseobshhee upravlenie kachestvom: uchebnyk dlja vuzov* [General quality management: textbook for universities]. St. Petersburg, Publishing house of SPb of UEF, 1996. 454 p.

5. Rules for organization of passenger traffic on the motor transport. Minavtotras RSFSR of 31.12.1981. Moscow, 1983. 511 p. Available at: <http://www.consultant.ru> Is checked: 10.06.2014.

6. GOST 51825-2001. *Uslugi passazhirskogo transporta. Obshhie trebovaniya* [GOST 51825-2001. Services of passenger transport. General requirements]. Moscow, IPK Izda-tel'stvo standartov. 15 p.

7. On traffic safety: Federal law of 10.12.95 no. 196-FZ // ConsultantPlus: help legal system / NPO Vychisl. Matematika i informatika. Moscow, ConsultantPlus, 1997-2013. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 10.06.2014).

8. Basic provisions on the admission of vehicles to operation and responsibilities of officials for ensuring traffic safety. The resolution of Council of ministers of the Government of the Russian Federation from 23.10.93g. no. 1090. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed: 10.06.2014).

*Якунина Наталья Владимировна (Оренбург, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет» (460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, e-mail: nat.yakunina56@yandex.ru)*

*Yakunina Natalia Vladimirovna (Orenburg, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department "Motor transport" of FSBEI HPE "The Orenburg state university" (460018, Orenburg, 13 Pobedy Ave., e-mail: nat.yakunina56@yandex.ru)*

## РАЗДЕЛ II

### СТРОИТЕЛЬСТВО.

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

---

УДК 691

#### СТАБИЛИЗАЦИЯ КРИТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В КРИОЛИТОЗОНЕ

В. В. Воронцов, А. Н. Краев, М. Е. Игошин  
ФГБОУ ВПО Тюменский государственный архитектурно-строительный университет  
«ТюмГАСУ», Россия, Тюмень

***Аннотация.** В статье приведены наиболее часто встречающиеся деформации земляного полотна и дорожной одежды автомобильных дорог севера Тюменской области. Для детального изучения причин разрушения проведено обследование участка автомобильной дороги «п. Пангоды - п. Правохеттинский» с выполнением комплекса инженерных изысканий. По результатам проведенных работ предложено конструктивное решение, позволяющее стабилизировать деформации автомобильной дороги.*

***Ключевые слова:** многолетнемерзлые грунты, автомобильная дорога, геосинтетический материал, термостабилизатор.*

#### **Введение**

Ямало-Ненецкий автономный округ характеризуется крайне малой плотностью автомобильных дорог, низким уровнем эксплуатационных характеристик, перегруженностью основных магистралей, несвязностью отдельных сегментов дорожной сети и сезонным характером использования значительной ее части. Незрелость транспортной инфраструктуры является важнейшим фактором, ограничивающим инвестиционную привлекательность региона, тормозящим реализацию большого числа проектов в различных отраслях и негативно влияющим на качество жизни.

В этой связи актуальной задачей является разработка конструктивных решений по укреплению оснований и насыпей при проектировании и строительстве автомобильных дорог с учетом сложных инженерно-геологических условий округа.

Строительство, реконструкция и модернизация участков автодорожных коридоров обеспечит круглогодичное автомобильное сообщение между территориями ЯНАО, ХМАО, юга Тюменской области, выход на опорную дорожную сеть страны и связь между крупнейшими региональными центрами Российской Федерации в составе российских и международных транспортных коридоров.

Автомобильная дорога «Сургут-Салехард» является участком автомобильной дороги «Салехард - Надым - Новый Уренгой - Сургут - Тюмень», которая «Государственной концепцией создания и развития автомобильных дорог в Российской Федерации» включена в число 18 важнейших автодорожных коридоров России. В Национальной программе совершенствования и развития сети автомобильных дорог «Дороги России XXI века» эта дорога включена в число основных автодорожных коридоров - «Сибирский коридор» и в перечень важнейших инвестиционных проектов.

#### **Обследование участка автомобильной дороги. Инженерно-геологические условия**

На автомобильной дороге Сургут-Салехард выявлены участки, подверженные критическим циклическим деформациям, не смотря на выполнение ежегодных ремонтных работ по восстановлению ровности покрытия: проседание дорожной одежды с образованиями провалов глубиной до 0,4 м, появление продольных и поперечных трещин с раскрытием до 40 мм на покрытии дорожной одежды, оползневые образования отсыпки дороги в местах проседания асфальтобетонного покрытия, наличие длительностоящих вод у подошвы насыпи земляного полотна (рис. 1).

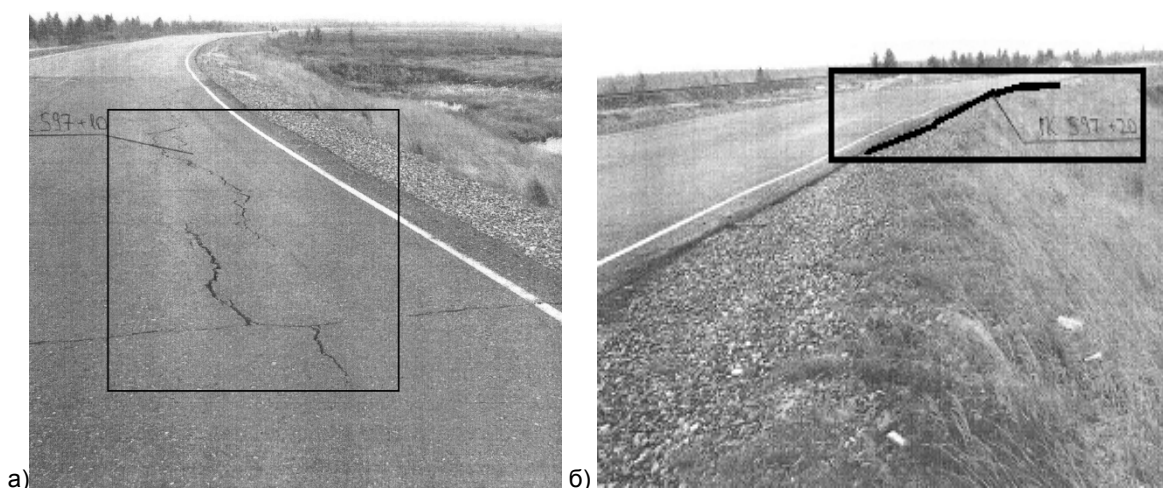


Рис. 1. Деформации покрытия автомобильной дороги:  
а) продольные и поперечные трещины на покрытии; б) вертикальные перемещения бортики

Для установления причин развития вертикальных перемещений и трещин в покрытии при эксплуатации автомобильной дороги, а также для обоснования выполнения корректировки локальных участков, было выполнено обследование с комплексом инженерных изысканий.

Ширина земляного полотна на обследуемом участке составляет 12 – 13,87 м, максимальная высота насыпи составляет 2,72 м по типу поперечного профиля: «Тип 5. Насыпь на вечномёрзлых грунтах» [5]. Ширина проезжей части - 7,0 – 8,85 м, обочин – 2,5 – 3,21 м. Обочина на ширину 0,5 м устроена по типу покрытия основной дороги. Основание дорожной одежды уширено на 0,6 м. Покрытие дорожной одежды до проведения ремонтно-восстановительных работ было покрыто сетью продольных и поперечных трещин. Участки с явно выраженной сетью трещин наблюдаются в местах деформации земляного полотна и обочин. Длина продольных трещин достигает 12 м с раскрытием трещины до 2,8 см.

По результатам инженерно-геодезических изысканий и обследованию участка была построена схема развития деформаций, приведенная на рисунке 2. На схеме стрелками показаны направления горизонтальных перемещений грунтов земляного полотна. На участке выделена наиболее разрушенная локальная зона: максимальное вертикальное перемещение покрытия составляет 19 см. На всем протяжении обследуемого участка выявлены деформации асфальтобетонного покрытия в виде волн длиной до 20 м и локальных просадок глубиной от 5 до 10 см.

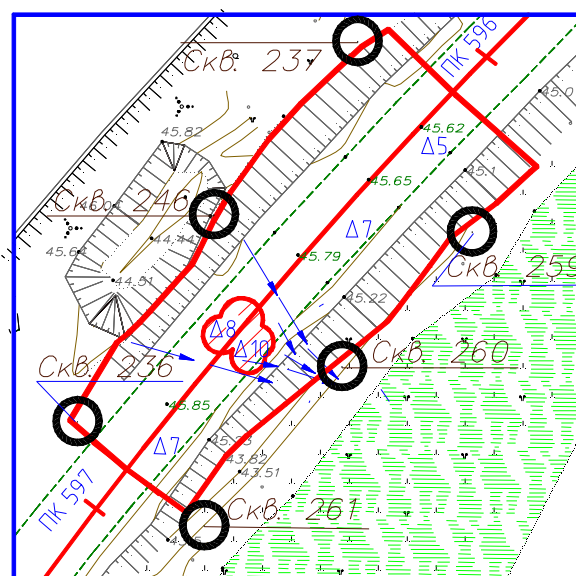


Рис. 2. Схема развития деформаций на участке

Инженерно-геологический разрез основания участка (рис. 3) представлен с правой стороны песком мелким, средней степени водонасыщения мощностью до 2,1 м и песком средним насыщенным водой. Многолетнемёрзлые грунты отсутствуют.

С левой стороны автомобильной дороги инженерно-геологический разрез основания состоит из торфа средней степени разложения, насыщенного водой мощностью до 4 м, торфа средней степени разложения, пластичномёрзлого мощностью до 3 м и песка насыщенного водой. Граница многолетнемёрзлых грунтов находится на отметках 41,60 – 40,00 м, удалённая от дневной поверхности на 1,35 – 2,50 м.

Разрушения развиваются на левой полосе проезжей части. Деформации

## СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

конструкции земляного полотна и дорожной одежды обусловлены развитием деформаций основания в левой части конструкции земляного полотна в результате оттаивания

слоя пластичномерзлого торфа. Процесс оттаивания верхних слоёв основания усугублён наличием длительно-стоящих поверхностных вод у левого откоса.

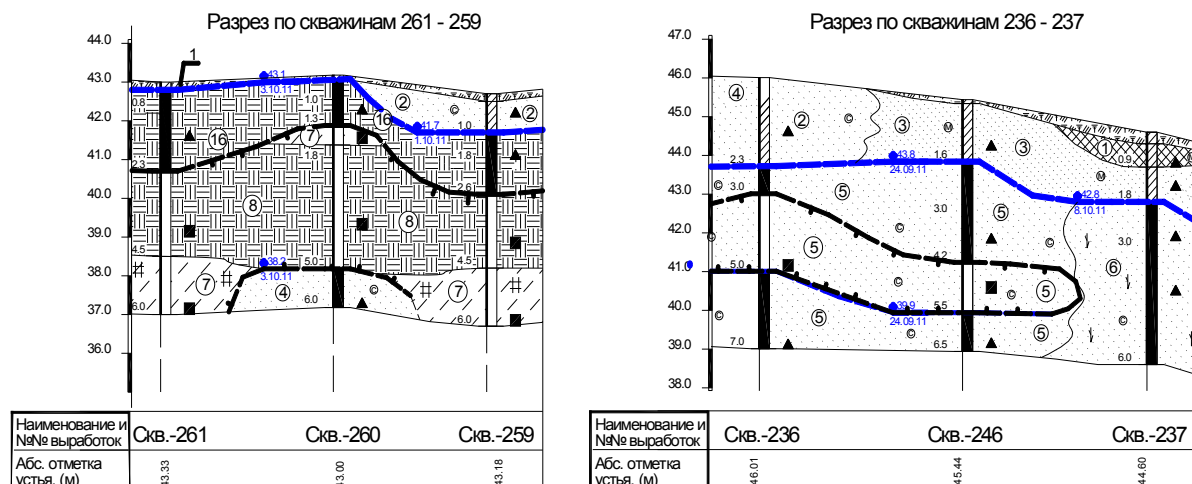


Рис. 3. Инженерно-геологический разрез

Лабораторные исследования выполнены в соответствии с требованиями государственных стандартов и нормативных методических документов. Статистическая обработка результатов лабораторных

исследований выполнена по ГОСТ [1] на ПЭВМ. В таблице 1 приведены показатели физико-механических свойств талых грунтов, в таблице 2 для мерзлых грунтов.

Таблица 1 – Показатели физико-механических характеристик грунтов

№ ИГЭ	Н, м	Показатели физико-механических свойств грунтов								
		$W_{tot}$ , д.ед.	$\varphi$ , град	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_d$ , г/см <sup>3</sup>	$e$ , д.ед.	$S_r$ , д.ед.	$c$ , МПа	$E$ , МПа
1. Техногенный грунт песок мелкий ср. водонасыщения	1.0-2.3	0.20	29	1.64-1.89	2.65	1.58	0.68	0.15-0.75	0.003	25
2. Песок средний, ср. степ. водонасыщения	3.4-4.5	0.29	34	1.68-2.00	2.65	1.60	0.66	0.20-0.85	0.000	30
3. Песок мелкий, ср. степ. водонасыщ	0.8-2.4	0.19	27	1.81	2.66	1.53	0.74	0.66	0.001	20
4. Песок мелкий, насыщенный водой	0.6-6.8	0.29	29	1.96	2.66	1.52	0.75	1.00	0.000	18
5. Песок средний насыщенный водой	0.6-5.6	0.28	36	2.04	2.65	1.62	0.66	1.00	0.001	30
6. Песок средний насыщенный водой с орг. включениями	1.0-4.2	0.36	35	2.18	2.65	1.60	0.66	1.46	0.001	30
7. Супесь легкая	0.5-1.5	0.23	18	1.95	2.65	1.59	0.68	0.91	0.009	7

Таблица 2 – Показатели физико-механических характеристик мерзлых грунтов

№ ИГЭ	Н, м	Показатели физико-механических свойств грунтов								
		$W_{tot}$ , д.ед.	$\varphi$ , град	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_d$ , г/см <sup>3</sup>	$e$ , д.ед.	$S_r$ , д.ед.	$A_{th}$ , д.ед.	$\sigma$ , см <sup>2</sup> /кг
8. Торф пластичномерзлый, льдистый	1.0-8.4	7.73	29	0.95	1.45	0.12	0.90	1.00	0.33	0.31

Деформации земляного полотна и покрытия дорожной одежды негативно сказываются на эксплуатационных качествах не только исследуемого участка, но и всей автомобильной дороги в целом. При проектировании и строительстве инженерных сооружений в особых условиях требуется разработка и внедрение конструктивно-технологических решений по укреплению основания и насыпи автомобильной дороги с учетом инженерных условий района тяготения и ожидаемых воздействий процессов в сферах их взаимодействия с геологической средой. В связи с этим остро стоит вопрос о восстановлении эксплуатационных качеств данного участка дороги.

**Разработка конструктивного решения по стабилизации земляного полотна**

На всем протяжении автомобильной дороги встречаются локальные участки с различными инженерно-геокриологическими особенностями (мощность и расположение многолетнемерзлых пород относительно земляного полотна, температурно-влажностный режим грунтов, наличие геологических и геокриологических процессов). На данном участке предложено выполнить вертикальное армирование основания и земляного полотна левой части конструкции автомобильной дороги с формированием грунтового упорного валика обёрнутого по внешнему периметру армирующим материалом (рис. 4). Вертикальное армирование выполняется на глубину  $H = 2$  м в основание земляного полотна с формированием в откосной части упорного грунтового валика шириной  $l_2=2$  м высотой  $h_2=0,75$  м. Размер валика  $h_1$  выбирается таким образом, чтобы наклон валика соответствовал заложению откоса на существующем

поперечном профиле земляного полотна. Валик устраивается в откосной части земляного полотна на расстоянии от оси  $l_1=8$  м. Валик снизит величину горизонтальных деформаций, возникающих в конструкции земляного полотна и основании автомобильной дороги, и позволит уменьшить количество попадания поверхностных вод в тело земляного полотна.

Армирование выполняется геотекстилем «Геоспан ТН 80». Геосинтетический материал «Геоспан» хорошо зарекомендовал себя в дорожном строительстве [2, 3, 4, 6]. В мире накоплен большой опыт по армированию оснований, который выявил высокую эффективность использования армирующих геосинтетических материалов [7, 8, 9]. Основными преимуществами являются возможность использования местного грунта в качестве основного строительного материала, невысокая стоимость при быстрой и простоте возведения.

Снижение увлажнения конструкции земляного полотна и основания поверхностными водами достигается путём уменьшения коэффициента фильтрации за счёт вертикального размещения армирующего материала, препятствующего проникновению воды в тело земляного полотна и основания автомобильной дороги.

Оттаиванию многолетнемерзлого торфа способствует отепляющее действие грунтовых вод, которые мигрируют из правой части за счет естественного наклона рельефа основания автомобильной дороги. Для предотвращения оттайки слабого слоя грунта устраиваются термостабилизаторы ТК 32/10. Длина термостабилизатора – 10 м, диаметр 32 мм.

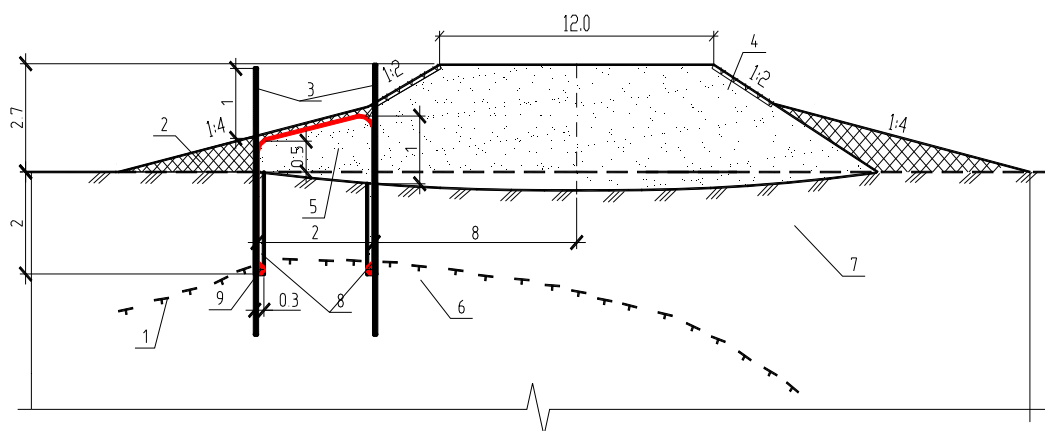


Рис.4. Конструктивное решение по стабилизации земляного полотна. 1 – верхняя граница многолетнемерзлых грунтов; 2 – торфяная подсыпка; 3 – термостабилизаторы ТК 32/10; 4 – земляное полотно; 5 – упорный валик; 6 многолетнемерзлый торф; 7 – пески мелкие, средние водонасыщенные; 8 – траншеи; 9 – анкерная труба

Защемление Геоспана в многолетнемерзлом основании обеспечит требуемое натяжение материала, позволит удерживать упорный грунтовый валик в проектном положении. Замена торфяных грунтов в траншеях 8 на песчаные способствует более глубокому и широкому промораживанию основания автомобильной дороги, исключению влияния оттаивающего действия грунтовых и талых вод у подошвы откоса.

Термостабилизаторы устанавливаются с шагом 2 м с внешних сторон армированного валика. Установка термостабилизаторов позволит повысить уровень многолетнемерзлых грунтов и уменьшить мощность легкодеформируемого слоя. Установка термостабилизатора позволяет сформировать вокруг него цилиндрический объем мерзлого грунта радиусом 1,3 м в течение 2 лет эксплуатации автомобильной дороги. Шаг в 2 метра между стабилизаторами позволяет сформировать вертикальный массив мерзлого грунта вдоль армирующих элементов, что придаст дополнительную устойчивость основанию и конструкции автомобильной дороги.

### Заключение

При обследовании автомобильной дороги выявлены участки, подверженные ежегодным деформациям, которые негативно влияют на эксплуатационные качества сооружения.

В ходе проведения инженерно-геодезических изысканий установлены значения максимальных деформаций земляного полотна и покрытия автомобильной дороги. В результате выполнения инженерно-геологических изысканий выявлены опасные геологические и геокриологические процессы (заболачивание и заозеривание территории, пучение, механическая суффозия, солифлюкция), определены физико-механические характеристики талых и мерзлых грунтов основания.

Предложено новое конструктивное решение, которое позволит снизить деформации откосной части земляного полотна и дорожного покрытия за счет упорного грунтового валика, обернутого геосинтетическим материалом с обеспечением движения по данному участку автомобильной дороги в течение всего периода производства работ. Применение термостабилизаторов исключит оттаивание многолетнемерзлого торфа мигрирующими грунтовыми водами, повысит прочность основания дорожной конструкции.

### Библиографический список

1. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. – М.: Минстрой, 2013.
2. Альбом типовых решений по применению геосинтетических материалов ООО «Гекса – нетканые материалы» в дорожном строительстве. М.: СОЮЗДОРНИИ, 2009. – 81 с.
3. Дмитриев, В.Н. Новые дорожные технологии и материалы / В.Н. Дмитриев, Н.А. Гриневиц, Е.В. Кошкароев. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2008. – 144 с.
4. Щербина, Е.В. Геосинтетические материалы в строительстве / Е.В. Щербина. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2004. – 164 с.
5. Рабочий проект «Строительство автомобильной дороги «Сургут – Салехард, участок Новый Уренгой – Надым 1 пусковой комплект: п. Пангоды (км 870) – п. Правохеттинский (км 936). Корректировка (Участок ПК 593+00 – ПК 600+50)» 2005г.
6. Воронцов, В. В. Расчетное обоснование конструктивного решения по укреплению основания и насыпи земляного полотна существующей автомобильной дороги на территории ЯНАО / В.В. Воронцов, Ал.Н. Краев, М.Е. Игошин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. - №2 – С. 119-123.
7. Бай, В.Ф. Экспериментальные исследования работы площадных фундаментов на слабом глинистом основании, усиленном песчаной армированной подушкой / В.Ф. Бай, А.Н. Краев // Научно-технический вестник Поволжья. – Казань, 2011. – №1. – С.72-75.
8. Пономарев, А. Б. Полунатурные экспериментальные исследования грунтовых свай в оболочке из геосинтетических материалов / А. Б. Пономарев и др. // Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение: материалы междунар. науч.-технич. конф., посвященной 80-летию образования кафедры геотехники СПбГАСУ (механики грунтов, оснований и фундаментов ЛИСИ) и 290-летию российской науки. – Ч. 2. – СПбГАСУ. – СПб., 2014г. – С. 71-78.
9. Усманов, Р. А. Устройство армированных грунтовых подушек на слабых грунтах / Р. А. Усманов // Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение: материалы междунар. науч.-технич. конф., посвященной 80-летию образования кафедры геотехники СПбГАСУ (механики грунтов, оснований и фундаментов ЛИСИ) и 290-летию российской науки. – Ч. 1. – СПбГАСУ. – СПб., 2014. – С. 89-94.

### STABILIZATION OF CRITICAL DEFORMATIONS OF A MOTOR ROAD BED IN THE CRYOLITHIC ZONE

V.V. Vorontsov, Al. N. Kraev, M.E. Igoshin

**Abstract.** The article dwells on the most common deformations of a road bed and pavement of motor roads on the north of the Tyumen region. For the



detailed study of destruction's reasons there was examined a motor road section "n. Pangody - n. Pravohettinsky" with performance of a complex of engineering surveys. As a result of conducted works, there was proposed a constructive solution to stabilize the deformations of a motor road.

**Keywords:** permafrost soils, motor road, geosynthetic material, heat stabilizer.

### References

1. GOST 25100-2011 *Grunty. Klassifikatsiya*. [State Standard Soils. Classification]. Moscow, Minstroy, 2013.
2. *Al'bom tipovykh reshenii po primeneniyu geosinteticheskikh materialov* OOO «Geksa – netkanye materialy» v dorozhnom stroitel'stve. [Album of standard decisions on using geosynthetic materials of OOO "Geksa-non-woven materials" in road construction]. Moscow, SOYuZDORNII, 2009. 81 p.
3. Dmitriev V.N., Grinevich N.A., Koshkarov E.V. [New road technologies and materials] *Novye dorozhnye tekhnologii i materialy* Ekaterinburg: Izd-vo UrGU, 2008. 144 p.
4. Shcherbina E.V. *Geosinteticheskie materialy v stroitel'stve* [Geosynthetic materials in construction]. Moscow, Assotsiatsiya stroitel'nykh vuzov, 2004. 164 p.
5. Rabochii proekt Stroitel'stvo avtomobil'noi dorogi «Surgut – Salekhard, uchastok Novyi Urengoi – Nadym 1 puskovoi kompleks: p. Pangody (km 870) – p. Pravohettinskii (km 936). Korrektirovka (Uchastok PK 593+00 – PK 600+50) 2005g.
6. Vorontsov V.V., Kraev A. N., Igoshin M. E. Raschetnoe obosnovanie konstruktivnogo resheniya po ukrepleniyu osnovaniya i nasypi zemlyanogo polotna sushchestvuyushchei avtomobil'noi dorogi na territorii YaNAO [Calculated justification of the constructive decision on strengthening the base and embankment of a road bed of the existing motor road on the territory of the Yamalo-Nenets Autonomous Area]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya*, 2014, no. pp. 119-123.
7. Bai V.F., Kraev A. N. Eksperimental'nye issledovaniya raboty ploshchadnykh fundamentov na slabom glinistom osnovanii, usilennom peschanoi armirovannoi podushkoi [Pilot researches of the work of areal bases on the weak clay bases strengthened by the sandy reinforced pillow]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya*, 2011, no1. pp.72-75.
8. Ponomarev A. B. Polunaturnye eksperimental'nye issledovaniya gruntovykh svai v obolochke iz geosinteticheskikh materialov. [Semi-natural pilot researches of ground piles in a covering of geosynthetic materials]. *Sovremennye geotekhnologii v stroitel'stve i ikh nauchno-tekhnicheskoe soprovozhdenie: materialy mezhdunar. nauch.-tekhnich. konf., posvyashchennoi 80-letiyu obrazovaniya kafedry geotekhniki SPbGASU (mekhaniki gruntov, osnovanii i fundamentov LISI) i 290-letiyu rossiiskoi nauki. Ch. 2., SPbGASU. SPb., 2014. pp. 71-78.*
9. Usmanov R.A. Ustroistvo armirovannykh gruntovykh podushek na slabykh gruntakh. [Arrangement of the reinforced ground pillows on soft grounds]. *Sovremennye geotekhnologii v stroitel'stve i ikh nauchno-tekhnicheskoe soprovozhdenie: materialy mezhdunar. nauch.-tekhnich. konf., posvyashchennoi 80-letiyu obrazovaniya kafedry geotekhniki SPbGASU (mekhaniki gruntov, osnovanii i fundamentov LISI) i 290-letiyu rossiiskoi nauki. Ch. 1. SPbGASU. SPb., 2014. pp. 89-94.*

Воронцов Вячеслав Викторович (Тюмень, Россия) – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского сектора ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ» (625001, г. Тюмень, ул. Уральская, д. 5, корп. 5, кв. 46, e-mail: vorontsov\_vv@tgasu.ru)

Краев Алексей Николаевич (Тюмень, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ» (625525, Тюменский район, пос. Богандинский, ул. Ватутина, д. 4, e-mail: Kraev\_an@pochta.ru)

Игошин Михаил Евгеньевич (Тюмень, Россия) – аспирант кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ» (625051, г. Тюмень, пр. Ткацкий, 5, 172, e-mail: m.e.igoshin@yandex.ru)

Vorontsov Vyacheslav Viktorovich (Tyumen, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor, Senior Researcher of the scientific and research sector of Tyumen state university of architecture and civil engineering (625001, Tyumen, 5 Uralskya st., bldg. 5, apt. 46, e-mail : vorontsov\_vv@tgasu.ru)

Kraev Alexey Nikolaevich (Tyumen, Russian Federation) - candidate of technical sciences, associate professor of the department "Building constructions" of Tyumen state university of architecture and civil engineering (625525, Tyumen region, Bogandinsky village, st. Vatutina, d. 4, e-mail: Kraev\_an@pochta.ru)

Igoshin Mikhail Evgenievich (Tyumen, Russian Federation) – postgraduate student of the department "Building constructions" of Tyumen state university of architecture and civil engineering (625051, Tyumen, 5 Tkatskiy ave. , 172, e-mail: m.e.igoshin@yandex.ru)

УДК 625.731:624.138.23

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТОГРУНТОВЫХ СМЕСЕЙ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Е. А. Голубева

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск

**Аннотация.** Применение полимерцементогрунтовых смесей для строительства конструктивных слоев дорожных одежд позволяет существенно снизить капитальные вложения и снизить эксплуатационные затраты в дорожно-строительной отрасли. В работе определена экономическая эффективность применения полимерцементогрунтовых смесей для строительства оснований дорожных одежд. Рассмотрен опыт строительства оснований из полимерцементогрунтовой смеси дорожной организацией ЗАО «Асфальт», при строительстве автомобильной дороги «Амур».

**Ключевые слова:** капитальные вложения, приведенные затраты, экономическая эффективность, полимерцементогрунтовые смеси.

### Введение

Целью строительства автомобильных дорог являются создание условий для скорейшего развития экономики национальных ресурсов страны, стабилизации социально-экономической эксплуатации и повышения деловой активности населения путем удовлетворения спроса и доступности в автомобильных перевозках и привлечения различных секретов экономики, отрасли производства, населения страны. Полимерцементогрунтовые смеси широко применяются для устройства дорожных одежд в разных странах мира. Главная идея в применении различных методов укрепления грунтов — это широкое использование местных грунтов как исходного дешёвого сырья, обеспечивающего в результате соответствующей его технологической обработки получение полноценных заменителей каменных материалов. Многолетним производственным опытом установлено, что в зависимости от свойств и активности цемента, состава и свойств грунтов, климатических условий той или иной страны укрепленные цементом грунты целесообразно применять:

- для устройства нижних и верхних слоёв оснований на дорогах с тяжёлым и интенсивным движением, где сооружаются капитального типа покрытия (цементобетонные, асфальтобетонные);
- для устройства несущих слоёв (облегченного типа покрытий) на местных дорогах с относительно малой интенсивностью движения;
- для повышения прочности верхней части земляного полотна.

В последнем случае применяют малые добавки цемента.

### Экономическая эффективность применения полимерцементогрунтовых смесей для устройства оснований на предприятии ЗАО «Асфальт»

Для укрепления разнообразного вида грунтов наиболее часто применяют портландцемент различной степени активности. Там, где это необходимо, применяют также добавки других химических реагентов. Модифицируя цементогрунт полимерными добавками можно добиться такой деформативности материала, при которой не будет происходить образования трещин от воздействия на дорожную одежду морозного пучения грунтов земляного полотна и нагрузки от автомобиля. Преимуществом оснований из полимерцементогрунтовых смесей является существенное улучшение водно-теплового режима земляного полотна. Монолитные укрепленные материалы характеризуются низкой остаточной пористостью (менее 3-7%) и поэтому не аккумулируют поверхностную воду, обычно накапливающуюся в весеннее время в порах основания из зернистых материалов. В результате, как показали многолетние наблюдения, расчётная влажность грунта на участках с основанием из укрепленных грунтов на (0.05-0.03) Вт меньше, чем на участках с основанием из зернистых материалов.

Ровность покрытия оказывает существенное влияние на себестоимость перевозок. На дорогах с удовлетворительной ровностью покрытия количество ДТП в 1.5-2 раза больше, чем с хорошей ровностью, а себестоимость перевозок в первом случае в

1.3-1.5 раза выше. Результаты наблюдений за эксплуатируемыми одеждками с основаниями из полимерцементогрунтовых смесей показали, что ровность покрытия длительно сохраняется, особенно при морозном пучении грунтов земляного полотна.

Отметим, с учётом более высоких прочностных свойств комплексно укрепленных грунтов, по сравнению с зернистыми материалами, общая толщина дорожной одежды может быть снижена на 20-50 %, что позволит уменьшить потребное количество дорогостоящих кондиционных материалов (песка, щебня) на 15-45 %, соответственно, уменьшить потребность в автомобильном транспорте в 1,5-3 раза, затраты труда – в 1,2-2 раза; снизить строительную стоимость дорожной одежды в целом.

К достоинству комплексно укрепленных грунтов можно также отнести небольшой расход вяжущих материалов, в частности полимеров – 5-2 % по массе грунта.

Одним из важнейших критериев при расчете и конструировании дорожных одежд является требование к общей жесткости конструкции, оцениваемой по величине упругого прогиба под действием стандартной нагрузки. Принято считать, что общая недостаточная жесткость конструкции дорожной одежды приводит к интенсивному образованию колеиности и появлению усталостных трещин, а в последующем и выбоин. При этом наиболее экономичным способом повышения общей жесткости конструкции считается применение грунтов и

местных материалов, обработанных неорганическими вяжущими [1].

Для оценки экономической эффективности этих решений требуется сравнить не только затраты альтернативных вариантов на строительство автомобильной дороги, но и затраты в процессе последующей эксплуатации на ремонт и содержание дороги, а также всю совокупность расходов по перевозке пассажиров и грузов, т.е. расходов пользователей [6]. Очевидно, что расходы пользователей увеличиваются со временем, при этом интенсивность увеличения определяется интенсивностью деструктивных процессов, которые зависят от прочности дорожной одежды, начальной прочности покрытия, состава и интенсивности транспортного потока [7]. Поэтому для объективной оценки экономической эффективности сравниваемых вариантов конструкций дорожных одежд необходимо решение двух задач: прогнозирование появления трещин, колеиности, выбоин, возникающих в процессе эксплуатации дороги в течении времени и вычисление расходов пользователей.

По данным лаборатории МАДИ образование выбоин на участке автомобильной дороги с основанием из щебня идет интенсивнее после второго года эксплуатации, чем на участках дороги с основанием из цементогрунтовой смеси. К десятому году службы количество выбоин становится больше - 100 шт/км [1]. На рисунке 1 приведен график изменения количества выбоин со временем.



Рис. 1. Изменение со временем количества выбоин

При определении общих расходов пользователей учитывались следующие показатели: расход топлива, износ шин, расход масел, замена отказывающихся агрегатов и деталей автомобиля, затраты связанные с потерей времени ввиду затруднительного движения, затраты с ДТП.

На графике рисунка 2 видно, что в случае с участком дороги имеющим щебеночное основание общие расходы пользователей к концу расчетного срока службы составят 5.8. млн.руб., а в альтернативном варианте- 3.6. млн. руб, что в 1.6 раз меньше [1].

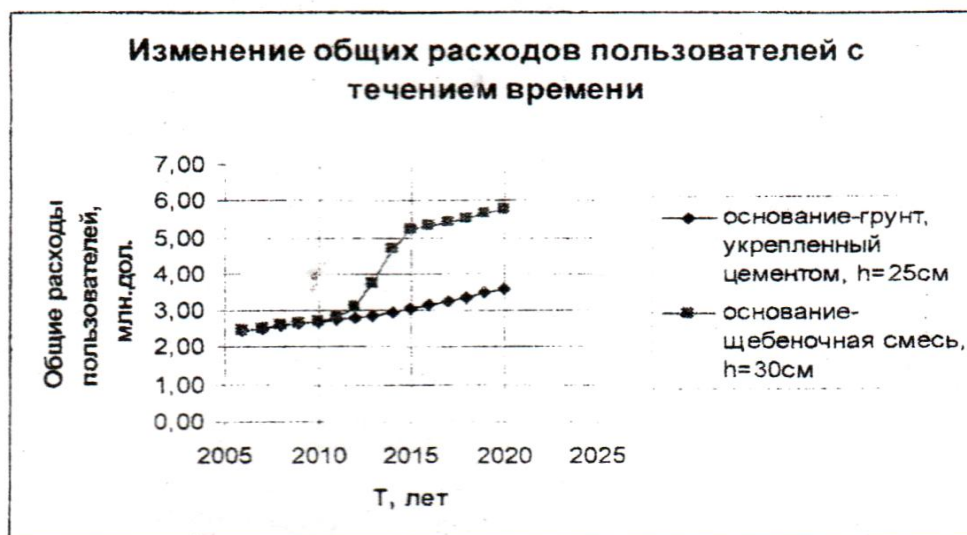


Рис. 2. Изменение со временем расходов пользователей

Для оценки эффективности использования полимерцементогрунтовых смесей для устройства оснований дорожных одежд был проведен вычислительный эксперимент, в котором было рассмотрено три конструкции дорожной одежды для строительства участка автомобильной дороги «Амур». Первая конструкция является проектной для данного участка дороги. Проектная конструкция предполагала строительство основания из щебня. Для устройства оснований альтернативных конструкций было предложено использовать местные грунты, укрепленные различными добавками. Второй вариант конструкции предполагал в основании дорожной одежды применять песчано-щебёночно-гравийную смесь, укрепленную 4 % цемента (по массе) — имеющуюся в карьерах Амурской области. Третья конструкция предполагала устройство 2-х слойного основания из полимерцементогрунтовой смеси (цемент 8 % по массе грунта и латекс 3 % по массе цемента) — супесь лёгкая с числом пластичности равным 7. Грунт разрабатывается в карьере, находящимся на расстоянии в 1 км от 1024 км дороги. Грунт, укрепленный цементом 14 % (нижний слой основания) укладывается на всю ширину земляного полотна для снижения влажности

рабочего слоя, а также в качестве капилляропрерывающего и морозозащитного слоя. Второй слой основания — полимерцементогрунтовая смесь — устраивается на 0,5 м шире слоёв покрытия. В этом случае обеспечивается большая устойчивость покрытия по краям проезжей части, а также улучшается водно-тепловой режим верхней части земляного полотна, что благоприятно сказывается в целом на прочности дорожной одежды. В качестве покрытия применяли ЩМА-15.

При выборе варианта конструкции дорожной одежды необходимо было выполнить технико-экономическое обоснование по критерию «капитальные вложения» и критерию «приведенные затраты»[4]. Стоимость строительства дорожной одежды (капиталовложения) определены по формуле:

$$K = ПЗ + НР + СП, \quad (1)$$

где K — капиталовложения, руб.; ПЗ — прямые затраты, руб., определяются по локальным сметам; НР — накладные расходы, руб.; СП — сметная прибыль, руб. [8].

Результаты расчета приведены в таблице 1. Стоимость приведённых затрат определяли по формуле:

$$P = \frac{E}{E_{НП}} \cdot K + \sum_{t=1}^T \mathcal{E} \cdot \eta_t + n \cdot K_p \cdot \eta_t, \quad (2)$$

где  $P$  – затраты приведённые к грузоперевозкам по данной дороге, руб.;  $E$  – показатель абсолютной целесообразности капитальных вложений;  $E_{НП}$  – норматив для приведения равномерных затрат, определяется по формуле:  $K$  – капитальные

вложения, руб.;  $\sum_{t=1}^T \mathcal{E} \cdot \eta_t$  – сумма

приведённых дисконтированных транспортно-эксплуатационных затрат, руб.;  $\mathcal{E}$  – эксплуатационные затраты, руб.;  $K_p$  – стоимость капитального ремонта, руб., принимается равной стоимости верхнего слоя дорожной;  $n$  – число капитальных ремонтов.

$$E_{НП} = I + R + MR, \quad (3)$$

где  $I$  – инфляция 9%;  $R$  – риск 5 %.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определялся как сумма текущих эффектов за весь расчётный период, приведённая к начальному шагу, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами. ЧДД необходим для сравнения различных вариантов реализации инвестиционного проекта и выбора лучшего из них [2] [5].

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (4)$$

где  $R_t$  – результаты, достигаемые на  $t$ -ом шаге расчёта;  $Z_t$  – затраты, осуществляемые на том же шаге;  $T$  – горизонт расчёта;  $E$  – норма дисконта [3].

На рисунке 3 приведен график ЧДД для варианта конструкции дорожной одежды №3.

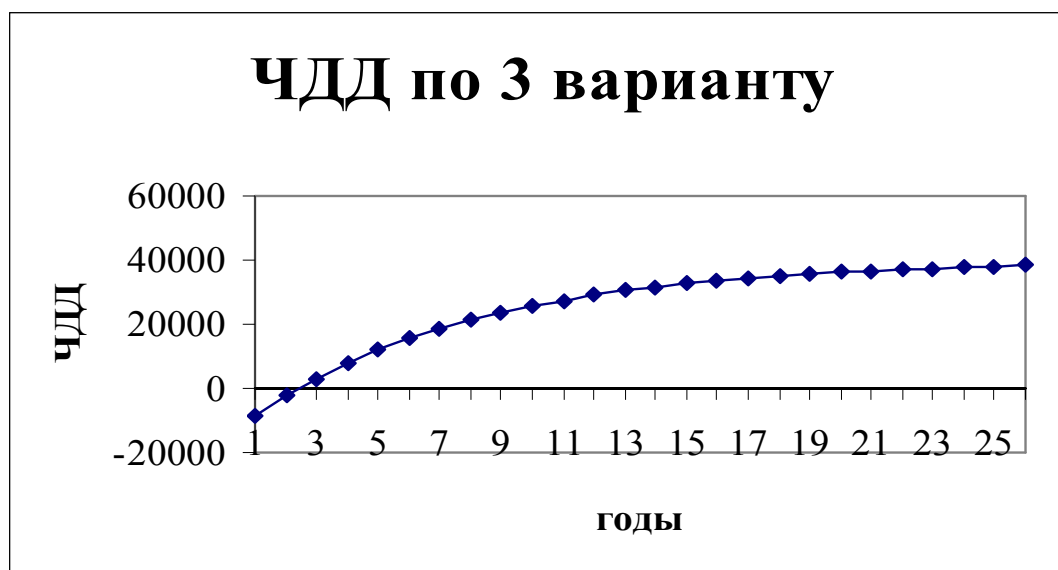


Рис.3. График ЧДД для варианта конструкции дорожной одежды №3

По результаты расчета технико-экономических показателей можно сделать вывод: экономически эффективным является третья конструкция, где для устройства оснований были применены полимерцементогрунтовые смеси. Использование в основании укрепленных местных грунтов и применение современных материалов в покрытии (щебёночно-мастичный асфальтобетон) экономичнее на

1,4 млн. на один километр одежды, по сравнению с типовыми конструкциями. Экономический эффект от применения полимерцементогрунтовой смеси в основании дорожной одежды составил 1.398 млн.руб. на 1 км. автомобильной дороги.

Также увеличивается срок службы таких одежд, так как применяются материалы, которые обладают монолитной структурой и набирают прочность со временем.

## СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели вариантов конструкций дорожной одежды

Наименование показателя	Единица измерения	Конструкция № 1	Конструкция № 2	Конструкция № 3
Затраты на материалы на 1 км дороги	руб.	10357848,27	11444143,97	9963183,20
Прямые затраты одного километра: Основания Покрытия Конструкции	руб. руб. руб.	6374968,47 5094413,76 11469382,24	6774685,35 5274988,75 12049674,10	6359269,54 4039382,13 10398651,67
Всего ПЗ	млн. руб.	321,14	337,39	291,16
Стоимость приведённых затрат	млн. руб.	1000,10/35,72	1005,92/35,93	981,45/35,05
Затраты труда	чел.-ч	4121,88	2839,57	2011,73
Трудоёмкость	маш.-ч	2141,00	954,33	683,12
Оплата труда раб.	руб.	155053,13	118296,89	91763,78
Оплата труда маш-ов	руб.	123462,66	68315,65	48617,41
Всего ОТ	руб.	278515,79	186612,54	140381,19
Накладные расходы (НР) на 1 км	руб.	395492,42	264989,81	199341,29
Итого себестоимость	руб.	11864874,66	12314663,91	10597992,96
Сметная прибыль	руб.	264590,00	177281,91	133362,13
Всего стоимость 1 км	млн. руб.	12,129	12,492	10,731
Всего стоимость дороги	млн. руб.	339,625	349,774	300,478
ЧДД	млн. руб.	37,198	36,320	38,254

### Заключение

Преимущества строительства конструктивных слоев дорожных одежд из полимерцементогрунтовых смесей перед дискретными материалами очевидны. Участок автомобильной дороги «Амур», км.1681-1684 был построен дорожно-строительным предприятием ЗАО «Асфальт», г. Благовещенск. Отметим, что после года эксплуатации прочностные характеристики дорожной конструкции №3, где в основание дорожной одежды укладывались полимерцементогрунтовые смеси соответствуют существующим нормативным документам.

Оценка экономической эффективности полимерцементогрунтовых смесей для строительства дорожных одежд может дать значительный эффект, как с точки зрения увеличения сроков строительства, так и снижения себестоимости производства работ.

Для успешного применения укрепленных грунтов в современных условиях России необходимо проводить следующие организационно-технологические мероприятия: создание системы экономических рычагов (государственная задача), позволяющих включить в работу личную заинтересованность работников управления дорожной отрасли в снижении затрат на дорожно-строительные работы, в

том числе в применении укрепленных грунтов; научно-производственное сопровождение производства работ с укрепленными грунтами, в том числе подбор оптимальных составов; инвестиции в высокопроизводительную дорожную технику.

### Библиографический список

1. Носов, В. П. Оценка экономической эффективности применения укрепленных грунтов в основаниях дорожных одежд / В. П. Носов, С. С. Фролкина. – Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. 15-16 мая – Казань: КГАСУ, 2008. – 360 с.
2. Планирование инвестиций в развитие дорожного предприятия в рыночных условиях хозяйствования. – М., 2002. – 72 с. (Автомоб. дороги: Обзорн. информ./Информавтодор; Вып. 3).
3. Кожухар, В. М. Практикум по экономической оценке инвестиций: учебное пособие / В. М. Кожухар; ред.: А.Е. Илларионова. – 2-е изд. – М.: Дашков и К, 2006. – 148 с.
4. Кривко, Е. В. Экономика отрасли (дорожное строительство): учебное пособие / Е. В. Кривко. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2010. – 306 с.
5. Скляренко, В. К. Экономика предприятия: учебное пособие. / В. К. Скляренко, В. М. Прудников. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 256 с.
6. Поздняков В.Я. Экономика отрасли: учебное пособие, В.Я. Поздняков, С.В. Козаков. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 309 с.
7. Экономика строительства: учебник для вузов; под общей ред. И. С. Степанова. - 3-е изд, доп. и перераб. – М.: Юрайт-Издат, 2007. – 620 с.
8. Ценообразование и определение сметной стоимости строительства: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений; В. В. Бузырев, А. П. Суворова, Н. М. Амосова – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 240 с.

### EVALUATION OF ECONOMIC EFFICIENCY OF USING POLYMER, CEMENT AND SOIL COMPOSITIONS IN ROAD CONSTRUCTION

E. A. Golubeva

**Abstract.** Use of polymer, cement and soil compositions for building pavements' structural layers allows decreasing capital investments and operational expenses in road-building sector. The author determines economic efficiency of using polymer, cement and soil compositions for building bases of pavements. The author examines an experience of building bases of the "Amur" motor road made of polymer, cement and soil composition.

**Keywords:** capital investments, mentioned expenses, economic efficiency, polymer, cement and soil compositions.

### Referenses

1. Nosov V. P., Frolova S. S. *Ocenka jekonomicheskoj jeffektivnosti primenenija ukreplennyh gruntov v osnovanijah dorozhnyh odezhd* [Evaluation of economic efficiency of using stabilized soils in bases of pavements]. *Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskoj nauchno prakticheskoj konferencii. 15-16 maja. Kazan'*: KGASU, 2008. 360 p.
2. *Planirovanie investicij v razvitie dorozhnogo predprijatija v rynochnyh uslovijah hozjajstvovanija*. [Planning of investments into development of a road enterprise in economic environment]. Moscow, 2002. 72 p. (Avtomob. dorogi: Obzorn. inform./Informavtodor; Vyp. 3).
3. Kozhukhar V. M. *Praktikum po jekonomicheskoj ocenke investicij: uchebnoe posobie* [Manual on economic assessment of investments]. 2-e izd. Moscow, Dashkov i K, 2006. 148 p.
4. Krivko E. V. *Jekonomika otrasli (dorozhnoe stroitel'stvo): uchebnoe posobie* [Sector's economics (road construction): manual]. Habarovsk: Izd-vo TOGU, 2010. 306 p.
5. Sklyarenko V. K., Prudnikov V. M. *Jekonomika predprijatija: uchebnoe posobie*. [Economy of an enterprise: textbook]. Moscow, INFRA-M, 2010. 256p.
6. Pozdnyakov V. Y. *Jekonomika otrasli: uchebnoe posobie*, V. Ja. Pozdnyakov, S. V. Kozakov. [Sector's economics: textbook]. Moscow, INFRA-M, 2010. 309 p.
7. *Jekonomika stroitel'stva: uchebnik dlja vuzov; pod obshhej red. I. S. Stepanova*. [Construction economics: textbook for universities]. 3-e izd, dop. i pererab. Moscow, Jurajt-Izdat, 2007. 620 p.
8. *Cenoobrazovanie i opredelenie smetnoj stoimosti stroitel'stva: uchebnik dlja stud. Vyssh. Ucheb. Zavedenij* [Pricing and determining estimated cost of construction: textbook for universities]. V. V. Buzyrev, A. P. Suvorova, N. M. Amosova Moscow, Izdatel'skij centr Akademija, 2008. 240 p.

*Голубева Елена Анатольевна (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры экономики и проектного управления в транспортном строительстве ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5/29, e-mail: elena.golybeva@inbox.ru)*

*Golubeva Elena Anatolievna (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor of the department of economics and project management in transport construction, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, 5 Mira ave., Omsk, e-mail: elena.golybeva@inbox.ru)*

УДК 625.71.8: 004.65

## УЧЁТ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

В. Н. Ефименко, С. В. Ефименко, М. В. Бадина, А. В. Сухоруков

Томский государственный архитектурно-строительный университет  
(ТГАСУ), Россия, г. Томск,

**Аннотация.** Приведены результаты исследований по учёту распределения геокомплексов в природных условиях Западной Сибири. Отмечены отличия в территориальном распространении дорожно-климатических зон, схематично выделенных в действующих нормах проектирования автомобильных дорог. Показаны рекомендации по дорожно-климатическому районированию территории Западной Сибири с учётом особенностей водно-теплового режима грунтов земляного полотна.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, дорожно-климатические зоны, геокомплексы, информационная база, экономический эффект.

### Введение

Недостаточный учёт действующими отраслевыми нормативными документами особенностей природно-климатических условий западно-сибирского и других регионов России в значительной мере определяет невысокий уровень эксплуатационной надёжности транспортных сооружений, обуславливает необходимость значительных затрат на приведение их в требуемое по условиям движения состояние в течение жизненного цикла.

На территории Российской Федерации отсутствует единая методология выполнения работ по дорожно-климатическому районированию, учитывающая особенности протекания водно-теплового режима грунтов земляного полотна автомобильных дорог, формирующегося под влиянием тех или иных природно-климатических условий, отражающих их зональность, интразональность и региональность.

Действующие нормативные документы предлагают карты-схемы дорожно-климатического районирования территории Российской Федерации, отличающиеся по площади, занимаемой зонами и подзонами.

Так СНиП 2.05.02-85\* [1] предлагает карту дорожно-климатического районирования территории бывшего Советского Союза, которая предполагает выделение пяти дорожно-климатических зон (ДКЗ) (рис. 1), однако, например, на территории II-ой ДКЗ находятся такие населённые пункты как Рига, Вильнюс, Москва, Ханты-Мансийск, Томск, природно-климатические условия которых значительно отличаются.

Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\* - свод правил СП 34.13330.2012 [2] отражает уже другую карту дорожно-климатического районирования территории Российской Федерации, которая помимо пяти ДКЗ предполагает выделение трёх для I ДКЗ, четырёх для II ДКЗ и двух для III ДКЗ (рис. 2), причём географическое положение границ дорожно-климатических зон несколько отличается от представленных в СНиП 2.05.02-85\* [1].

В отраслевых дорожных нормах ОДН 218.046-01 Проектирование нежёстких дорожных одежд [3], приведён третий вариант карты дорожно-климатического районирования, так же выделяющий три подзоны для I ДКЗ, шесть для II ДКЗ и три для III ДКЗ (рис. 3).



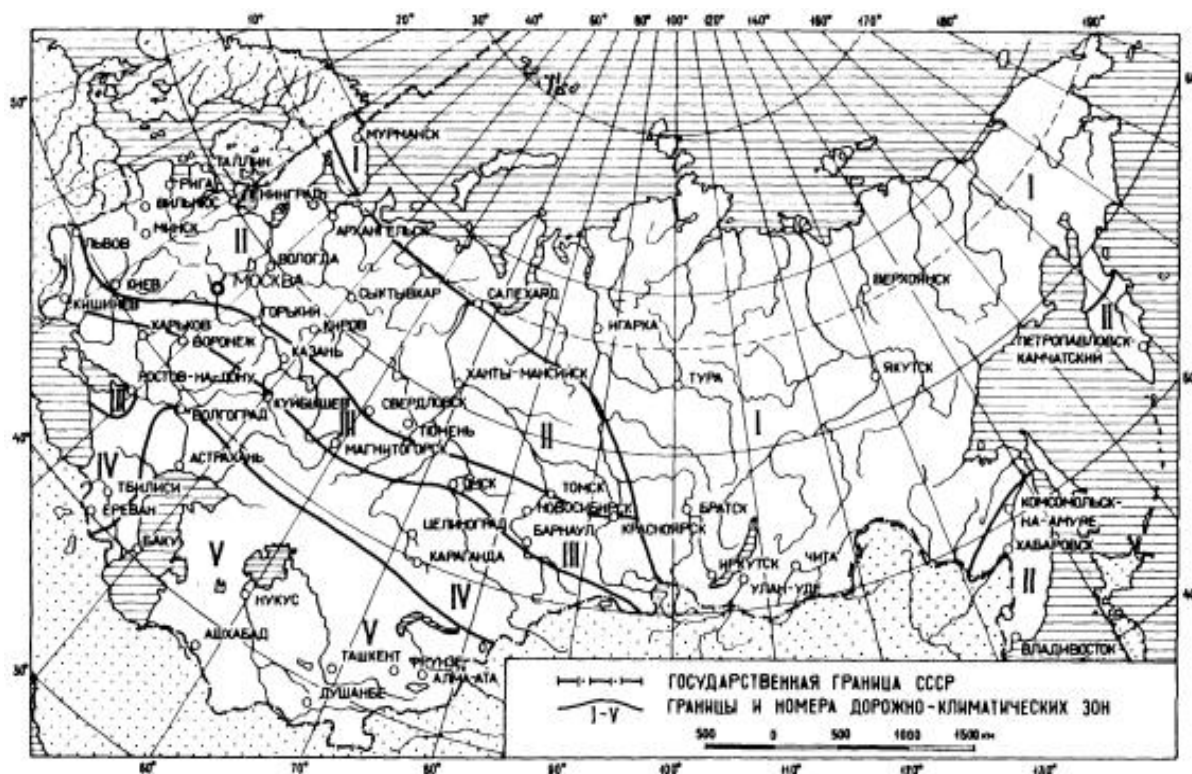


Рис. 1. Карта дорожно-климатического районирования по СНиП 2.05.02-85\*

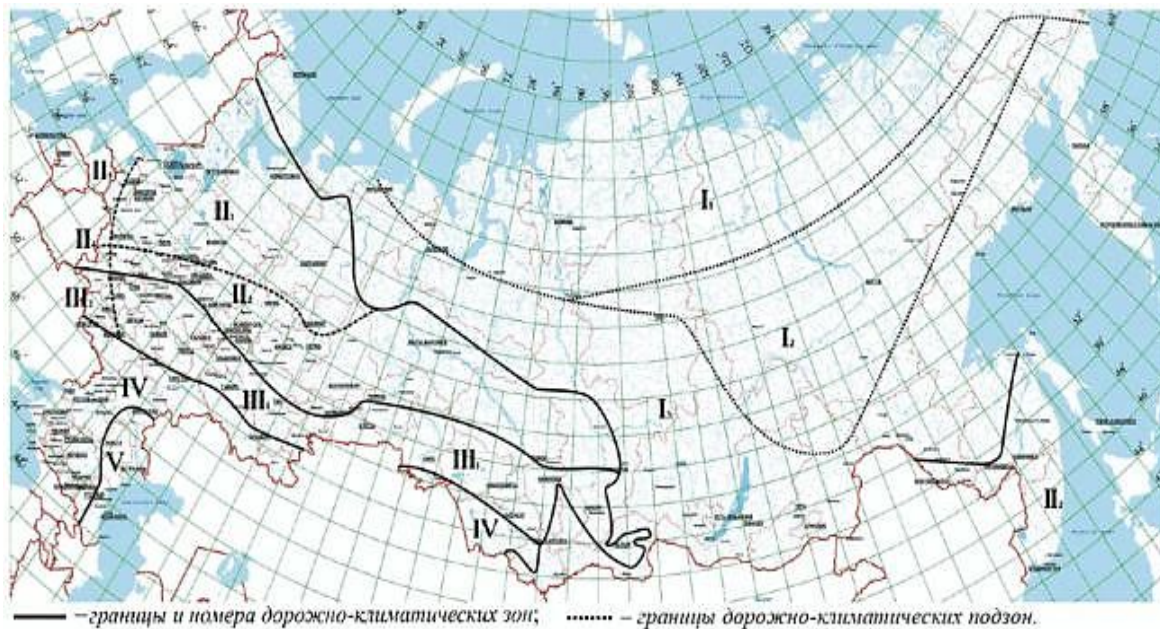


Рис. 2. Карта дорожно-климатического районирования по СП 34.13330.2012

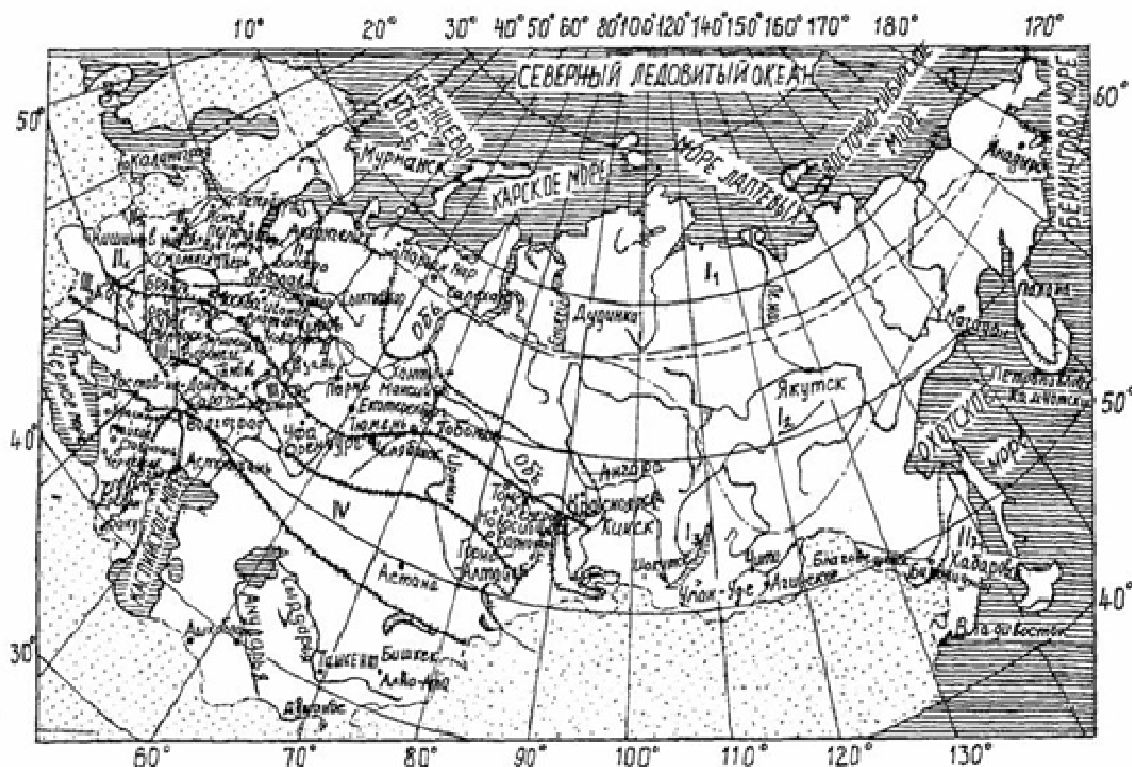


Рис. 3. Карта дорожно-климатического районирования по ОДН 218.046-01

Отмеченное выше подтверждает наличие проблемы в дорожной отрасли, связанной с учётом особенностей геокомплексов при проектировании, строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог и, соответственно, с их эксплуатационной надёжностью.

#### **Информационные технологии в дорожно-климатическом районировании**

Существующие методы районирования не позволяют учесть многообразие природно-климатических особенностей регионов. В частности, слабая разработанность критериев однородности и целостности выделяемых районов, правил выбора элементов наблюдения, проведения границ, а также отсутствие единых приёмов сбора и обработки данных, тормозят эффективное использование ранее предложенных схем районирования для различных территорий России. Значительные трудности возникают при сравнении или объединении результатов

исследований, выполненных разными авторами.

Для уточнения границ дорожно-климатических районов перспективны математические методы, включающие в себя информационные технологии, которые позволяют более полно отобразить естественную пространственную дифференциацию ландшафтной оболочки за счёт учёта большего количества природно-климатических факторов и свести к минимуму субъективное влияние исследователя на результат.

Среди природных и климатических условий, подлежащих учёту при дорожно-климатическом районировании [4] ранее было предложено учитывать три группы факторов, составляющих географический комплекс – зональные, интразональные и региональные (рис. 4), что не вызывает принципиальных возражений и в настоящее время.



Рис. 4. Природные и климатические комплексы, подлежащие учёту (по Ю.Л. Мотылёву)

Формирование информационной базы производят с привлечением справочной литературы, теоретического моделирования и полевых и лабораторных исследований (рис. 5).

Полевые работы включают несколько этапов, среди которых можно выделить: камеральное изучение проектной документации; визуальное изучение состояния объектов, включая, геодезическую съёмку поперечного профиля; уточнение соответствия конструктивно-технологических решений на обследуемых участках дорог содержанию проектов; отбор проб грунтов для лабораторных исследований.

Лабораторные исследования свойств грунтов выполнены на монолитах и пробах, отобранных при полевых работах с соблюдением правил ГОСТ 12071-2000 [5]. В процессе исследований было отобрано и испытано более 600 образцов грунта. Полевые и лабораторные работы позволили установить состав и свойства грунтов рабочего слоя земляного полотна автомобильных дорог района исследований. Отметим, что достоверность основных положений, выводов и рекомендаций

гарантирована необходимым объёмом статистики, применением современных методов расчёта и инженерного оборудования, обеспечивающих достаточный уровень надёжности результатов математического моделирования и измерений физических величин.

Привлечение методов математического моделирования при формировании информационной базы для дорожно-климатического районирования связано с неравномерным распределением плотности сети автомобильных дорог на отдельных территориях Российской Федерации. Наибольшая её протяжённость наблюдается в районах с развитой промышленностью и сельским хозяйством. Поэтому натурные измерения, например, влажности грунтов земляного полотна в расчётный период, можно выполнить не для всех территорий региона, кроме того выделение дорожных районов на этапе уточнения дислокации границ I, II и III дорожно-климатических зон не всегда обеспечивает возможность сбора статистической информации о нормируемых значениях характеристик грунтов из-за отсутствия автомобильных дорог.



Рис. 5. Схема формирования информационной базы для дорожно-климатического районирования территорий

Группа зональных геокомплексов в информационной базе сформирована с привлечением методов математического моделирования. Например, величина испарения с поверхности дорожного полотна, весенняя влажность грунтов верхней части рабочего слоя земляного полотна установлены с использованием теории профессора И.А. Золотаря [6].

Сущность метода, назначения величины расчётной весенней влажности глинистых грунтов рабочего слоя земляного полотна, заключается в последовательном прогнозировании осенней, а затем весенней влажности с учётом: характерной для региона конструкции дорожной одежды; возвышения земляного полотна над уровнем грунтовых вод; величины критерия влагонакопления; толщины активного слоя.

Сопоставление результатов прогнозирования и опытных данных оценено коэффициентом линейной корреляции ( $r$ ), который является теоретически обоснованной мерой тесноты связи между двумя статистически связанными признаками. Значения его для осенней относительной влажности ( $W_p^{oc}$ ) составило  $r=0,86$ , а для весенней относительной влажности ( $W_p^{bec}$ ) –  $r=0,89$ , что свидетельствует о достаточно высокой схожести результатов наблюдений за влажностью и о возможности прогнозирования её аналитическими методами [7].

Следующий этап исследований по дорожному районированию отдельных территорий можно реализовать либо за счёт покомпонентного наложения схем

распространения элементов геокомплексов, либо с привлечением математических приёмов обработки характеристик, включённых в информационную базу, например, с применением разработанного специалистами ТГАСУ программного продукта [8]. Особенности алгоритма расчётов по этой программе приведены в работе [9].

Дальнейшая работа направлена на корректировку положения границ районов, подзон и зон для смежно расположенных территорий административных образований на значительных по площади территориях регионального характера. При этом, как и для реализации предыдущего этапа районирования предложено математическое решение [9], позволяющее более полно отобразить естественную пространственную дифференциацию ландшафтной оболочки, обеспечить высокий уровень однородности выделяемых в системе «зона-подзона-район» территорий [10].

Научная новизна предлагаемого подхода заключается в выделении однородных территорий в региональных административных образованиях по комплексу природных и климатических условий с учётом закономерности и связей, учитывающих особенность протекания водно-теплового режима грунтов земляного полотна на существующей сети автомобильных дорог.

Результатом работ по формированию информационной базы и расчётов является карта-схема распространения границ дорожно-климатических зон для исследуемых территорий, причём выделенные дорожно-

климатические зоны разбивают на подзоны по типам рельефа и однородные по геоконструкциям дорожные районы. Детальную характеристику основных геоконструкций, применяемых при выделении дорожных

районов, приводят в табличном виде [11]. Так, например, на территории Омской области выделено две дорожно-климатические зоны (II и III), одна подзона (равнинная) и восемь дорожных районов (рис. 6).



Рис. 6. Карта дорожно-климатического районирования территории Омской области:  
II, III, IV – дорожно-климатические зоны; P – подзона по типу рельефа (равнинный);  
1 - 4 – номера дорожных районов

Оценка экономической эффективности результатов исследований выполнена по следующей схеме [12]:

1. Назначены характерные для территории исследования конструкции дорожных одежд, включающие конструктивные слои из местных дорожно-строительных материалов. Расчёт принятых конструкций для условий II и III дорожно-климатических зон выполнен по ОДН 218.046-01 в программном продукте Radon;

2. Установлена сметная стоимость принятых в исследовании вариантов конструкций дорожных одежд с применением

действующих расценок на строительные работы в базисном и текущем уровнях цен;

3. Рассчитана эффективность уточнения границ территориального распространения дорожно-климатических зон с применением программного продукта Effect ([http://rosavtodor.ru/information/nauka\\_i\\_tehnika/225.html](http://rosavtodor.ru/information/nauka_i_tehnika/225.html)).

### Заключение

Установлено, что экономический эффект от уточнения дислокации границ и территориального распространения дорожно-климатических зон в западно-сибирском регионе в базисном уровне цен 2000г. составляет 107 397 руб. (при уточнении

дислокации границы II – III дорожно-климатических зон) и 28 905 руб. (при уточнении дислокации границы III – IV дорожно-климатических зон) на 1 км автомобильной дороги. В текущем уровне цен экономический эффект составит около 820 тыс. руб. и 220 тыс. руб., соответственно, на 1 км автомобильной дороги.

Основываясь на результатах многолетних исследований влияния природно-климатических условий на состояние сети автомобильных дорог западно-сибирского региона, можем предположить, что предлагаемый нами методический подход к уточнению границ дорожно-климатических зон на обширной территории России может способствовать обеспечению требований к качеству проектирования и строительства транспортных сооружений и, соответственно, снижению эксплуатационных затрат в течение их жизненного цикла.

Отдельные результаты, отражённые в статье, были получены в рамках выполнения НИР по государственному контракту 47/295 от 24 сентября 2012 г. между Федеральным дорожным агентством «Росавтодор» и Томским государственным архитектурно-строительным университетом.

**Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-07-00673 А).**

### Библиографический список

1. СНиП 2.05.02-85\*. Автомобильные дороги. Госстрой СССР. – М: ЦИТП Госстроя СССР, 2004 – 56с.
2. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Министерство регионального развития РФ. - М., 2013.
3. ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. – М: Инфромавтодор, 2001. – 145с.
4. Мотылев, Ю. П. Устойчивость земляного полотна автомобильных дорог в засушливых и пустынных районах / Ю. П. Мотылев. – М.: Транспорт, 1969 – 230 с.
5. ГОСТ 12071-2000. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. – М.: МНТКС, 2000. – 26с.
6. Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд / Под ред. И. А. Золоторя, Н. А. Пузакова, В. М. Сиденко. – М., Транспорт, 1971 – 416с.
7. Ефименко, С. В. Обоснование расчетных значений характеристик глинистых грунтов для проектирования дорожных одежд автомобильных дорог (на примере районов Западной Сибири):

дис. ... канд. техн. наук / С. В. Ефименко. – Омск, 2006. – 217с.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013616874 Российская Федерация. Выявление простирающихся линий границ дорожных зон, подзон, районов / С. В. Ефименко, М. В. Бадина, Д. Н. Черепанов, С. П. Батуев – № 2013614537; заявл. 03.06.13; опубл. 24.07.13

9. Ефименко, С. В. Применение информационных систем при уточнении границ дорожно-климатических зон / С. В. Ефименко, Д. Н. Черепанов // Вестник МГСУ. – 2013. – №6. – С.214-222.

10. Ефименко, С. В. К уточнению схемы дорожно-климатического районирования территорий на примере районов Западной Сибири / С. В. Ефименко, В. Н. Ефименко, А. О. Афиногенов // Вестник Том. гос. архитектурно-строит. ун-та. – 2014. – №1(42) – С. 125-134.

11. Обоснование распространения границ дорожно-климатических зон на территории Западной Сибири на основе исследования изменчивости геоконструкций / Отчет НИР// ТГАСУ Руководитель темы В.Н. Ефименко. – Отчёт депонирован в ВНИИЦ. Этап 3 заключительный. ГР 01201274694, инв. 02201456824. Томск, 2014 – 90 с.

12. Боброва, Т. В. Оценка экономической эффективности учёта изменчивости геоконструкций при проектировании дорожных одежд автомобильных дорог / Т. В. Боброва, С. В. Ефименко // Вестник СибАДИ. – 2013. – №4 (32) – С. 136-140.

### ACCOUNTING REGIONAL CLIMATIC CONDITIONS AT FORMING INFORMATION BASE FOR THE PURPOSES OF ROAD-CLIMATIC ZONING

V. N. Efimenko, S.V. Efimenko, M. V. Badina, A. V. Sukhorukov

**Abstract.** The article dwells upon results of researches on accounting distribution of geocomplexes in natural conditions of the Western Siberia. There are marked differences in territorial spreading of road climatic zones, schematically marked out in the current standards of engineering automobile roads. There are shown recommendations for road - climatic zoning of the Western Siberia considering peculiarities of hydrothermal regime of road beds.

**Keywords:** motor road, road-climatic zones, geocomplexes, information base, economic effect.

### References

1. 1.SNiP 2.05.02–85\* ‘*Avtomobil'nye dorogi*’ [Automobile roads]. The Gosstroy USSR. Moscow, 2004. 56 p. (rus)
2. SNiP 34.13330.2012 ‘*Avtomobil'nye dorogi*’ [Automobile roads]. Ministry of Regional Development of Russia. Moscow, 2013. (rus)
3. ODN 218.046–01 ‘*Proektirovanie nezhestkikh dorozhnykh odezhd*’ [Engineering of flexible pavement]. Gosudarstvennaya sluzhba dorozhnogo

khozyaistva Ministerstva transporta Rossijskoi Federatsii [Public service of road facilities of the RF Ministry of Transport]. Moscow: Informavtodor, 2001. 145 p. (rus)

4. Motylev Y.P. Stability of motor roads bed in droughty and deserted areas. Y.P. Motylev. – M. Transport, 1969-230p.

5. GOST 12071-2000. *Gruntы. Otbor, upakovka, transportirovanie i hranenie obrazcov*. [Soils. selection, packing, transportation and storage of samples]. Moscow, MNTKS, 2000. 26p.

6. *Vodno-teplovoy rezhim zemljanogo polotna i dorozhnyh odezhd* [Hydrothermal mode of a road bed and pavement]. Pod.red. I. A. Zolotorja, N. A. Puzakova, V. M. Sidenko. Moscow, Transport, 1971. 416p.

7. Efimenko S. V. *Obosnovanie raschetnyh znachenij harakteristik glinistyh gruntov dlya proektirovanija dorozhnyh odezhd avtomobil'nyh dorog (na primere rajonov Zapadnoj Sibiri): dis. ... kand. tehn. nauk* [Justification of calculated values of clay soils' characteristics for designing motor roads' pavements] (on the example of regions of Western Siberia): yew. ... Cand.Tech.Sci.]. Omsk, 2006. 217p.

8. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya JeVM № 2013616874 Rossijskaja Federacija. *Vyjavlenie prostiraniya linij granic dorozhnyh zon, podzon, rajonov* [Identification of outstretching lines of road zones' borders]. S.V. Efimenko, M.V. Badina, D. N. Cherepanov, S.P. Batuev. no 2013614537 ; zajavl. 03.06.13 ; opubl. 24.07.13

9. Efimenko S.V., Cherepanov D.N. *Primenenie informacionnyh sistem pri utocnenii granic dorozhno-klimaticheskikh zon* [Use of information systems at specification of road and climatic zones' borders]. *Vestnik MGSU*, 2013, no 6. pp.214-222.

10. Efimenko S. V. Efimenko V. N., Afinogenov A. O. *K utocneniju shemy dorozhno-klimaticheskogo rajonirovanija territorij na primere rajonov Zapadnoj Sibiri* [To specification of the scheme of road and climatic zoning of territories on the example of Western Siberia's regions]. *Vestnik Tom. gos. arhitekturno-stroit. un-ta*. Tomsk, 2014, no 1(42). pp. 125-134.

11. *Obosnovanie rasprostraneniya granic dorozhno-klimaticheskikh zon na territorii Zapadnoj Sibiri na osnove issledovanija izmenchivosti geokompleksov* [Justification of distribution of road and climatic zones' borders in the territory of the Western Siberia on the basis of studying variability of geocomplexes]. Otchet NIR.TGASU Rukovoditel' temy V.N. Efimenko. Otchjot deponirovan v VNTIC. Jetap 3 zakljuchitel'nyj. GR 01201274694, inv. 02201456824. Tomsk, 2014 – 90 s.

12. Bobrova T. V., Efimenko S. V. *Otsenka ekonomicheskoj effektivnosti ucheta izmenchivosti geokompleksov pri proektirovanii dorozhnykh odezhd avtomobil'nykh dorog* [Evaluation of economic

efficiency of accounting variability of geocomplexes at designing motor road pavements]. *Vestnik SibADI*, 2013. no. 4(32). Pp. 136–140. (rus)

*Ефименко Владимир Николаевич (Томск, Россия) – доктор технических наук, профессор, декан дорожно-строительного факультета, заведующий кафедрой «Автомобильные дороги», Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ) (634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, e-mail: svefimenko\_80@mail.ru)*

*Ефименко Сергей Владимирович (Томск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги», Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ) (634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, e-mail: svefimenko\_80@mail.ru)*

*Бадина Мария Владимировна (Томск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги», Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ) (634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, e-mail: mvbadina@yandex.ru)*

*Сухоруков Алексей Владимирович (Томск, Россия) – ассистент кафедры «Автомобильные дороги», Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ) (634003, г. Томск, пл. Соляная, e-mail: homesuhov@mail.ru)*

*Efimenko Vladimir Nikolaevich (Tomsk, Russian Federation) – doctor of technical sciences, professor, dean of the Road building faculty, Tomsk State University of Architecture and Construction (634003, Tomsk, Solyanaya 2, e-mail: svefimenko\_80@mail.ru)*

*Efimenko Sergei Vladimirovich (Tomsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Motor roads", Tomsk State University of Architecture and Construction (634003, Tomsk, Solyanaya 2, e-mail: svefimenko\_80@mail.ru)*

*Badina Mariya Vladimirovna (Tomsk, Russian Federation) - candidate of technical sciences, associate professor of the department "Motor roads", Tomsk State University of Architecture and Construction (634003, Tomsk, Solyanaya 2, e-mail: mvbadina@yandex.ru)*

*Sukhorukov Aleksey Vladimirovich (Tomsk, Russian Federation) – assistant of the department "Motor roads", Tomsk State University of Architecture and Construction (634003, Tomsk, Solyanaya 2, e-mail: homesuhov@mail.ru)*

## РАЗДЕЛ III

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 623.438.3

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК-МАШИНА»

С. В. Баглайчук, В. А. Нехаев, В. А. Николаев  
Омский государственный университет путей сообщения, Россия, г. Омск

**Аннотация.** В статье затрагивается тема формирования математического описания уравнения колебаний системы «человек-машина». На основании анализа динамических воздействий (вибрационные и ударные) на механика-водителя военной гусеничной машины разработана и выбрана система человек-машина. Определена биомеханическая модель тела человека, использование которой методом математического моделирования, позволило решить частные задачи по определению характеристик и параметров работы виброзащитного устройства, способного защитить механика-водителя от внешних возмущений и продлить эксплуатационный ресурс военной гусеничной машине.

**Ключевые слова:** система «человек-машина», биомеханическая модель тела человека, экипаж, нагрузка, возмущение.

#### Введение

Эксплуатация современной техники показывает, что эффективность ее применения в значительной степени определяется человеческим фактором. Для отдельных видов специализированных машин технический прогресс со всей остротой поставил проблему «человек-машина» и, в частности, задачу определения возможностей и характеристик человека-оператора.

В процессе эксплуатации человек-оператор подвергается вибрационному воздействию, что приводит к его утомляемости и снижает его функциональные возможности. В связи с этим возникает необходимость исследования динамических свойств тела человека как биомеханической системы, что в свою очередь, ставит задачу построения математических моделей тела человека-оператора, необходимых для оценки на него вибрационного воздействия. Нагрузки, вызванные динамическими процессами, происходящими в военной гусеничной машине (ВГМ), например в танке, существенно снижают боеспособность экипажа и эффективность использования системы экипаж-танк. Эти нагрузки условно можно подразделить на непрерывные (вибрационные) и импульсные (ударные).

#### Математическое описание колебаний системы человек-машина

**Непрерывные воздействия.** Непрерывными являются колебания корпуса танка во время движения, не сопровождающимися пробоем подвески ходовой части, а также вибрация элементов оборудования рабочих мест, контактирующих с человеком (органы управления, пол, сидение), вызванная работой силовой установки и других агрегатов. Эти воздействия описываются характеристиками случайных процессов. Непрерывные динамические воздействия не только влияют на скорость движения танка, но и существенно снижают эффективность стрельбы, так как затрудняют наблюдение через прицелы и приборы наблюдения, что замедляет отыскание цели [1].

Действие вибрации на организм человека определяется четырьмя основными характеристиками вибрационного процесса: интенсивностью, спектральным составом, длительностью и направлением воздействия, а также зависит от индивидуальных особенностей человека [2].

Параметры предельно допустимых механических колебаний на рабочих местах танкистов регламентированы в комплексе государственных военных стандартов "Мороз-6" (введен в действие с 01.01.99 г.).



Влияние скорости движения танков и интенсивности микропрофиля на средние квадратичные значения вертикальных ускорений в обитаемых отделениях показано на (Рис. 1, 2). Из приведенных зависимостей видно, что при движении танков на рабочем месте механика-водителя возникают значительные ускорения.

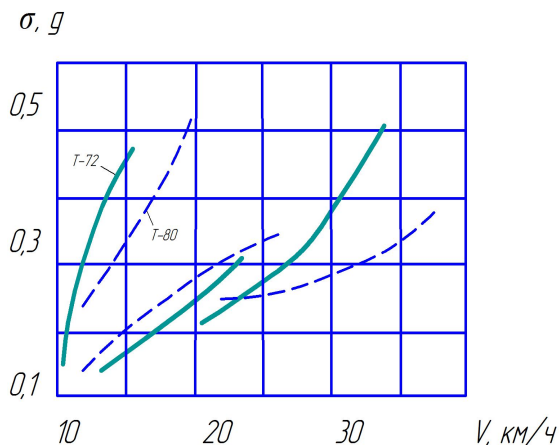


Рис. 1. Зависимость средних квадратических значений  $\sigma$  вертикальных ускорений от скорости движения танков Т-80 и Т-72 при различной интенсивности микропрофиля трассы  $I_s$  ( $\text{см}^2/\text{м}$ ) на сиденье механика-водителя

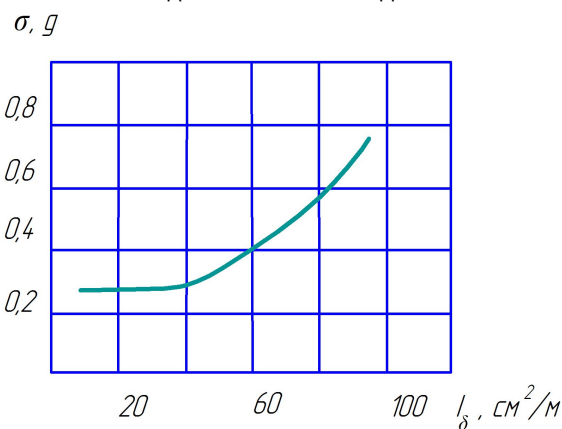


Рис. 2. Зависимость средних квадратических значений  $\sigma$  вертикальных ускорений при движении танка Т-72 со скоростью 20 км/ч от интенсивности микропрофиля на сиденье механика-водителя

О нагрузке на механика-водителя танка при движении судят не только по средним квадратическим значениям ускорений. Так, при движении танка со скоростью 19 км/ч по трассе  $I_s = 105 \text{ см}^2/\text{м}$  в одном из заездов в течении 1 мин на сиденье механика-водителя было зафиксировано 22 удара с ускорением не менее 3g. Также на состояние механика-водителя влияет частота вибрации, особенно в диапазоне от 0 до 30 Гц.

Экспериментально установлено, что при движении танка с разной скоростью по трассам с различным микропрофилем частота колебаний на сиденье механика-водителя равна 1; 1,5; 1,8; 19,5 – 24,5; 27,6 и 30 Гц. Такие значения являются резонансными для плечевого пояса и головы. При этом снижается острота зрения вследствие смещения изображения объекта относительно сетчатки глаза.

**Импульсные воздействия.** Импульсные ударные ускорения, действующие не более 1 с, возникают при пробитии подвесок, стрельбе из собственного орудия, снаряжном обстреле, подрыве на mine и действии воздушной ударной волны взрыва. На рабочем месте механика-водителя при пробитии подвесок такие ускорения достигают 9g (за 0,15 – 0,2 с), при стрельбе из танковой пушки – 3g. При подрыве мины под днищем корпуса танка на детали крепления сиденья действует ускорение 65g, а на механика-водителя 32 – 41g [3].

Сложность реальных систем «человек-машина» не позволяет строить для них абсолютно адекватные математические модели. Биомеханические характеристики тела человека зависят от рабочей позы, степени напряжения мышц и уровня воздействия вибрации. Биологической структуре тела человека присуще свойство регуляции – самоотстройки от резонансных частот. Вследствие этого ограничиваются построением динамических моделей тела человека в виде сосредоточенных масс, имеющих упругие и диссипативные связи, так как линейные размеры тела человека существенно меньше длин волн, проходящих через систему [4].

Желая получить математические модели колебаний тела механика-водителя ВГМ (например, танка), представленного в виде различных механических моделей, совместно с системой виброзащиты будем исходить из следующих предположений о характере их функционирования:

- 1) система «человек-машина» функционирует во времени, находясь в каждый момент времени в одном из возможных ее состояний;
- 2) система «человек-машина» находится под воздействием вертикального кинематического возмущения, действующего со стороны днища корпуса ВГМ (например, танка);
- 3) эффект виброзащиты в данный момент времени определяется состоянием системы «человек-машина» по отношению к действующему на нее возмущению, относящемуся к данному и предшествующим моментам времени.

Различные модели колебательных систем описываются системами дифференциальных уравнений. На объект виброзащиты (на механика-водителя танка) действуют вертикальные силы со стороны основного упругого элемента, компенсирующие силы дополнительного упругого элемента, силы сухого трения в дополнительном виброзащитном устройстве [5]. Отметим что энергия, рассеиваемая за счет сил внутреннего трения в упругих элементах, не учитывается [6]. Она составляет величину порядка  $10^{-2} - 10^{-3}$  от амплитудного значения потенциальной энергии упругих элементов. Учитываем только трения в дополнительном виброзащитном устройстве. Изложенное позволяет перейти к построению математических моделей систем «человек-машина», которые приведены на (рис. 3, 4). Например, на (рис. 3, в), представлена трех-массовая модель тела человека совместно с массой сиденья и системой виброзащиты. Сосредоточенная масса  $m_1$  – обозначает голову человека,  $m_2$  – совокупность органов верхнего плечевого пояса,  $m_3$  – совокупность органов нижней части туловища, масса  $m_4$  – приведенная масса сиденья.

На расчетных схемах обозначено:  $c_i, b_i$  – значение коэффициентов жесткости и вязкости упругого-диссипативных связей тела человека;  $m_i$  – массы отдельных «сегментов» тела человека и сиденья;  $K$  – компенсирующая связь, – второй канал передачи возмущения, с зоной отрицательной жесткости и силой сухого трения в дополнительном виброзащитном устройстве.  $z_i$  – обобщенная координата, определяющая движение  $i$  – й массы;  $\eta$  – входное кинематическое воздействие,  $\eta = H \sin \omega t$  ;

Для вывода дифференциальных уравнений существуют уравнения Лагранжа II рода, которые в общем виде записываются так.

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_k} - \frac{\partial \Phi}{\partial q_k}, (k = 1, 2, \dots, n), (1)$$

где  $T, \Pi$  – кинетическая и потенциальная энергии системы;  $\Phi$  – функция Рэлея;  $q_k$  – обобщенная координата;  $n$  – число степеней свободы, системы.

Рассмотрим сначала цепные колебательные системы, представленные на рисунке 3. Подставив выражения для кинетической и потенциальной энергий и функции рассеяния в уравнение Лагранжа и производя дифференцирование по обобщенным координатам, скоростям и времени, получим системы диф-

ференциальных уравнений, описывающие вертикальные колебания механика-водителя танка, представленного различными биодинамическими моделями, на виброзащитном сиденье [7, 8]:

$$M\ddot{\bar{z}} + B\dot{\bar{z}} + C\bar{z} + \bar{F}(\bar{z}, \dot{\bar{z}}) = \bar{Q}(t), (2)$$

где  $M, B$  и  $C$  – матрицы инерционных, диссипативных и упругих коэффициентов соответственно;  $\bar{F}(\bar{z}, \dot{\bar{z}})$  – вектор нелинейных сил, – компенсирующий силы упругости дополнительного упругого элемента и силы сухого трения в его опорах;  $\bar{Q}(t)$  – вектор-матрица возмущающих сил.

Для модели, представленной на (рис.3, в), матрицы инерционных, упругих и диссипативных коэффициентов имеют вид:

$$M = \text{diag}(m_1, m_2, m_3, m_4), (3)$$

$$C = \begin{pmatrix} c_1 & -c_1 & 0 & 0 \\ -c_1 & (c_1 + c_2) & -c_2 & 0 \\ 0 & -c_1 & (c_2 + c_3) & -c_3 \\ 0 & 0 & -c_3 & (c_3 + \mathcal{K}_b) \end{pmatrix}, (4)$$

$$B = \begin{pmatrix} b_1 & -b_1 & 0 & 0 \\ -b_1 & (b_1 + b_2) & -b_2 & 0 \\ 0 & -b_2 & (b_2 + b_3) & -b_3 \\ 0 & 0 & -b_3 & b_3 \end{pmatrix}, (5)$$

где  $\mathcal{K}_b$  – вертикальная жесткость основного упругого элемента системы виброзащиты.

Дифференциальные уравнения, описывающие движение системы «человек-машина», представленной на (рис. 3, в), имеют вид:

$$m_1\ddot{z}_1 + c_1(z_1 - z_4) + b_1(\dot{z}_1 - \dot{z}_4) + 2c_2(z_1 - z_2) + 2b_2(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) = 0, (6)$$

$$m_2\ddot{z}_2 + c_2(z_2 - z_1) + b_2(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) = 0, (7)$$

$$m_3\ddot{z}_3 + c_3(z_3 - z_4) + b_3(\dot{z}_3 - \dot{z}_4) = 0, (8)$$

$$m_4\ddot{z}_4 + \mathcal{K}_b(z_4 - n) + F_m \text{sign}(\dot{z}_4 - \dot{n}) + F_k(z_4 - n) - c_1(z_1 - z_4) - b_1(\dot{z}_1 - \dot{z}_4) - c_3(z_3 - z_4) + b_3(\dot{z}_3 - \dot{z}_4) = 0, (9)$$

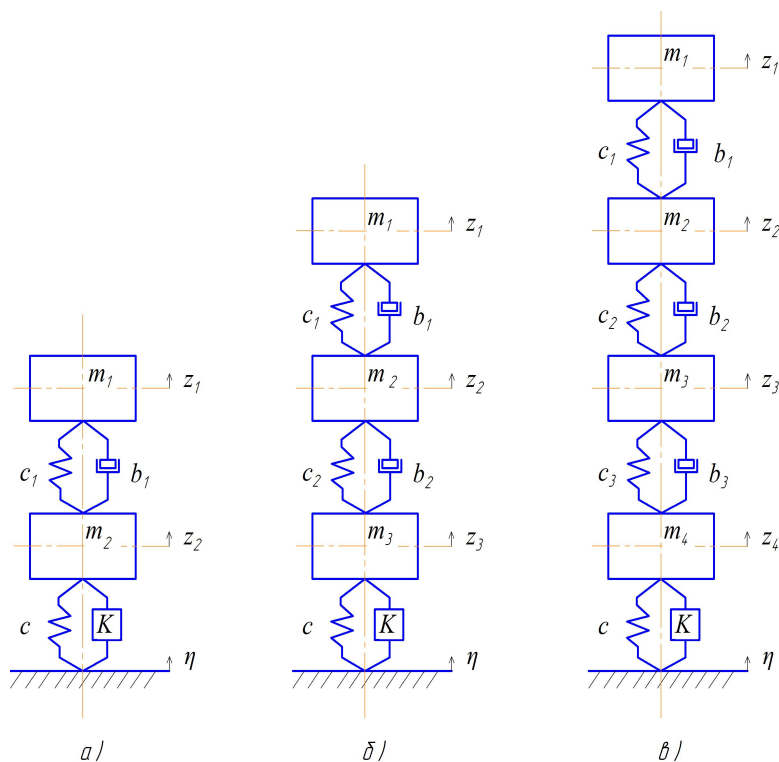


Рис. 3. Модель тела человека совместно с системой виброзащиты (а – одномассовая; б – двухмассовая; в – трехмассовая)

Ориентируясь на использование ПЭВМ, эти системы уравнений следует, приводить к нормальной форме Коши,

$$\frac{\partial \bar{z}}{\partial t} = F(\bar{z}, \bar{a}, \bar{u}, t), \quad (10)$$

с начальными условиями при  $t=t_0$ ;  $z_i(t)=z_{i0}$ ; или, в векторно-матричной форме,

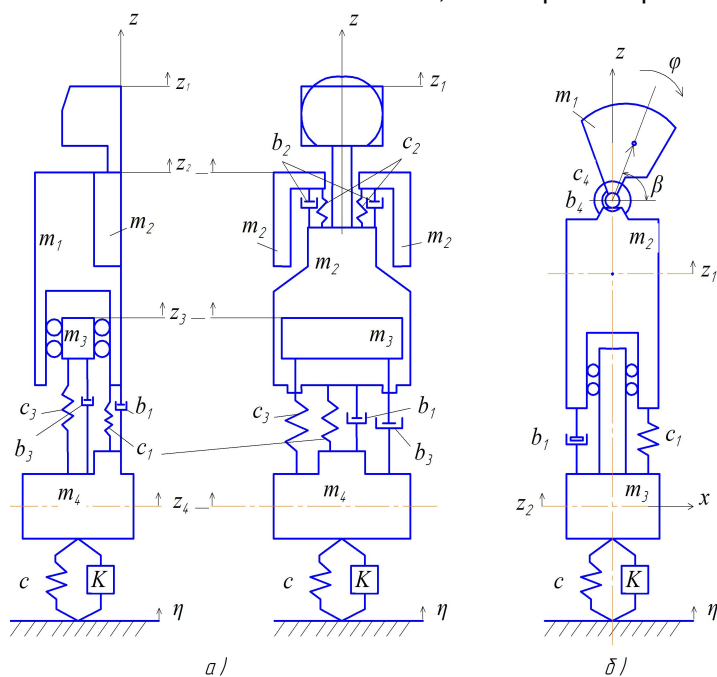


Рис.4 Модель тела оператора совместно с системой виброзащиты (а – по Ю.Н. Чеканову; б – по А.В. Макарычеву)

$$\frac{\partial \bar{z}_i}{\partial t} = F(\bar{z}, \bar{A}, \bar{u}, \bar{x}, t), \quad (11)$$

с начальными условиями  $\bar{z}(t_0) = \bar{z}_0$ , где  $\bar{z} = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ , – вектор выходных фазовых координат (перемещений, скоростей, ускорений и т.д.)  $\bar{A} = (a_1, a_2, \dots, a_r)$ , – вектор параметров системы;  $\bar{u} = (u_1, u_2, \dots, u_s)$ , – вектор функций времени, моделирующих воздействия на систему;  $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_l)$ , – вектор начальных условий;  $\bar{F} = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ , – вектор-функция нелинейных характеристик.

#### Заключение

В заключении можно отметить, что на основании анализа динамических воздействий на механика-водителя ВГМ была разработана система человек-машина и определена биомеханическая модель тела человека, вследствие чего к использованию которой методом математического моделирования, позволило решить частные задачи по определению характеристик и параметров работы виброзащитного устройства. Все эти данные позволят выполнить задачи по защите механика-водителя от внешних возмущений, а также повысить эксплуатационный ресурс ВГМ.

#### Библиографический список

1. Исаков, П. П. Теория и конструкция танка. – Т. 7. Эргономическое обеспечение разработки танка. / П. П. Исаков – М.: Машиностроение, 1986. – 191 с.
2. Челомей, В. Н. Вибрации в технике. – Т. 6. Защита от вибрации и ударов / В. Н. Челомей – М.: Машиностроение, 1981 – 456 с.
3. Васильев, В. В. Конструкция многоцелевых гусеничных машин. Теория и движения и динамика многоцелевых гусеничных машин / В. В. Васильев, М. П. Поклад, О. А. Серяков – Омск, 2013. – 436 с.
4. Николаев, В. А. Синтез системы виброизоляции машиниста локомотива, основанной на принципе компенсации возмущений / В. А. Николаев – Омск, 1985. – 226 с.
5. Матвеев, Ю. П. Фоновое воздействие общей и локальной вибрации. / Ю. П. Матвеев, В. Н. Потапов. – М.: Профиздат, 1987. – С. 73-76.
6. Monroe shock absorber for trucks / Tyres and Access / - 2013. – 80 p.
7. Фролов, К. В. Прикладная теория виброзащитных систем / К. В. Фролов. – М.: Машиностроение, 1980. – 276 с.
8. Фурунжев, Р. И. Управление комбинациями многоопорных машин / Р. И. Фурунжев, А. И. Останин. – М.: Машиностроение, 2004. – 206 с.

#### THE MATHEMATICAL DESCRIPTION OF FLUCTUATIONS OF THE "MAN-MACHINE" SYSTEM

S. V. Baglaychuk, V. A. Nehaev, V. A. Nikolaev

**Abstract.** The article dwells on the subject of forming mathematical description of the equation of the "man-machine" system's fluctuations. The "man-machine" system is developed and chosen on the basis of analysis of dynamic impacts (vibratory and percussive) on a mechanic-driver of a military tracked machine. There is determined a biomechanical model of a human body, using of which has allowed to solve problems on determination of characteristics and work parameters of vibroprotection device, capable to protect a mechanic-driver from external indignations and prolong a working resource of a military tracked machine.

**Keywords:** "man-machine" system, biomechanical model of a human body, crew, load, indignation.

#### References

1. Isakov P. P. *Teorija i konstrukcija tanka*. [Theory and structure of a tank]. T. 7. Jergonomicheskoe obespechenie razrabotki tanka. / Moscow, Mashinostroenie, 1986. 191 p.
2. Chelomej V. N. *Vibracii v tehnike*. [Vibration in technique] T. 6. Zashhita ot vibracii i udarov. Moscow, Mashinostroenie, 1981. 456 p.
3. Vasil'ev V. V., Poklad M. P., Serjakov O. A. *Konstrukcija mnogocelevykh gusenichnykh mashin. Teorija i dvizhenija i dinamika mnogocelevykh gusenichnykh mashin* [Structure of multi-objective tracked machines. Theory, motion and dynamics of multi-objective tracked machines]. Omsk, 2013. 436 p.
4. Nikolaev V. A. *Sintez sistemy vibroizo-ljacji mashinista lokomotiva, osnovannoju na principe kompensacii vozmushhenij* [System synthesis of engineman's vibroinsulation, based on principle of indignations' compensations]. Omsk, 1985. 226 p.
5. Matveev Y. P., Potapov V. N. *Fonovoe vozdejstvie obshhej i lokal'noj vibracii*. [Background influence of general and local vibration]. Moscow, Profizdat, 1987. pp. 73-76.
6. Monroe shock absorber for trucks / Tyres and Access - 2013. 80 p.
7. Frolov K. V. *Prikladnaja teorija vibrozashhitnykh sistem* [Applied theory of vibration systems]. Moscow, Mashinostroenie, 1980. 276 p.
8. Furunzhev R. I. Ostanin A. I. *Upravlenie kombinacijami mnogoopornykh mashin* [Management of multisupporting machines' combinations]. Moscow, Mashinostroenie, 2004. 206 p.

*Баглайчук Сергей Владимирович (Россия, г. Омск) – аспирант Омского государственного университета путей сообщения, начальник учебной лаборатории кафедры (боевых гусеничных, колесных машин и военных автомобилей) Омского автотанкового инженерного института. (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35. e-mail: memfis00@rambler.ru)*

*Нехаев Виктор Алексеевич (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теоретической механики, Омского государственного университета путей сообщения. (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35. e-mail: NehaevVA@rambler.ru)*

*Николаев Виктор Александрович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теоретической механики, Омского государственного университета путей сообщения. (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35. e-mail: Nikolaev1949@rambler.ru )*

*Baglaychuk Sergey Vladimirovich (Russian Federation, Omsk) – postgraduate student of Omsk state transport university, head of educational laboratory of the department “Military tracked and wheeled machines”. Omsk automotive and armor engineering institute (644046, Omsk, Marks Ave., 35. e-mail: memfis00@rambler.ru)*

*Nehaev Victor Alekseevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor, professor of the department “Theoretical mechanics”, Omsk state transport university. (644046, Omsk, Marks Ave., 35. e-mail: NehaevVA@rambler.ru)*

*Nikolaev Victor Aleksandrovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor, professor of the department “Theoretical mechanics”, Omsk state transport university. (644046, Omsk, Marks Ave., 35. e-mail: Nikolaev1949@rambler.ru)*

УДК 004.93

## РАЗГРАНИЧЕНИЕ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ СКРЫТОГО МОНИТОРИНГА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ: НЕПРЕРЫВНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ

А. В. Еременко<sup>1</sup>, Е. А. Левитская<sup>2</sup>, А. Е. Сулавко<sup>3</sup>, А. Е. Сомотуга<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Омский государственный университет путей сообщения, Россия, Омск;

<sup>2</sup> РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина, Россия, Снежинск;

<sup>3</sup> Омский государственный технический университет, Россия, Омск.

**Аннотация.** Работа посвящена проверке гипотезы о том, что данные, полученные в процессе мониторинга работы пользователя со стандартным оборудованием компьютерной системы, позволяют проводить его скрытую дополнительную идентификацию с достаточной для потенциального потребителя надежностью. Предложен метод скрытой непрерывной идентификации субъектов по особенностям работы со стандартным оборудованием в компьютерной системе. Метод разработан для защиты информации от угрозы несанкционированного доступа.

**Ключевые слова:** скрытый мониторинг, клавиатурный почерк, биометрическая идентификация, особенности работы с мышью, портрет работы пользователя в компьютерной системе.

### Введение

Мы живем в условиях постоянной информатизации общества, информационные технологии и сама информация играют все большую роль в жизни людей, ценность информации возрастает. Поэтому вопросы защиты информации от несанкционированных воздействий всегда остаются актуальными. Аналитические исследования показывают, что большая часть рисков информационной безопасности обусловлена деятельностью инсайдеров - внутренних нарушителей, собственных сотрудников, нашедших способы прохождения всех рубежей авторизации и получивших санкционированный доступ к

корпоративной информации за пределами своей компетенции. По данным Zecurion Analytics суммарный ущерб от деятельности внутренних нарушителей в мире за 2013 год составил более 25 млрд. долл. (данный показатель подсчитан исходя из оптимистичных оценок, пессимистичный вариант предполагает потери, превышающие указанное число в разы), и с каждым годом оценки ущерба растут [1]. В соответствии с The Global State of Information Security Survey 2014 - глобальным исследованием информационной безопасности, проведенным фирмой PwC и журналами CIO и CSO, основной причиной инцидентов, связанных с нарушением безопасно-

сти, являются сотрудники (31 %) и бывшие сотрудники компаний (27 %). Майкл А. Мэйсон, директор по безопасности компании Verizon Communications, утверждает: «...сегодня вероятность инсайдерской угрозы существенно выросла по сравнению с прошлыми периодами...». В заключение отчета о глобальном исследовании, проведенном PwC, постулируется следующее «...Одно очевидно: прежние средства защиты уже неэффективны в борьбе с новыми, стремительно возникающими сегодня угрозами...». Учитывая вышеизложенное видится целесообразным предложить новые подходы к решению проблемы разграничения доступа и аутентификации пользователей компьютерных систем. В рамках исследований, которым посвящена данная работа, предлагается подход к разграничению доступа пользователей компьютерных систем к информационным ресурсам, основанный на проведении непрерывной скрытой идентификации и распознавании нелояльного поведения в системе. Под нелояльным поведением подразумевается изменение особенностей работы пользователя на компьютере при совершении нарушений режима доступа к информации.

Предлагаемая работа состоит из двух основных частей, каждая из которых посвящена проверке на истинность соответствующей гипотезы:

1. Данные, полученные в процессе мониторинга работы пользователя с периферийным оборудованием (клавиатурой и мышью), позволяют проводить скрытую непрерывную аутентификацию/идентификацию пользователя, получившего доступ к компьютерной системе, с достаточной для потребителя надежностью.

2. Информация о действиях пользователя в компьютерной системе, в частности, особенности работы с оконными приложениями, используемые сочетания клавиш, характер работы с мышью и клавиатурой позволит распознать нелояльное поведение и предотвратить реализацию внутренней угрозы информационной безопасности.

В настоящей статье приводятся результаты исследований по проверке первой гипотезы. Цель работы на данном этапе: разработать методику идентификации пользователей компьютерной системы на основе скрытого мониторинга стандартного периферийного оборудования, позволяющую установить, относится ли авторизованный субъект к тем пользователям, которые обычно работают в данной компьютерной системе.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Произведена оценка информативности следующих категорий признаков для их использования в целях скрытой непрерывной аутентификации/идентификации пользователей компьютерных систем: особенности работы с оконными приложениями, используемые сочетания клавиш, характер работы с мышью и клавиатурой, частота запуска определенных приложений;

2. Предложена методика создания эталонных описаний портретов работы в системе известных пользователей (далее просто эталонов) на основе скрытого мониторинга стандартного периферийного оборудования и действий субъекта в информационных системах;

3. Предложен метод скрытой непрерывной идентификации пользователей компьютерных систем с использованием стандартного периферийного оборудования и модифицированной формулы гипотез Байеса.

### **Формирование эталонов лояльных сотрудников в компьютерной системе**

Для получения значений признаков с использованием специально разработанного ПО был проведен эксперимент, в ходе которого осуществлялся мониторинг деятельности субъектов в компьютерных системах без совершения нарушений режима доступа к информации. Студентам ВУЗа было предложено пройти тест, в ходе которого требовалось в развернутом виде ответить на ряд вопросов и выполнить несколько заданий, используя клавиатурный ввод и ввод при помощи мыши, а также популярные офисные приложения. В ходе прохождения тестовых заданий было разрешено пользоваться любой литературой, Интернетом и подключать флеш-накопители, все действия субъектов в компьютерной системе регистрировались, информация об этих действиях сохранялась в текстовые файлы в фоновом режиме. Количество испытуемых составило 10 человек. Эксперимент проводился на протяжении двух недель, каждый день по 1 часу кроме выходных. Также аналогичный эксперимент с участием тех же испытуемых был проведен в течение одного рабочего дня. Таким образом, при формировании базы признаков лояльных сотрудников учитывались изменения портрета работы субъектов во времени. По окончании экспериментов была сформирована база с данными, характеризующими субъектов, которая использовалась в дальнейшем для получения значений идентифицирующих признаков и формирования эталонных описаний пользователей компьютерных систем (эталонных).

Основной проблемой построения систем непрерывной идентификации/аутентификации пользователей является сложность выделения информативных признаков, формируемых при работе пользователя на компьютере в реальном времени. Данная задача усложняется тем, что процесс работы пользователя на компьютере имеет нерегулярный характер, и особенности данной работы у каждого пользователя меняются в зависимости от выполняемых задач. Эталонная информация должна существенно отличаться у различных людей, а образцы, полученные от одного человека, должны быть схожи. Поэтому для распознавания образов пользователей нужно найти информативные признаки – стабильные признаки, по которым можно отличить пользователей друг от друга.

В результате проведенных исследований были определены следующие каналы для выделения признаков: клавиатурный почерк пользователя; динамика работы пользователя с мышью; использование “горячих” клавиш; динамика запуска приложений на компьютере.

Основными биометрическими признаками, характеризующими клавиатурный почерк субъекта, являются времена удержания клавиш и паузы между нажатием клавиш. Исследования показали, что время удержания клавиш является стабильным признаком, проявляющимся на подсознательном уровне. Было установлено, что время между нажатием клавиш является информативным признаком в том случае, если клавиши достаточно удалены друг от друга [2]. Данную особенность можно объяснить на основании закона Фиттса [3], который касается сенсорно-моторных процессов человека и связывает время движения субъекта к наблюдаемой цели с точностью движения и с расстоянием перемещения. Чем дальше или точнее выполняется движение руки (кисти, ноги и др.) субъекта, тем больше коррекции необходимо для его выполнения, и соответственно, больше времени требуется субъекту для внесения этой коррекции. При внесении коррекции движений головным мозгом проявляются индивидуальные особенности человека. Поэтому в данной работе учитывались паузы между нажатием только наиболее информативных и часто встречающихся в русском языке биграмм (пар букв, например: уз, ал, же, ду, да, ша, ий и др.).

В настоящей работе сделана попытка адаптации закона Фиттса для его использования в целях получения количественных оценок особенностей работы субъектов с мышью. В качестве признаков, формируемых при работе с мышью, было решено использовать следующие:

средняя скорость перемещения курсора мыши от одного элемента интерфейса к другому,  $V_{mid}$ ; время задержки перед осуществлением перемещения курсора мыши от одного элемента интерфейса к другому в миллисекундах,  $dt_0$ ; максимальное и среднее отклонения в пикселях от кратчайшего пути перемещения курсора мыши от одного элемента интерфейса к другому,  $C_{max}$  и  $C_{mid}$ .

Скорость перемещения курсора мыши между элементами интерфейса вычисляется на основании закона Фиттса по формуле 1, которая является производной от формулы 2, заимствованной из [3]. Параметром  $a$  из формулы 2 решено пренебречь при вычислении средней скорости перемещения курсора между элементами интерфейса, т.к. данный параметр целесообразно использовать в качестве отдельного признака, его физический смысл в данном случае – время задержки перед осуществлением перемещения курсора мыши от одного элемента интерфейса к другому (т.е.  $dt_0 = a$ ). В качестве элементов, между которыми производится измерение времени перемещения курсора, решено использовать: кнопки управления окном в правом верхнем углу оконного приложения, кнопка «Пуск» и элементы меню «Пуск» (кроме Windows 8), запущенные приложения на панели задач, ярлыки приложений на панели задач. К первой категории относятся элементы интерфейса, от которых начинается перемещение, ко второй – по отношению к которым осуществляется перемещение. На рисунке 1 демонстрируются данные элементы. При совершении клика мышью на элемент из категории 1 (в момент времени  $t_0$ ) начинается временной отсчет. Отсчет заканчивается через секунду, если движение курсора не началось (секундное ожидание является признаком простоя курсора, пользователь обдумывает свои действия или печатает текст). При задержке менее секунды временной промежуток от совершения клика (от момента  $t_0$ ) до начала движения (до момента  $t_1$ ) приравнивается параметру  $a$ , т.е.  $dt_0 = t_1 - t_0$ . Далее осуществляется перемещение до другого элемента интерфейса, при этом замеряется временной промежуток до момента клика мышью  $t_{end}$  на данный элемент. Если целевой элемент относится к категории 2 (см. рис. 1), полученный промежуток является значением параметра  $T$ , т.е.  $T = t_{end} - t_1$ . Рисунок 2 иллюстрирует принцип вычисления значения идентифицирующего признака

$$V_{mid} = b = \frac{T}{\log_2\left(\frac{D}{W} + 1\right)}, \quad (1)$$

где  $b$  – средняя скорость движения курсора мыши между элементами интерфейса в пикселях в секунду,  $T$  – время, затрачиваемое на перемещение курсора мыши от одного элемента интерфейса к другому в миллисекундах,  $D$  – дистанция от точки начала движения до центра элемента интерфейса, к которому направляется курсор (в пикселях),  $W$  – ширина элемента интерфейса, к которому направляется курсор, измеренная вдоль оси движения в пикселях.

Общая формула закона Фиттса:

$$T = a + b \cdot \log_2\left(\frac{D}{W} + 1\right), \quad (2)$$

где  $T$  – среднее время, затрачиваемое на совершение действия,  $a$  – среднее время запуска/остановки движения,  $b$  – величина, зависящая от типичной скорости движения,  $D$  – дистанция от точки старта до центра цели,  $W$  – ширина цели, измеренная вдоль оси движения.

Признаки  $V_{mid}$  и  $dt_0$  характеризуют скорость реакции пользователя, его навыки работы с мышью. Нормирование по формуле (1) необходимо для того, чтобы значение признака  $V_{mid}$  вычислялось независимо от пар элементов интерфейса и от их характеристик (расстояние между элементами, размеры элементов).

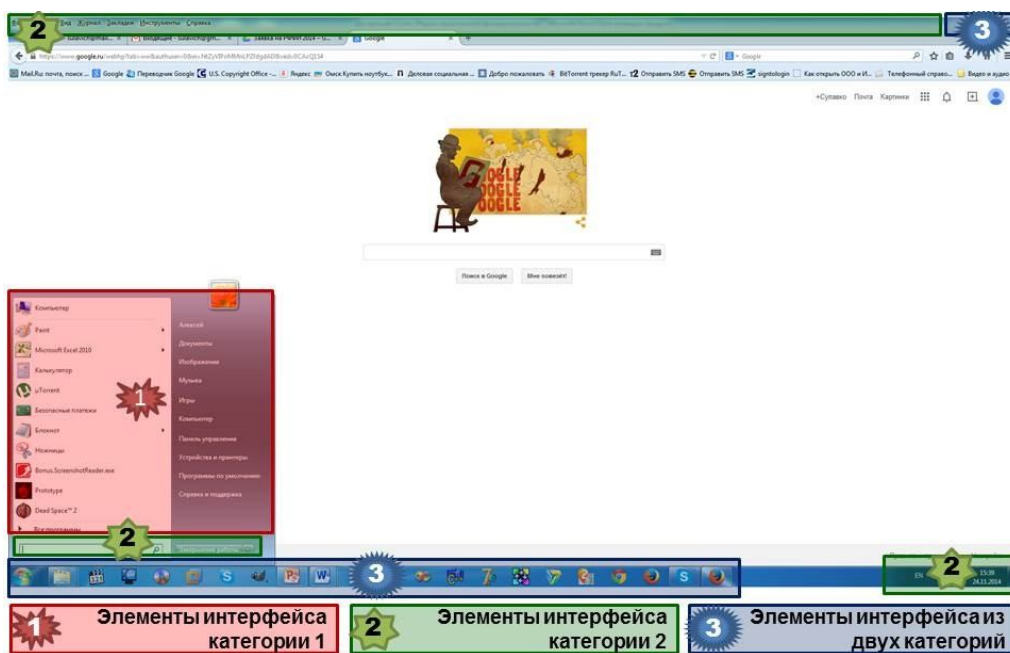


Рис. 1. Элементы интерфейса, между которыми осуществляется измерение времени

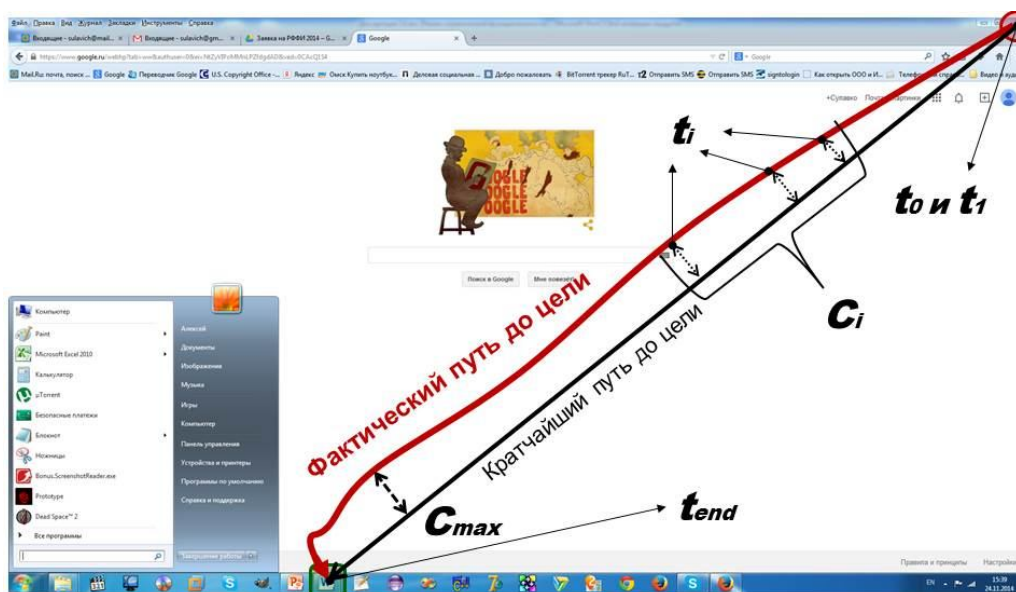


Рис. 2. Принцип вычисления значений признаков, сформированных особенностями работы с мышью



Вычисление отклонений  $C_{max}$  и  $C_{mid}$  от кратчайшего пути перемещения курсора мыши от одного элемента интерфейса к другому также демонстрируется на рисунке 2.

$$C_{mid} = \frac{\sum_1^{end} C_i}{end}, \quad (3)$$

где  $end$  — количество временных промежутков между регистрацией координат курсора, частота регистрации координат варьируется от долей до десятков миллисекунд.

В результате проведенных исследований было установлено, что описанные особенности работы пользователей с мышью отличаются у различных пользователей и эти различия часто носят стабильный характер. У каждого пользователя указанные признаки имеют распределение, близкое к нормальному. Проверка гипотезы о нормальном распределении осуществлялась на основании критерия Хи-квадрат.

Формирование эталона лояльного сотрудника в будущей системе идентификации будет осуществляться в процессе работы за компьютером. При увеличении базы данных признаков хранение всех значений становится нецелесообразным. Поэтому более удобным при реализации процедуры создания эталона является рекуррентное вычисление параметров нормального закона распределения – математического ожидания и среднеквадратичного отклонения по формулам 4 и 5 [4], соответственно. При формировании эталона в реальном времени вычисляются значения признаков, но сохраняется только общее число уже использованных примеров и текущее значение математического ожидания.

$$M_K = \frac{K-1}{K} \cdot M_{K-1} + \frac{X_K}{K}, \quad (4)$$

где  $X$  – значение биометрического признака,  $K$  – количество использованных реализаций векторов биометрических параметров,  $M_K$  – математическое ожидание  $K$  значений признака.

$$\sigma_K = \sqrt{\frac{K-2}{K-1} \cdot \sigma_{K-1}^2 + \frac{(X_K - M_K)^2}{K-1}}, \quad (5)$$

где  $X$  – значение биометрического признака,  $K$  – количество использованных реализаций векторов биометрических параметров,  $M_K$  – математическое ожидание  $K$  значений признака,  $\sigma_K$  – среднеквадратичное отклонение  $K$  значений признака.

Для формирования эталона «портрета работы в системе» предполагалось определить, какие приложения чаще запускаются на компьютере пользователя, с какими приложениями он работает. Изменение частоты запуска приложений за 15 дней при работе 2-х различных пользователей можно видеть на рисунках 3 и 4. Как видно из графиков, при использовании распространенных приложений у пользователей наблюдаются различия в интенсивности их использования. Есть также приложения, запускаемые только определенными пользователями, такие события являются более информативными для их дополнительной идентификации/аутентификации. Анализ данных, полученных по этому каналу, будет производиться не в реальном режиме времени, а после накопления некоторого числа событий.

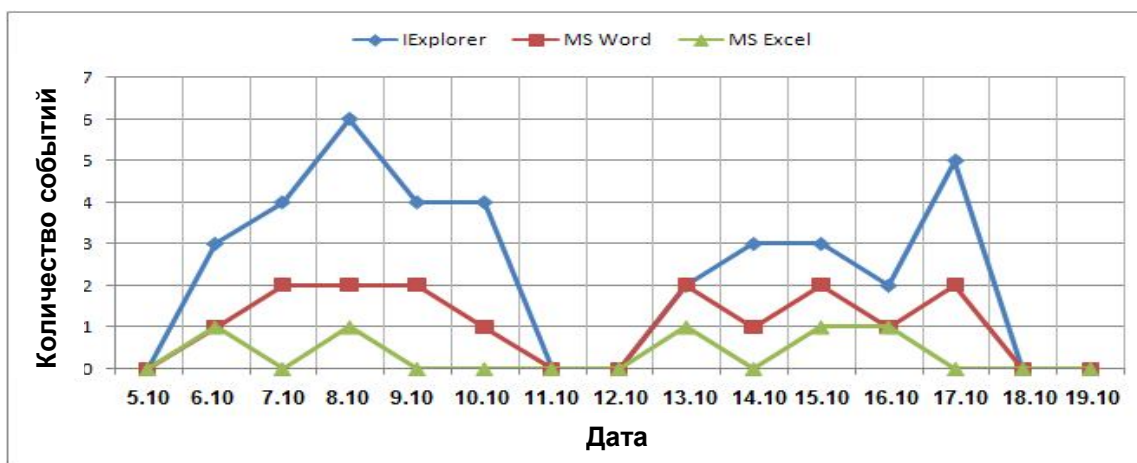


Рис. 3. Изменение частоты запуска приложений при работе Пользователя 1 в системе

Подсчет частоты нажатия “горячих” клавиш совершается через определенные интервалы времени. Эмпирически установлено, что опти-

мальным промежутком времени для подсчета этой частоты является 30 минут. На рисунке 5 изображены графики, демонстрирующие раз-

личия частоты использования сочетания клавиш <Ctrl+Z> у двух пользователей при работе с приложениями MS Office. Оба пользователя в течение рабочего дня набирали текст. До и после рабочего дня, а также в обеденный перерыв количество нажатий данных клавиш равно нулю. Но в остальное время оно существенно отличается. Структура эталона субъекта представлена в таблице 1. Использование статистики о “горячих” клавишах и запуске приложений в целях идентификации оказалось затруднитель-

ным. Причина – задержки получения достаточного количества статистической информации, зависимость данной статистики от выполняемых задач. Данные признаки оказались недостаточно информативными для непрерывной идентификации, их планируется использовать в будущих исследованиях для выявления не свойственной активности при определении не лояльного поведения в системе. При этом необходимо будет учесть корреляцию с выполняемыми задачами.

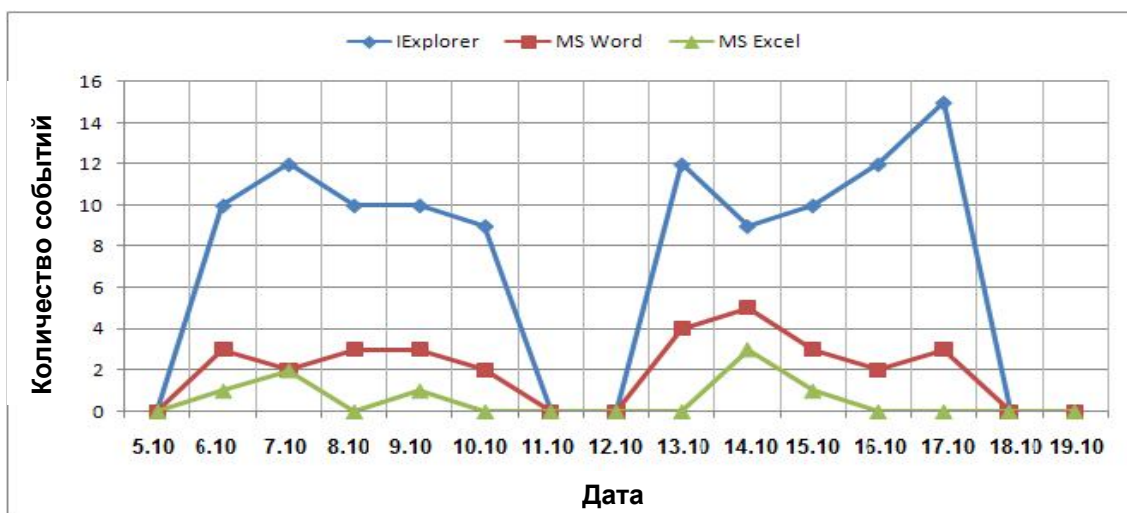


Рис. 4. Изменение частоты запуска приложений при работе Пользователя 2 в системе

Таблица 1 – Структура эталона пользователя

Признаки клавиатурного почерка – времена удержания клавиш				
	Клавиша «а»	Клавиша «б»	...	Клавиша «я»
Мат. ожидание признака	0,079080183	0,08842603	...	0,096515968
Ср. отклонение признака	0,017910446	0,02151431	...	0,013344813
Количество образцов	93	46	...	37
Признаки клавиатурного почерка – паузы между нажатием клавиш				
	Биграмма «фи»	Биграмма «зи»	...	Биграмма «нф»
Мат. ожидание признака	0,173499357	0,18537019	...	0,109053529
Ср. отклонение признака	0,111129023	0,174644235	...	0,070591268
Количество образцов	10	17	...	9
Особенности работы с мышью (признаки мыши)				
	$V_{mid}$	$dt_0$	$C_{max}$	$C_{mid}$
Мат. ожидание признака	91,1	292	125	62
Ср. отклонение признака	86,9	187	14	36
Количество образцов	103	37	103	103
Частота запуска приложений				
	MS Word	MS Excel	...	MS Power Point
Понедельник	7	3	...	1
Вторник	9	4	...	0
...			...	
Воскресенье	0	0	...	0
Частота использования “горячих” клавиш				
	Ctrl + A	Ctrl + C	...	Ctrl + Z
00.00	0	0	...	0
00.30	0	0	...	0
...	...	...	...	...
23.30	0	0	...	0

**Формирование решений при непрерывной идентификации сотрудников**

Известно множество технологий идентификации и аутентификации пользователей компьютерных систем по клавиатурному почерку. Имеющиеся подходы к реализации процедуры принятия решений условно можно разделить на следующие: использование искусственных нейронных сетей (ИНС) [5-6]; применение алго-

ритмов интегрирования вероятностей из статистической теории принятия решений [7-9], в частности Байесовских сетей [10]; подход на основе "нечетких экстракторов" [11]; другие методы (деревья решений, опорные вектора [12-13], нечеткая логика [14] и др.). Сравнительная информация относительно достигнутых результатов приведена в таблице 2.



Рис. 5. Различия частоты использования сочетания клавиш <Ctrl+Z> у двух пользователей при работе в MS Word в течение дня

Известны также комбинированные способы и методы непрерывной аутентификации оператора ЭВМ по клавиатурному почерку и динамике работы с мышью [15-18]. Однако вероятности ошибок классификации не сообщаются.

В [19] предложено несколько алгоритмов формирования решений в системах идентификации в пространстве малоинформативных признаков. По результатам серии проведенных в [19] опытов по распознаванию наилучшим из предложенных оказался алгоритм последовательного применения формулы гипотез Байеса (ППФБ или стратегия Байеса). Метод последовательного применения формулы Байеса заключается в вычислении интегральных апостериорных вероятностей гипотез за некоторое число шагов при помощи формулы гипотез Байеса [20]. В [21] приводится модифицированная формула Байеса, при помощи которой удалось достигнуть наиболее высоких результатов в задаче распознавания пользователей компьютерных систем по подписи и клавиатурному почерку. Аналогичный подход было решено применить в данном исследовании с использованием формулы (6). Каждая гипотеза подразумевает, что предъявляемые данные о подсозна-

тельных движениях принадлежат определенному субъекту, т.е. каждая гипотеза ассоциируется с определенным эталоном субъекта. На каждом шаге за априорную вероятность принимается апостериорная вероятность, вычисленная на предыдущем шаге. Новый шаг алгоритма воспроизводится в тот момент, когда происходит событие, при котором поступает новая информация о пользователе (нажатие клавиши, движение курсора мыши от одного элемента интерфейса к другому и т.д.), в формулу Байеса поступают данные о том признаке, с которым связано произошедшее событие. На первом шаге все гипотезы (субъекты) считаются равновероятными, т.е.  $P_0(H_i / A) = 1/n$ , где  $n$  – количество гипотез (пользователей). Условные вероятности вычисляются исходя из закона распределения значений признаков (в данном случае нормального). Чтобы отличить известного пользователя от неизвестного системе устанавливается пороговое значение апостериорных вероятностей гипотез, которое по аналогии с [21] было установлено равным 0,99. При преодолении данного значения определенной гипотезой, субъект, ассоциируемый с данной гипотезой считается идентифицированным.

$$P_j(H_i|A) = P_{j-1}(H_i|A) + \left( \frac{P_{j-1}(H_i|A)P(A_j|H_i)}{\sum_{i=1}^n P_{j-1}(H_i|A)P(A_j|H_i)} - P_{j-1}(H_i|A) \right) \times (W_j), \quad (6)$$

где  $W_j$  вес  $j$ -го признака,  $P(H_i|A)$  – апостериорная вероятность  $i$ -ой гипотезы, вычисляемая на  $j$ -ом шаге при поступлении  $j$ -ого признака,  $P(A_j|H_i)$  – условная вероятность  $i$ -ой гипотезы при поступлении признака  $A_j$ . Вес признака  $W_j$  вычисляется исходя из информативности признака, при  $W_j = 1$  данная формула эквивалентна обычной формуле Байеса, подробно данный вопрос раскрывается в [21].

С использованием модифицированной стратегии Байеса была разработана система принятия решений и программный модуль, осуществляющий скрытый мониторинг и идентификацию пользователей операционной системы Windows 7. Был проведен эксперимент, в ходе которого на основе созданных эталонов производилась идентификация работающих на компьютерах субъектов. В течение 7 минут все

зарегистрированные в системе испытуемые (10 человек) были идентифицированы. Лица, не имеющие эталон, также работали в системе (20 человек). Через 10 минут доступ к ресурсу был заблокирован всем не имеющим эталона субъектам. Эксперимент был повторен 10 раз. Таким образом, было проведено 100 опытов по распознаванию известных (имеющих эталон) субъектов и 200 опытов по распознаванию неизвестных субъектов. Каждый эксперимент длился максимум 10 минут. Количество ошибок составило 6 (3 случая неверной классификации неизвестного пользователя, как известного и 6 случаев ошибочного не распознавания известного субъекта в течение 10 минут работы, т.е. отказ в доступе). Таким образом, по результатам проведения 300 опытов вероятность правильной классификации составила 0,97.

Таблица 2 – Сравнение полученных результатов с достигнутыми ранее

Технология	Кол-во испытуемых	Кол-во опытов	Вероятность ошибки 1-ого рода (ложный отказ в допуске)	Вероятность ошибки 2-ого рода (ложный допуск)	Вероятность правильного распознавания
Нейронные сети [5]	32	320	Не указано	Не указано	0,97
Нейронные сети [6]	>100	5440	0,08	0,01	Не указано
Статистические алгоритмы [8]	30	553	0,015	0,019	Не указано
Статистические алгоритмы [9]	100	5000	0,014	0,014	0,986
Байесовские сети [10]	33	873	Не указано	Не указано	0,959
Нечеткая логика [14]	10	200	0,034	0,029	Не указано
Разработанный метод	30	300	0,01	0,02	0,97

**Обновление эталонов лояльных сотрудников**

Динамические биометрические признаки обладают высокой степенью изменчивости. Актуальность эталонной информации со временем понижается, поэтому эталоны пользователей, созданные по данным признакам, нуждаются в периодическом обновлении – актуализации. Постоянное переобучение системы идентификации/аутентификации с привлечением пользователя создает для него неудобство, в крупных организациях это отвлекает персонал от работы, что снижает производительность труда. Также такой механизм обновления не пригоден для систем скрытой идентификации. В таких системах процесс создания и обновления эталона должен быть прозрачен для

пользователя. Поэтому процесс обновления необходимо автоматизировать. Для этого предложено производить обновление эталона в процессе непрерывной идентификации по следующему принципу: если на текущем шаге стратегии Байеса пороговое значение превышено одной из гипотез, и вероятность данной гипотезы возрастает, то производится перерасчет параметров распределения по формулам (4) и (5) для признака, значение которого использовалось при расчете апостериорных вероятностей на данном шаге.

**Заключение**

Были получены следующие результаты:

1. Программный модуль, осуществляющий скрытый мониторинг действий пользователя компьютерной системы в процессе профессио-

нальной деятельности, а также анализ событий в информационных системах и получение значений признаков, характеризующих определенного субъекта;

2. Предложен метод непрерывной идентификации субъектов по особенностям работы с клавиатурой, мышью и оконными приложениями, по результатам эксперимента вероятность правильного распознавания пользователя в процессе профессиональной деятельности в течение 10 минут составила 0,95 (при 10 эталонах в базе и общем количестве испытуемых равном 30).

Результат предварительной оценки эффективности разработанного метода идентификации можно считать положительным. Однако имеется необходимость дальнейшего повышения надежности, а также скорости распознавания субъектов. Принятие идентификационного решения в течение 10 минут не всегда возможно на практике. Идентификация должна происходить быстрее реализации угрозы несанкционированного доступа.

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №14-37-50536).**

**Библиографический список**

1. Утечки конфиденциальной информации: Технический отчет Zecurion Analytics. – 2013. – Режим доступа: <http://www.banki.ru/news/research/?id=6242078>. – (дата обращения: 13.05.2014)
2. Иванов, А. И. Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений / А. И. Иванов. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. – 188 с.
3. Раскин, Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. – СПб: Символ-плюс, 2010. – 272 с.
4. Брюхомицкий, Ю. А. Учебно-методическое пособие к циклу лабораторных работ «Исследование биометрических систем динамической аутентификации пользователей ПК по рукописному и клавиатурному почеркам» по курсу: «Защита информационных процессов в компьютерных системах» / Ю. А. Брюхомицкий, М. Н. Казарин. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 38 с.
5. Harun N., Woo W. L., Dlay S. S. Performance of keystroke biometrics authentication system using artificial neural network (ann) and distance classifier method. In Computer and Communication Engineering (ICCCE), 2010 International Conference on, pages 1–6, May 2010.
6. Pavaday N., Soyjaudah K. Investigating performance of neural networks in authentication using keystroke dynamics. In AFRICON 2007, p.1 – 8, sept. 2007.
7. Xi K., Tang Y., Hu J. Correlation Keystroke Verification Scheme for User Access Control in Cloud Computing Environment. The Computer Journal, 11:1632–1644, July 2011.

8. Ara'ujo L., L. S. Jr., M. Lizarraga, L. Ling, J. Yabu-Uti. User authentication through typing biometrics features. IEEE Transactions on Signal Processing, 53(2):851 – 855, Feb. 2005.
9. H.-R. Lv and W.-Y. Wang. Biologic verification based on pressure sensor keyboards and classifier fusion techniques. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 52(3):1057 –1063, Aug. 2006.
10. Balagani K. S., Phoha V. V., Ray A., S. Phoha. On the Discriminability of Keystroke Feature Vectors Used in Fixed Text Keystroke Authentication. *Pattern Recognition Letters*, 32:10701080, 2011.
11. Харин, Е. А. Построение систем биометрической аутентификации с использованием генератора ключевых последовательностей на основе нечетких данных / Е. А. Харин, С. М. Гончаров, П. Н. Корнюшин // Матер. 50-й Всерос. межвуз. науч.-техн. конф. – Владивосток: ТОВМИ, 2007. – С. 112–115.
12. Guven A. Sogukpinar I. Understanding users' keystroke patterns for computer access security. *Computers & Security*, 22(8):695 – 706, 2003.
13. Saggio G., Costantini G., Todisco M. Cumulative and Ratio Time Evaluations in Keystroke Dynamics To Improve the Password Security Mechanism. *Journal of Computer and Information Technology*, 1:2–11, Nov 2011.
14. F. Ara'ujo, L.C., M. Gustavo Liz'arraga, L. Rabelo Sucupira, J. Tadanobu Yabu-uti, and L. L. Lee. Typing Biometrics User Authentication based on Fuzzy Logic. *IEEE Latin America Transactions*, 2(1):69–74, march 2004.
15. User authentication system: Patent 20080092209A1 United States (US): G06F21/316, G06F21/32 / Application Publication Charles Frederick Lee Davis, Richland, WA (US); Michael Patrick Schmidt, Pasco, WA (US); Herbert Lewis Alward, Coeur d'Alene, ID (US). - Application Number US 11/818,885; Application Date 14.062006; Publication Date 17.04.2008.
16. Behaviormetrics application system for electronic transaction authorization: Patent 20080091453A1 United States (US). IPC G06 Q 30/00 / Application Publication Timothy Erickson Meehan, Richland, WA (US), Herbert Lewis Alward, Coeur d' AJene, ID (US). - Application Number US 11/827,656 ; Application Date 11.07.2007 ; Publication Date 17.04.2008.
17. Continuous user identification and situation analysis with identification of anonymous users through behaviormetrics: Patent 20080098456A1 United States (US): IPC G06 F21/316 / Application Publication US. Herbert Lewis Alward, Coeur d'Alene, ID, Timothy Erickson Meehan, Richland, WA (US), James Joseph Straub III, Cocur d'Alene. ID (US), Robert Michael Hust, Hayden, ID (US), Erik Watson Hutchinson. Spokane. WA (US), Michael Patrick Schmidt Pasco, WA (US); Assignee: Agent Science Technologies, Inc. - Application Number US 11/901,450; Application Date 17.09.2007; Publication Date 24.04.2008.
18. Method and apparatus for identifying unique client users from user behavioral data: Patent 20070094208A1 United States US: IPC G06 N 05/02 /

Dean E. Cerrato; Boston, MA (US); Predictive Networks, Inc.; Assignee: sedan patent services LLC. – Application Number 11/504366; Application Date 14.08.2006; Publication Date 26.04.2007.

19. Епифанцев, Б. Н. Сравнение алгоритмов комплексирования признаков в задачах распознавания образов / Б. Н. Епифанцев, П. С. Ложников, А. Е. Сулаво // Вопросы защиты информации / ФГУП «ВИМИ». – 2012. – № 1. – С. 60-66.

20. Вапник, В. Н. Теория распознавания образов (статистические проблемы обучения) / В. Н. Вапник, А. Я. Червоненкис. – М.: Наука, 1974. – 416 с.

21. Епифанцев, Б. Н. Алгоритм идентификации гипотез в пространстве малоинформативных признаков на основе последовательного применения формулы Байеса / Б. Н. Епифанцев, П. С. Ложников, А. Е. Сулаво // Межотраслевая информационная служба / ФГУП «ВИМИ». – 2013. – № 2. – С. 57-62.

#### DIFFERENTIATION OF ACCESS TO INFORMATION BASED ON PRIVATE MONITORING COMPUTER SYSTEMS' USERS: CONTINUOUS IDENTIFICATION

A. V. Eremenko, E. A. Levitskaya,  
A. E. Sulavko, A. E. Samotuga

**Abstract.** The work is devoted to checking hypothesis that the data, obtained in the monitoring process of an user's work with a standard equipment of a computer system, allow to implement its hidden additional identification with sufficient reliability for a potential customer. There is proposed the method of latent continuous identification of subjects on the specifics of work with standard equipment in the computer system. The method is developed to protect information from unauthorized access's threat.

**Keywords:** hidden monitoring, keyboarding, biometric identification, peculiarities of work with the mouse, a user's portrait in a computer system.

#### References

1. *Utechki konfidencial'noj informacii: Tehnicheskij otchet* [Leakage of confidential information: Technical Report of Zecurion Analytics]. Available at: <http://www.banki.ru/news/research/?id=6242078>. - (accessed 13/05/2014)

2. Ivanov A. I. *Biometricheskaja identifikacija lichnosti po dinamike podsoznatel'nyh dvi-zhenij* [Biometric personal identification on the dynamics of subconscious movements] Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta, 2000. 188 p.

3. Raskin D. *Interfejs: novye napravlenija v proektirovanii komp'yuternyh sistem*. [Interface: New directions in designing computer systems]. St. Petersburg. Simvol-pljus, 2010. 272 p.

4. Brjuhomic'kij Ju. A., Kazarin M. N. *Uchebno-metodicheskoe posobie k ciklu laboratornyh rabot Issledovanie biometricheskikh sistem dinamicheskoi autentifikacii pol'zovatelej PK po rukopisnomu i klaviaturnomu pocherkam» po kursu: Zashhita informacionnyh processov v komp'yuternyh sistemah* [Study guide to the cycle of laboratory works: Investi-

gation of biometric systems of dynamic authentication PC users in handwriting and keyboarding" on the course: Protection of information processes in computer systems]. Taganrog: Izd-vo TRTU, 2004. 38 p.

5. Harun N., Woo W. L., Dlay S. S. Performance of keystroke biometrics authentication system using artificial neural network (ann) and distance classifier method. In Computer and Communication Engineering (ICCCCE), 2010 International Conference on, pages 1–6, May 2010.

6. Pavaday N., Soyjaudah K. Investigating performance of neural networks in authentication using keystroke dynamics. In AFRICON 2007, p.1 – 8, sept. 2007.

7. Xi K., Tang Y., Hu J. Correlation Keystroke Verification Scheme for User Access Control in Cloud Computing Environment. The Computer Journal, 11:1632–1644, July 2011.

8. Ara'ujo L., L. S. Jr., M. Lizarraga, L. Ling, J. Yabu-uti. User authentication through typing biometrics features. IEEE Transactions on Signal Processing, 53(2):851 – 855, Feb. 2005.

9. H.-R. Lv and W.-Y. Wang. Biologic verification based on pressure sensor keyboards and classifier fusion techniques. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 52(3):1057 –1063, Aug. 2006.

10. Balagani K. S., Phoha V. V., Ray A., S. Phoha. On the Discriminability of Keystroke Feature Vectors Used in Fixed Text Keystroke Authentication. *Pattern Recognition Letters*, 32:10701080, 2011.

11. Harin E. A., Goncharov S. M., Kornjushin P. N. Postroenie sistem biometricheskoi autentifikacii s ispol'zovaniem generatora kljuchevyh posledovatel'nostej na osnove nechetkih dannyh [Design of a system of biometric authentication using ciphering generator based on illegible data]. *Mater. 50-j Vseros. mezhvuz. nauch.-tehn. Konferencii. Vladivostok, TOVMI*, 2007. pp. 112–115.

12. Guven A. Sogukpinar I. Understanding users' keystroke patterns for computer access security. *Computers & Security*, 22(8):695 – 706, 2003.

13. Saggio G., Costantini G., Todisco M. Cumulative and Ratio Time Evaluations in Keystroke Dynamics To Improve the Password Security Mechanism. *Journal of Computer and Information Technology*, 1:2–11, Nov 2011.

14. F. Ara'ujo, L.C., M. Gustavo Liz'arraga, L. Rabelo Sucupira, J. Tadanobu Yabu-uti, and L. L. Lee. Typing Biometrics User Authentication based on Fuzzy Logic. *IEEE Latin America Transactions*, 2(1):69–74, march 2004.

15. User authentication system: Patent 20080092209A1 United States (US): G06F21/316, G06F21/32 / Application Publication Charles Frederick Lee Davis, Richland, WA (US); Michael Patrick Schmidt, Pasco, WA (US); Herbert Lewis Alward, Coeur d'Alene, ID (US). - Application Number US 11/818,885; Application Date 14.06.2006; Publication Date 17.04.2008.

16. Behaviormetrics application system for electronic transaction authorization: Patent 20080091453A1 United States (US). IPC G06 Q 30/00 / Application Publication Timothy Erickson Meehan, Richland, WA (US), Herbert Lewis Alward

Coeur d\* Ajene, ID (US). - Application Number US 11/827,656; Application Date 11.07.2007; Publication Date 17.04.2008.

17. Continuous user identification and situation analysis with identification of anonymous users through behaviorometrics: Patent 20080098456A1 United States (US): IPC G06 F21/316 / Application Publication US. Herbert Lewis Alward, Coeur d'Alene, ID, Timothy Erickson Meehan, Richland, WA (US), James Joseph Straub III, Cocur d'Alene. ID (US), Robert Michael Hust, Hayden, ID (US), Erik Watson Hutchinson. Spokane. WA (US), Michael Patrick Schmidt Pasco, WA (US); Assignee: Agent Science Technologies, Inc. - Application Number US 11/901,450; Application Date 17.09.2007; Publication Date 24.04.2008.

18. Method and apparatus for identifying unique client users from user behavioral data: Patent 20070094208A1 United States US: IPC G06 N 05/02 / Dean E. Cerrato; Boston, MA (US); Predictive Networks, Inc.; Assignee: sedan patent services LLC. - Application Number 11/504366; Application Date 14.08.2006; Publication Date 26.04.2007.

19. Epifancev B. N., Lozhnikov P. S., Sulavko A. E. Svravnenie algoritmov kompleksirovaniya priznakov v zadachah raspozna-vaniya obrazov [Comparison of algorithms for complexing features in pattern recognition's problems]. *Voprosy zashhity informacii*, 2012, no 1, pp. 60-66.

20. Vapnik V. N., Chervonenkis A. Ja. *Teorija raspoznavaniya obra-zov (statisticheskie problemy obuchenija)* [Theory of pattern recognition (statistical problems of learning)]. Moscow, Nauka, 1974. 416 p.

21. Epifancev B. N., Lozhnikov P. S., Sulavko A. E. Algoritm identifikacii gipotez v prostranstve maloinformativnyh priznakov na osnove posledovatel'nogo primenenija formuly Bajesa [Algorithm of hypotheses' identification in the space of less informative features based on consistent application of Bayes' formula]. *Mezhotraslevaja informacionnaja sluzhba*, 2013, no 2. pp. 57-62.

*Еременко Александр Валерьевич (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры Инфокоммуникационные системы и информационная безопасность Омский государственный университет путей сообщения (644046, Омск, пр. К. Маркса, 35, e-mail: 4eremenko@gmail.com)*

*Левитская Елена Андреевна (Снежинск, Россия) – РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина, (456770, Снежинск, Челябинская область, ул. Васильева, 13, а. я. 245, e-mail: laska\_kb@mail.ru)*

*Сулавко Алексей Евгеньевич (Омск, Россия) – кандидат технических наук, научный сотрудник Омский государственный технический университет (644050, Омск, Пр. Мира, д. 11, e-mail: sulavich@mail.ru)*

*Самотуга Александр Евгеньевич (Омск, Россия) – младший научный сотрудник Омский государственный технический университет (644050, Омск, Пр. Мира, д. 11, e-mail: samotugasashok@mail.ru)*

*Eremenko Aleksandr Valerievich (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Info-communication systems and information security", Omsk State Transport University (644046, Omsk, 35 Karl Marks ave., e-mail: 4eremenko@gmail.com)*

*Levitskaya Elena Andreevna (Snezhinsk, Russia Federation) - Zababakhin All-Russian Scientific Research Institute of Technical (456770, Snezhinsk, Chelyabinsk region, st. Vasilyev, 13, as well. I. 245, e-mail: laska\_kb@mail.ru)*

*Sulavko Alexey Evgenievich (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical sciences, researcher of Omsk state technical university (644050, Omsk, 11 Mira ave., e-mail: sulavich@mail.ru)*

*Samotuga Aleksandr Evgenievich (Omsk, Russia Federation) - junior researcher of Omsk state technical university (644050, Omsk, 11 Mira ave., e-mail: samotugasashok@mail.ru)*

УДК 629.113.001

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛАСТИЧНОЙ ШИНЫ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ БЕГОВОГО БАРАБАНА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СТЕНДА

Ле Ван Луан

Иркутский государственный технический университет, Россия, г. Иркутск

**Аннотация.** В статье приведено математическое описание взаимодействия пневматической шины с цилиндрической опорной поверхностью. Описание базируется на результатах экспериментальных исследований, а также на глубоком анализе существующих математических моделей шины. Математическое описание позволяет выполнять теоретические исследования процессов качения и торможения колеса на роликах стенов.

**Ключевые слова:** математическая модель, тормозной стенд, беговые барабаны, тормозная эффективность, коэффициент сцепления.

**Введение**

Диагностику тормозных систем современных АТС в условиях эксплуатации выполняют, как правило, на стендах с беговыми барабанами. Для аналитического исследования процессов взаимодействия эластичной шины с опорной поверхностью разработано много математических моделей. Наиболее известные из них построены на основе стационарных характеристик шин, полученных экспериментально [1]: модель Н.В.Расејка, модель Burckhardt, модель Denny, метод парабол, щеточная модель и т.п. Все эти модели объединяет то, что они описывают процессы взаимодействия шины с плоской опорной поверхностью. При этом не учитывают влияние на процесс кривизны опорной поверхности. Поэтому целью данного исследования является определение наиболее точного метода расчета реализуемого коэффициента сцепления эластичной шины автомобильного колеса, как с плоской опорной поверхностью дороги, так и с цилиндрической поверхностью бегового барабана диагностического стенда

При анализе взаимодействия шины с опорной поверхностью рассматривались нормальные и тангенциальные реакции, распределенные по длине пятна контакте шины с опорной поверхностью. Поскольку распреде-

ление нормальных и касательных реакций в контакте автомобильного колеса протекает по сложным законам, рассмотрим сначала взаимодействие шины с опорной поверхностью неподвижного колеса, нагруженного только нормальной нагрузкой.

**Неподвижное колесо (в статике)**

В этом случае шина подвергается простейшему виду нагружения. Для математического описания процесса взаимодействия эластичной шины с плоской опорной поверхностью составлена расчетная схема (рис.1). На основе схемы определим радиальную деформацию вдоль пятна контакта шины с плоской опорной поверхностью:

$$h_i = r_{ce} - r_i ; \tag{1}$$

$$r_i = \sqrt{\left(\frac{l}{2} - x_i\right)^2 + r_{cm}^2} , \tag{2}$$

где:  $x_i$  – координата  $i$ -ой точки на линии контакта эластичной шины с плоской опорной поверхностью (рис.1);  $l$  – длина линии контакта эластичной шины с плоской опорной поверхностью;  $r_{ce}$  – свободный радиус эластичной шины;  $r_{cm}$  – статический радиус эластичной шины.

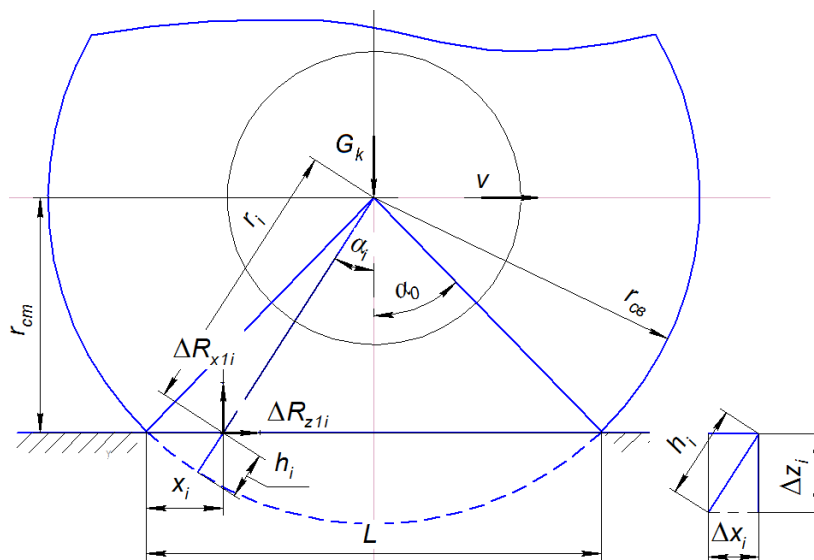


Рис.1. Расчетная схема взаимодействия эластичной шины с плоской опорной поверхностью

Нормальная деформация эластичной шины в этой точке:

$$\Delta z_i = h_i \cdot \cos \alpha_i ; \tag{3}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{l/2 - x_i}{r_{cm}} . \tag{4}$$

При нагружении шины нормальной нагрузкой возникает нормальная реакция опорной поверхности, которая распределена по длине пятна контакта. Величину этой реакции в каждой точке пятна контакта можно определить по формуле:



$$\Delta R_{zli} = \begin{cases} C_{uu} \cdot \Delta z_i, & \text{если } \Delta R_{zli} \leq \Delta R_{zMAX} \\ \Delta R_{zMAX}, & \text{если } \Delta R_{zli} > \Delta R_{zMAX} \end{cases}, \quad (5)$$

где  $C_{uu}$  – жёсткость шины,  $\Delta R_{zMAX}$  – максимальное значение распределенной нагрузки по длине пятна контакта шины с опорной поверхностью.

Тангенциальная деформация эластичной шины в  $i$ -ой точке

$$\Delta x_i = h_i \cdot \sin \alpha_i. \quad (6)$$

Вследствие тангенциальной деформации в шине возникает сила упругости, которую можно определить по формуле:

$$\Delta R_{xli} = C_{uu} \cdot \Delta x_i. \quad (7)$$

Результаты математического моделирования с использованием вышеизложенного описания позволили получить распределенную нормальную и касательную нагрузку по длине пятна контакта шины с опорной поверхностью в статике. Результаты расчетов представлены на рисунке 2.

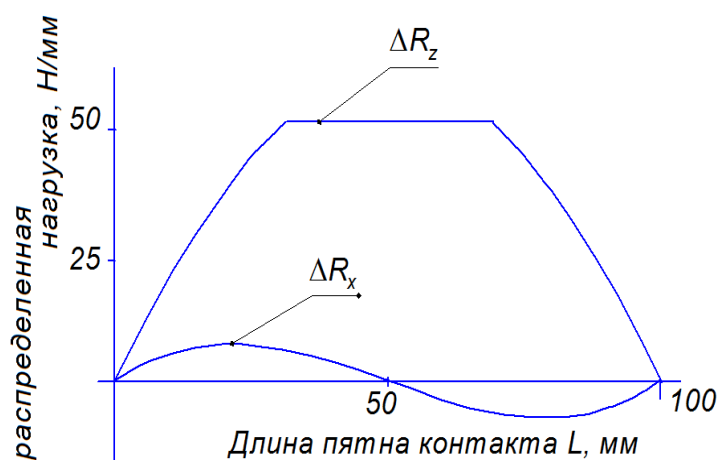


Рис. 2. Графики распределенных по длине пятна контакта шины с опорной поверхностью нормальной и касательной нагрузки (статика): При  $R_z = 3000H$

### Вращающееся колесо (динамика)

Теперь рассмотрим режим торможения вращающегося колеса (динамический режим).

В этом случае распределенная по длине пятна контакта нормальная нагрузка определится по формуле:

$$\Delta R_{zi} = \Delta R_{z1i} + \Delta R_{z2i}, \quad (8)$$

где  $\Delta R_{z2i}$  – распределённая по длине пятна контакта шины нормальная нагрузка, возникающая в результате трения в шине, а также между шиной и дорогой (зависит от изменения скорости нормальной деформации  $i$ -ой точки)

$$\Delta R_{z2i} = k_{uu} \cdot \Delta z_i', \quad (9)$$

где  $k_{uu}$  – коэффициент демпфирования шины;  $\Delta z_i'$  – скорость нормальной деформации шины:

$$\Delta z_i' = \omega_k \cdot r_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i. \quad (10)$$

С целью повышения точности математического описания следует учитывать и изменение длины пятна контакта, вызванное деформацией профиля шины [2] (рис.3).

Длину пятна контакта с учетом деформации профиля шины в зоне пятна контакта корректируем с помощью формулы:

$$l = k_{DL} \cdot L; \quad (11)$$

$$L = 2 \cdot \sqrt{(r_{ce}^2 - r_d^2)}. \quad (12)$$

$k_{DL}$  – коэффициент, учитывающий окружающую деформацию шины в пятне контакта:

$$k_{DL} = 0,75 \cdot \left(\frac{r_{kp}}{r_{ce}}\right)^{0,0214}, \quad (13)$$

$r_{kp}$  – радиус кривизны опорной поверхности.

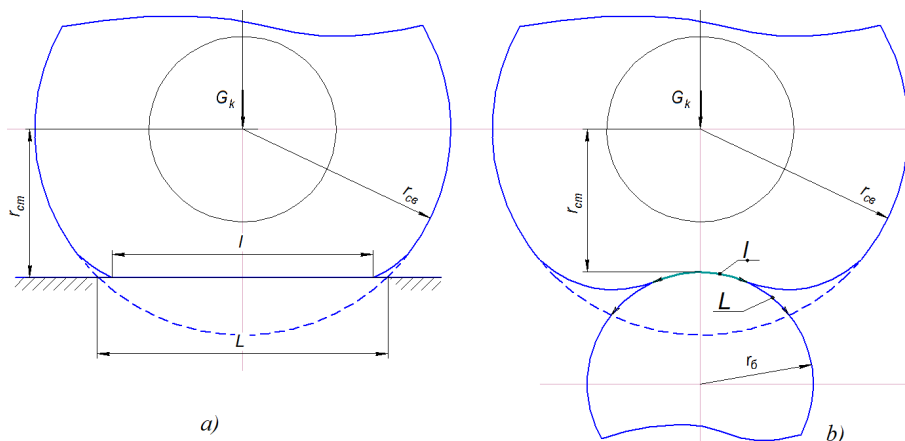


Рис.3. Схема, иллюстрирующая окружную деформацию шины неподвижного колеса: а) на дороге; б) на беговом барабане

Распределенную по длине контакта тангенциальную касательную реакцию определим, как [3]:

$$\Delta R_{xi} = \begin{cases} \Delta R_{x1i} + \Delta R_{x2i}, & \text{если } \Delta R_{xi} \leq \Delta R_{zi} \cdot \mu \\ \Delta R_{zi} \cdot \mu, & \text{если } \Delta R_{xi} > \Delta R_{zi} \cdot \mu \end{cases}, \quad (14)$$

где  $\Delta R_{x2i}$  – тангенциальная распределённая касательная реакция, вызванная действием тормозной силы;  $\mu$  – коэффициент трения шины об опорную поверхность.

Как известно коэффициент трения зависит от скорости взаимного перемещения пары трения, поэтому опишем его функцией:

$$\mu = \mu_{\max} \cdot (2,7^{-A_{\mu} \cdot V}), \quad (15)$$

где  $\mu_{\max}$  – максимальный коэффициент трение;  $A_{\mu}$  – эмпирический коэффициент,  $A_{\mu} = 0,01$ .

Максимальный коэффициент трения  $\mu_{\max}$  зависит от удельного давления в пятне контакта [4], поэтому была предложена функция, учитывающая изменение коэффициента трения в зависимости от изменения удельного нормального давления:

$$\mu_{\max} = \mu_{q \max} \cdot 2,7^{-0,15 \cdot q}, \quad (16)$$

где  $q$  – удельное нормальное давление в пятне контакта.

Сделаем допущение, что эпюра распределения тангенциальных напряжений, вызванных тормозной силой, изменяется по линейным законам. Известно, что из-за наличия окружной эластичности шины тангенциальная реакция не может распределяться равномерно по длине контакта. Каждый последующий элемент беговой дорожки входит в контакт свободным от непосредственного действия тангенциальной реакции. Напряжение эле-

ментов в контакте беговой дорожки шины реакцией на тормозную силу происходит постепенно по мере их движения от точки входа к точке выхода. Величину тангенциальной реакции, воспринимаемой каждым элементом беговой дорожки, при отсутствии скольжения в контакте можно допустить равной [3]:

$$\Delta R_{x2i} = K_{\tau} \cdot S \cdot x_i. \quad (17)$$

Результаты моделирования с использованием вышеизложенного математического описания в среде «Turbo Basic» [5] позволили получить эпюры распределения нормальной и тангенциальной реакций по длине пятна контакта шины с опорной поверхностью на рисунке 4.

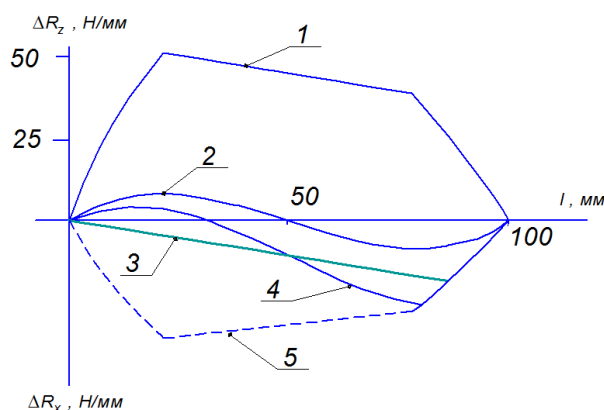


Рис.4. Эпюры распределения нормальной и тангенциальной реакций по длине пятна контакта шины с опорной поверхностью в тормозном режиме: 1 – Эпюра распределения нормальной нагрузки  $\Delta R_z$ ; 2 – Эпюра распределения тангенциальной реакции от деформации шины (представляет собой синусоидальную формулу); 3 – Эпюра распределения тангенциальной реакции, вызванной тормозной силой; 4 – Эпюра распределения суммарной тангенциальной реакции; 5 – Эпюра распределения предельной силы трения

По мере движения элемента шины к выходу из контакта с повышением сдвиговой деформации будет возрастать тангенциальная реакция, подчиняясь линейному закону до тех пор, пока не наступит предел по сцеплению и начнется проскальзывание элемента относительно опорной поверхности. В этом случае тангенциальная реакция станет равной силе трения между беговой дорожкой и опорной поверхностью, и рост тангенциальной реакции прекратится. По всей видимости, достижение силами трения предела по сцеплению должно происходить в зоне, близкой к выходу из пятна контакта, где достигаются наибольшие сдвиговые деформации протектора, и наступает снижение контактных нормальных напряжений.

С учетом вышеизложенного, нормальная реакцию со стороны опорной поверхности определим, как [6]:

$$\Delta R_z = \int_{x=0}^l \Delta R_{zi} \cdot dx . \quad (21)$$

Тангенциальную реакцию в пятне контакта шины с опорной поверхностью любого профиля определим по формуле:

$$R_x = \int_{x=0}^l \Delta R_{xi} \cdot dx . \quad (22)$$

Коэффициент сцепления определим, как [6,7]:

$$\varphi_s = \frac{R_x}{R_z} . \quad (22)$$

Разработанное математическое описание позволяет получать графики зависимости коэффициента сцепления от проскальзывания. На рисунке 5 представлены результаты математического моделирования процесса взаимодействия эластичной шины с опорной поверхностью опорных роликов диагностического стенда в тормозном режиме.

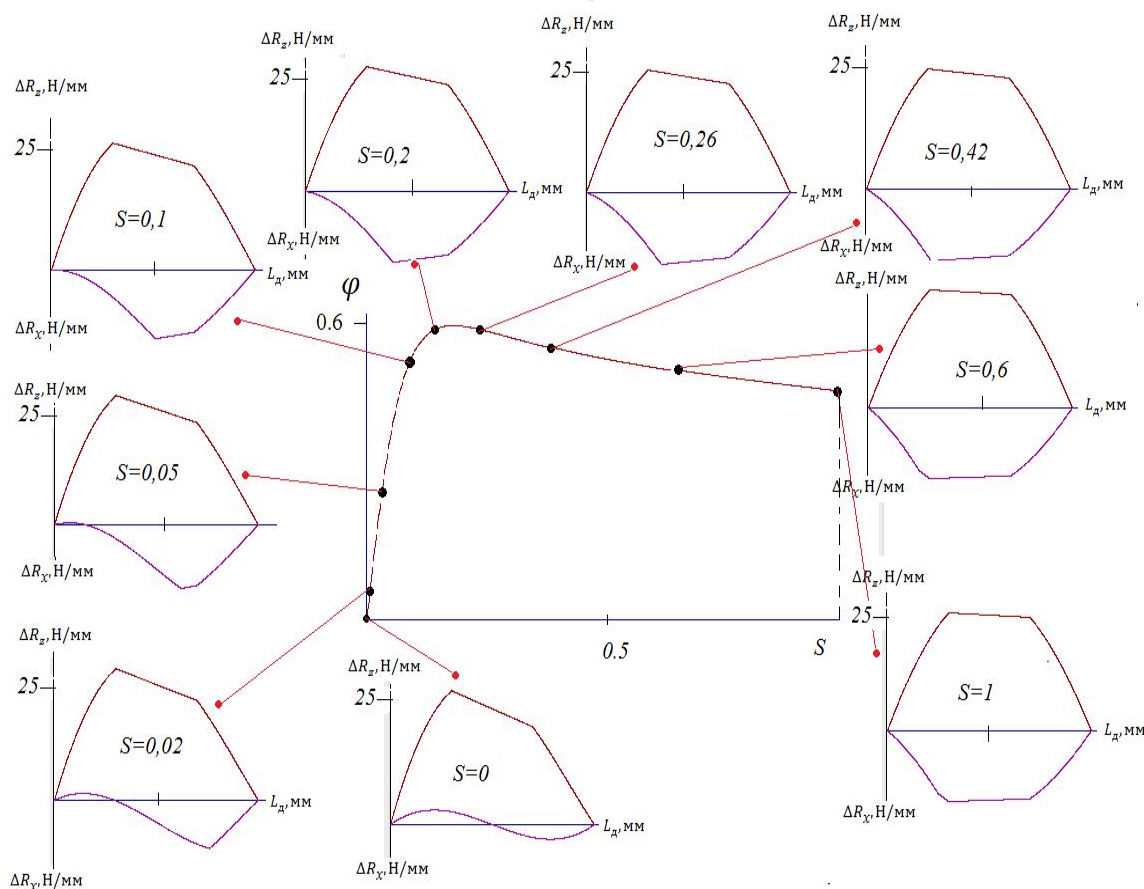


Рис.5. Результаты математического моделирования процесса торможения автомобильного колеса на стенде. Эпюры распределения тангенциальных и нормальных реакций при торможении колеса на цилиндрической опорной поверхности стенда. Радиус кривизны опорных роликов стенда - 0,12 м

**Заключение**

Математическое описание позволяет получать зависимости коэффициента сцепления от проскальзывания, на основе распределения нормальных и тангенциальных реакций в пятне контакта эластичной шины, как с плоской опорной поверхностью дороги, так и с цилиндрической поверхностью стенов, имеющей типовые радиусы кривизны [7,8].

**Библиографический список**

1. Pacejka H. B. Some recent investigation into dynamics and frictional behaviour of pneumatic tires // Phys. Tire tract.: Theory and Exp. – 1974. p. 52-58
2. Петров, М. А. Работа автомобильного колеса в тормозном режиме / М. А. Петров. – Омск: Зап. Сиб. Книжн. Изд., 1973. – 224.
3. Тарновский, В. Н. Автомобильные шины: Устройство, работа, эксплуатация, ремонт / В. Н. Тарновский, В. А. Гудков, О. Б. Третьяков. – М.: Транспорт, 1990 – 272 с.
4. Федотов, А. И. Анализ механики взаимодействия эластичной шины с цилиндрической опорной поверхностью бегового барабана диагностического стенда / А. И. Федотов, А. В. Бойко, Л. В. Луан // Вестник СиБАДИ – 2014. – №1 (35). – С. 34-37.
5. Федотов, А. И. Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей: учеб. пособие / А. И. Федотов, А. В. Бойко. – Иркутск, ИрГТУ, 2012. – С.12-15
6. Федотов, А. И. Экспериментальное исследование параметров, характеризующих взаимодействие автомобильного колеса с опорными роликами диагностических / А. И. Федотов, А. В. Бойко и др. // Вестник ИрГТУ. – 2009 – №4. – С. 72-77.
7. Диагностика автомобиля. Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / А. И. Федотов; М-во образования и науки РФ, Иркутский гос. технический ун-т. Иркутск, 2012. – 224 с.
8. Федотов, А. И. Экспериментальные исследования процесса взаимодействия эластичного колеса с беговым барабаном и дорогой / А. И. Федотов, А. В. Бойко, В. П. Халезов // Вестник ИрГТУ. – 2012. – №9. – С. 157-163.

**MATHEMATICAL DESCRIPTION OF A INTERACTION'S PROCESS BETWEEN ELASTIC TIRE WITH A CYLINDER AREA OF BEARING OF A CHASSIS DYNAMOMETER OF A TEST BENCH**

Le van Luan

**Abstract.** The article contains a mathematical description of interaction of a pneumatic tire with a cylindrical area of bearing. The description is based on the results of experimental investigations, as well as on the deep analysis of existing mathematical models of a tire. Mathematical description allows implementing theoretical investigations of the processes of a wheel's rolling and braking on stands rollers'.

**Keywords:** mathematical model, braking stand, chassis dynamometer, braking efficiency, the coefficient of adhesion.

**References**

1. Pacejka H.B. Some recent investigation into dynamics and frictional behaviour of pneumatic tires // Phys. Tire tract.: Theory and Exp. 1974.
2. Petrov M. A. *Rabota avtomobil'nogo kole-sa v tormoznom rezhime* [The work of a car wheel in braking condition]. Omsk: Zap. Sib. Knizhn. Izd., 1973. 224 p.
3. Tarnovskij V. N., Gudkov V. A., Tret'jakov O. B. *Avtomobil'nye shiny: Ustrojstvo, rabota, jekspluatacija, remont* [Car tires: device, work, operation, repair]. Moscow, Transport, 1990. 272 p.
4. Fedotov A. I. Bojko A. V. Halezov V. P. *Jeksperimental'nye issledovanija processa vzaimodejstvija jelastichnogo kole-sa s begovym barabanom i dorogoj* [Experimental researches of a process of interaction between elastic tire with chassis dynamometer and road]. *Vestnik IrGTU*, 2012, no 9. pp. 157-163.
5. Fedotov A. I., Bojko A. V. *Matematicheskoe modelirovanie processov funkcionirovanija avtomobilej: ucheb. posobie* [Mathematical modeling of processes of functioning cars: studies. grant]. Irkutsk, IrGTU, 2012. – S.12-15
6. Fedotov A. I., Bojko A. V., Luan L. V. *Analiz mehaniki vzaimodejstvija jelastichnoj shiny s cilindricheskoj opornoj poverhnost'ju begovogo barabana diagnosticheskogo stenda* [Analysis of the mechanics of interaction between elastic tire with a cylindrical area of bearing of a chassis dynamometer]. *Vestnik SiBADI*, 2014, no1 (35). pp. 34-37.
7. Fedotov A. I., Bojko A. V. *Jeksperimental'noe issledovanie parametrov, harakterizujushih vzaimodejstvie avtomobil'nogo kole-sa s opornymi rolikami diagnosticheskikh* [Experimental investigation of parameters characterizing interaction of a car wheel with supporting rollers of a test bench]. *Vestnik IrGTU*, 2009, no 4. pp. 72-77.
8. *Diagnostika avtomobilja. Uchebnik dlja studentov vuzov, obuchajushhhsja po napravleniju podgotovki bakalavrov i magistrov Jekspluatacija transportno-tehnologicheskikh mashin i komplek-sov* [Diagnosis of car. Textbook for students, studying in the direction of bachelor's and master's degrees, Operation of transport and technological machines and systems]. A. I. Fedotov; M-vo obrazovanija i nauki RF, Irkutskij gos. tehnikeskij un-t. Irkutsk, 2012. 224 p.

Ле Ван Луан (Россия, г. Иркутск) – аспирант кафедры Автомобильный транспорт Иркутского государственного технического университета. (664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, e-mail: levanluan2008@mail.ru)

Le Van Luan (Russian Federation, Irkutsk) – postgraduate student of the department "Motor transport" of Irkutsk state technical university. (664074, Irkutsk, Lermontov St., 83, e-mail: levanluan2008@mail.ru)

УДК 625.76.08:519.254

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНОГО МИКРОРЕЛЬЕФА ДЛЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Р. Ю. Сухарев

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск

**Аннотация.** Проблема моделирования микрорельефа для теоретических исследований дорожных и строительных машин решалась во многих исследованиях, но практически везде исследования проводились для прямолинейного движения машины. В статье описан алгоритм генерации трехмерного микрорельефа для моделирования непрямолинейного движения дорожных и строительных машин. Реализация алгоритма выполнена на языке MatLab в виде M-файла.

**Ключевые слова:** микрорельеф, алгоритм, Matlab, M-файл, трехмерный, дорожные, строительные, машина.

### Введение

При теоретических исследованиях дорожных и строительных машин возникшая потребность моделирования взаимодействия ходового оборудования машины с неровностями поверхности, по которой она движется.

Неровности поверхности условно можно разделить на 3 основные составляющие: макропрофиль, микропрофиль и шероховатость. Макропрофиль состоит из длинных плавных неровностей (длина волны от 100 м и более) и фактически не вызывает колебаний машины. Микропрофиль состоит из неровностей длиной от 0,1 м до 100 м и вызывает существенные колебания машины. Шероховатости (длина волны менее 0,1 м) сглаживаются шинами и не вызывают ощутимых колебаний машины [7,8].

В связи с этим при математическом описании рельефа обычно учитывают и используют только параметры микропрофиля [7,8].

На сегодняшний день вероятностные характеристики микропрофиля различных поверхностей (дорог, грунтов) достаточно хорошо изучены. Микропрофиль принято рассматривать как случайную функцию, удовлетворяющую следующим условиям: функция стационарна; микропрофиль изменяется случайным образом только в вертикальной продольной плоскости; длины волны неровностей ограничены по верхнему и нижнему пределам; ординаты микропрофиля подчиняются нормальному закону распределения [7,8].

Достаточными для математического моделирования статистическими характеристиками микропрофиля грунта являются его корреляционная функция  $R(l)$  и спектральная плотность  $S(\omega)$  [7,8].

Корреляционная функция  $R(l)$  дает представление об изменении микропрофиля по длине участка  $l$ , спектральная плотность  $S(\omega)$

дает представление о частоте повторения длин неровностей. Аргумент спектральной плотности – угловая частота дороги («путевая частота») [2,8]

$$\omega = 2 \cdot \frac{\pi}{l}. \quad (1)$$

В общем случае поверхность грунта описывается следующей функцией [3,8]

$$z = z(x, y), \quad (2)$$

где  $z$  – вертикальная координата точки поверхности;  $x, y$  – продольная и поперечная координаты точки поверхности.

Двумерная корреляционная функция такой поверхности имеет вид [4,8]

$$R(\Delta x, \Delta y) = \lim_{4xy} \frac{1}{4xy} \int_{-x-y}^x \int_{-y}^y z(x, y) \cdot z(x + \Delta x, y + \Delta y) dx dy. \quad (3)$$

Анализ предшествующих исследований показал, что в подавляющем числе исследований дорожных и строительных машин, где рассматривался вопрос взаимодействия ходового оборудования и микрорельефа, применялся ряд допущений из-за сложности и трудоемкости вычисления двумерной корреляционной функции, и предлагалось описывать микрорельеф двумя корреляционными функциями микропрофиля по левой и правой колее. Данный способ подходит только для случая прямолинейного движения машины, но при усложнении задачи и условия непрямолинейного движения, подобные вычисления становятся некорректными.

Стремительное развитие вычислительной техники позволяет на сегодняшний день производить большие объемы вычислений, соответственно вычисление двумерной корреляционной функции может быть реализовано с минимальными затратами вычислительных мощностей.

Алгоритмы 3D-моделирования делятся на 2 группы: для генерации трехмерных изображений в реальном времени и для генерации высокореалистичных трехмерных изображений. В первую входят такие алгоритмы, как алгоритм Робертса, алгоритм Варнока, алгоритм, использующий z-буфер, которые в свою очередь используют простейшие алгоритмы построения линий, треугольников, закрашивания замкнутых областей. Также к этой группе можно отнести алгоритмы, выполняющие текстурирование и отсечение [6].

Математическая модель взаимодействия микрорельефа с ходовым оборудованием должна производить генерацию карты высот. Для решения этой задачи, как уже было упомянуто, в машинной графике существует целая ветвь. Она занимается разработкой алгоритмов преобразования входных данных и построением на их основе микрорельефов [5].

Существует несколько основных принципов представления данных для хранения информации о микрорельефах [5]:

- Первый - использование регулярной сетки высот (или еще другое название Карта Высот - HeightMap).

- Второе - использование иррегулярной сетки вершин и связей, их соединяющих (т.е. хранение простой триангулированной карты).

- Третий - хранение карты микрорельефа, но в данном случае хранятся не конкретные высоты, а информация об использованном блоке. В этом случае создается некоторое количество заранее построенных сегментов, а на карте указываются только индексы этих сегментов.

Наиболее простым является первый способ, в котором данные представлены в виде двумерного массива. Уже заданы две координаты ( $x$ ,  $y$  - по длине и ширине массива) и третья координата задается значением в конкретной ячейке, это высота.

Плюсы данного подхода:

1. Простота реализации: легкость нахождения координат (и высоты) на карте, простая генерация микрорельефа по карте высот или методом шума Перлина.

2. Наглядность: можно сразу увидеть или изменить всю информацию.

3. Скорость: благодаря конвейерной архитектуре процессора, просчет и вывод таких карт высот производится очень быстро.

Также есть минусы:

Большое количество избыточных данных (особенно для поверхностей, близких к плоским).

### Генерация микрорельефов с использованием Холмового алгоритма (Hill Algorithm) [6]

Это простой итерационный алгоритм, основанный на нескольких входных параметрах. Алгоритм изложен в следующих шагах:

- создается двумерный массив и инициализируется нулевым уровнем (заполняются все ячейки нолями);

- берется случайная точка на микрорельефе или около его границ (за границами), а также случайный радиус в заранее заданных пределах. Выбор этих пределов влияет на вид микрорельефа - либо он будет пологим, либо скалистым;

- в выбранной точке "поднимается" холм заданного радиуса;

- возврат ко второму шагу и так далее до выбранного количества шагов. От него потом будет зависеть внешний вид микрорельефа;

- проводится нормализация микрорельефа;

#### Генерация одного холма

Первый, второй и четвертый шаги тривиальны. Подробнее остановимся на третьем шаге. Фактически холм - это половина шара, чем больше радиус - тем больше холм (и выше). Математически это похоже на перевернутую параболу. Для вычисления можно использовать следующую формулу:

$$z = R^2 - ((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2), \quad (4)$$

где  $x_1$ ,  $y_1$  - координаты центра холма,  $R$  - выбранный радиус,  $x_2$ ,  $y_2$  - координаты текущей точки,  $z$  - значение высоты в текущей точке.

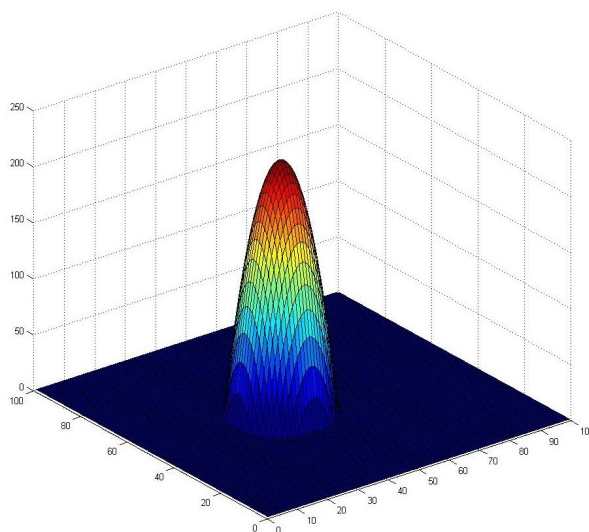


Рис. 1. Внешний вид поверхности после генерации одного холма

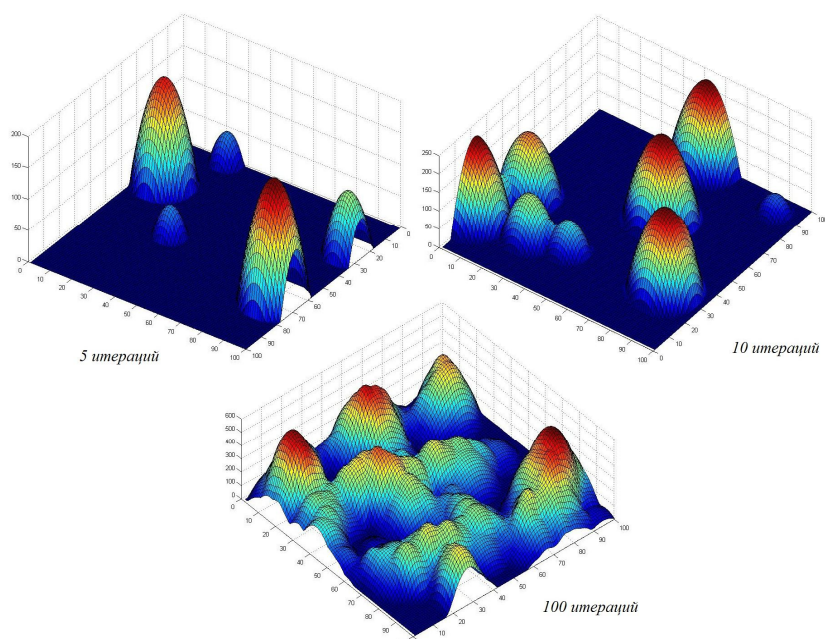


Рис. 2. Внешний вид поверхности после различного числа итераций

Чтобы сгенерировать микрорельеф полностью необходимо построить множество таких холмов. Но есть еще две вещи, на которые необходимо обратить внимание. Первое - необходимо игнорировать отрицательные значения высоты холма. Второе - при генерации последующих холмов лучше добавлять полученное значение для данного холма к уже существующим значениям. Это позволяет построить более правдоподобный микрорельеф, нежели правильно очерченные округлые холмы.

#### Нормализация микрорельефа

При генерации значений для микрорельефа не учитывались выходы этих значений за некоторые пределы (например - если потом ландшафт будет храниться в монохромной картинке, то необходимо, чтобы все значения находились в пределе от 0 до 256). Для этого необходимо произвести нормализацию значений. Математически нормализация - это процесс получения значений из одного предела, и перевод его в другие пределы. Графическое представление нормализации представлено на рисунке 3.

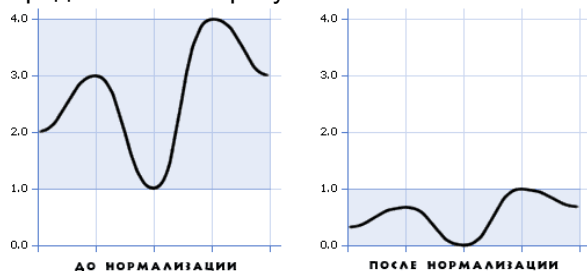


Рис. 3. Графическое представление нормализации

Последовательность действий при нормализации: находится наибольшее и наименьшее значения массива; производится нормализация конкретных значений в пределы от 0 до 1 по следующей формуле:

$$z(x, y)_{norm} = \frac{z(x, y) - z_{min}}{z_{max} - z_{min}}, \quad (5)$$

После выполнения всех шагов сформирован микрорельеф, нормализованный и готовый к дальнейшему использованию.

#### Программа для генерации микрорельефа в MatLab [1]

```
n=100;           //размер генерации
m=100;          //количество итераций
clear A;        //очистка массива A
clear B;        //очистка массива B
A(1:n, 1:n)=0; //создание массива A и
                //заполнение его нулями
for k=1:1:m     //цикл итераций
    X=round(rand(1)*n); //случайным
                        //образом находится координата x
    Y=round(rand(1)*n); //случайным
                        //образом находится координата y
    R=round(rand(1)*(n*0.17)); //случайным
                        //образом находится радиус R
    for i=(X-R):1:(X+R) //цикл по-
                        //строения холма
        for j=(Y-R):1:(Y+R)
            D=R^2-((i-X)^2+(j-Y)^2); //формула (4)
            if i>0 && i<=n && j>0 && j<=n && D>0
                //проверка нахождения точки внутри гене-
                //рации и значение больше 0
                A(i,j)=A(i,j)+D;
            end
        end
    end
end
```

```

end
end
end
minA=min(min(A));
maxA=max(max(A));
B(1:n, 1:n)=0;
for i=1:1:n           //цикл нормализации
for j=1:1:n
B(i,j)=((A(i,j)-minA)/(maxA-minA)); /формула (5)
end
end
surf(B);figure(gcf);

```

#### Заключение

Данный алгоритм можно использовать для генерации трехмерного микрорельефа при моделировании непрямолинейного движения дорожных и строительных машин. Дальнейшие исследования следует направить на разработку алгоритма взаимодействия машины с трехмерным микрорельефом.

#### Библиографический список

1. Ануфриев, И. Е. MATLAB 7 / И. Е. Ануфриев, А. Б. Смирнов, Е. Н. Смирнова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.
2. Беляев, В. В. Повышение точности планировочных работ автогрейдером с дополнительными опорными элементами рабочего органа: дис. ... канд. техн. наук. / В. В. Беляев – Омск, 1987. – 230 с.
3. Глушеч, В. А. Совершенствование системы управления рыхлительным агрегатом: дис. ... канд. техн. наук / В. А. Глушеч – Омск: СибАДИ, 2004. – 204 с.
4. Кузин, Э. Н. Повышение эффективности землеройных машин непрерывного действия на основе увеличения точности позиционирования рабочего органа: дис. ... докт. техн. наук / Э. Н. Кузин – М.: ВНИИСДМ, 1984. – 443 с.
5. Никулин, Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.
6. Роджерс, Д. Алгоритмические основы машинной графики: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 512 с.
7. Щербаков, В. С. Научные основы повышения точности работ, выполняемых землеройно-транспортными машинами: дис. ... доктора. техн. наук / В. С. Щербаков – Омск: СибАДИ, 2000. – 416 с.
8. Щербаков, В. С. Совершенствование системы управления рабочим органом цепного траншейного экскаватора: Монография. / В. С. Щербаков, Р. Ю. Сухарев – Омск: СибАДИ, 2011. – 150 с.

#### MODELING THREE-DIMENSIONAL MICRORELIEF FOR THEORETICAL STUDIES OF ROAD AND CONSTRUCTION MACHINES

R. Y. Sukharev

**Abstract.** The problem of modeling microrelief for theoretical studies of road and construction machines was solving in many studies, but almost everywhere the studies were conducted for rectilinear movement of a machine. The author describes an algorithm for

generating three-dimensional microrelief for modeling nonrectilinear movement of road and construction machines. Implementation of the algorithm is executed in the language MatLab as an M-file.

**Keywords:** microrelief, algorithm, MatLab, M-file, three-dimensional, road, construction, machine.

#### References

1. Anufriev I. E., Smirnov A. B., Smirnova E. N. MATLAB 7 [MATLAB 7]. St. Petersburg, BHV-Peterburg, 2005. 1104 p.
2. Beljaev V. V. *Povyshenie tochnosti planirovochnyh rabot avtogrejderami s dopol-nitel'nymi opornymi jelementami rabocheho organa: dis. ... kand. tehn. nauk.* [Increase of accuracy of planning works as graders with additional basic elements of working body: dis. ... cand. tech. science]. Omsk, 1987. 230 p.
3. Glushec V. A. *Sovershenstvovanie sistemy upravlenija ryhlitel'nyh agregatom: dis. ... kand. tehn. nauk* [Improvement of a control system of the rykhitelny unit: dis. ... cand. tech. science]. Omsk: SibADI, 2004. 204 p.
4. Kuzin Je. N. *Povyshenie jeffektivnosti zemlerojnyh mashin nepreryvnogo dejstvija na osnove uvelichenija tochnosti pozicionirovanija rabocheho organa: dis. ... dokt. tehn. nauk* [Increase of efficiency of digging cars of continuous action on the basis of increase in accuracy of positioning of working body: dis. ... doctor of the technical sciences]. Moscow, VNIISDM, 1984. 443 p.
5. Nikulin E. A. *Komp'juternaja geometrija i algoritmy mashinnoj grafiki.* [Computational geometry and algorithms of computer graphics]. St. Petersburg, BHV-Peterburg, 2003. 560 p.
6. Rodzhers D. *Algoritmicheskie osnovy mashinnoj grafiki: per. s angl.* [Algorithmic foundations of computer graphics]. Moscow, Mir, 1989. 512 p.
7. Shherbakov, V. S. *Nauchnye osnovy povyshenija tochnosti rabot, vypolnjaemyh zemle-rojno-transportnymi mashinami: dis. ... doktora. tehn. nauk* [Scientific bases of increase of accuracy of the works performed by digging transport vehicles: dis. ... doctor of the technical sciences]. Omsk: SibADI, 2000. 416 p.
8. Shherbakov V. S., Suharev R. Ju. *Sovershenstvovanie siste-my upravlenija rabochim organom cepnogo tran-shejnogo jekskavatora: Monografija* [The Improvement of the management system working body chain trench excavator: Monograph]. Omsk: SibADI, 2011. 150 p.

*Сухарев Роман Юрьевич (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, помощник проректора по УиВР, ученый секретарь ученого совета ФГБОУ ВПО «СибАДИ».* (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: suharev\_ry@sibadi.org).

*Sukharev Roman Yurievich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate professor, assistant of the vice rector for academic affairs, the scientific secretary of an academic council of The Siberian automobile and highway academy (SibADI).* (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: suharev\_ry@sibadi.org)



## РАЗДЕЛ IV

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 656.07

### РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОЗИЦИИ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

С. А. Бородулина<sup>1</sup>, Н. А. Логинова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики" (НИУ ВШЭ - Санкт-Петербург).

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный экономический университет  
Россия, г. Санкт-Петербург

**Аннотация.** В статье показана актуальность перехода на принципы клиентоориентированного подхода при осуществлении транспортно-экспедиционной деятельности, дается характеристика особенностей клиентоориентированного подхода в управлении предприятиями на рынке транспортных услуг. Рассмотрен механизм развития транспортной экспедиции и обосновываются способы реализации целей развития предприятий данной сферы.

**Ключевые слова:** транспортно-экспедиционная деятельность, клиентоориентированность, механизм развития, способы реализации стратегических целей.

#### Введение

В настоящее время достаточно перспективным и бурно развивающимся видом услуг является сфера грузовых перевозок и связанная с ней транспортная экспедиция. Современные требования грузовладельцев, высокий уровень конкуренции и взаимоотношения с внешней средой вынуждают компании транспортной отрасли к поиску новых инструментов и путей развития, использованию новых подходов для привлечения и удержания клиентов. В последнее время эта проблема становится все более актуальной. Это определило предмет настоящего исследования, к которому отнесены способы и направления развития транспортно-экспедиционной деятельности (ТЭД) с позиции клиентоориентированного подхода, разрабатываемого в настоящее время активно целым рядом исследователей [3,5,6,7,8].

Потребность в развитии рынка транспортно-экспедиционных услуг очевидна. Не только уровень затрат, но и качество предлагаемых услуг (даже базовых) не соответствует текущим потребностям компаний и задачам развития страны. Целью данного исследования является формирование элементов механизма развития ТЭД предприятий, основывающихся на платформе клиентоориентированного подхода, связанного с формированием новой

логики взаимоотношений с клиентом. Актуальность рассматриваемой темы исследования связана с необходимостью разработки новых инструментов и подходов для привлечения клиентов в сфере транспортной экспедиции.

#### Способы исследования проблемы

Традиционно, транспортно-экспедиционные предприятия (ТЭП) под клиентом понимают грузовладельца-грузоотправителя. Однако, при использовании в ТЭД клиентоориентированного подхода, на наш взгляд, к клиентам ТЭП следует относить как грузовладельцев, так и перевозчиков, для которых данные предприятия оказывают, в том числе и посреднические услуги по поиску отправителя грузов, погрузке, разгрузке, перегрузке и организации доставки [1].

В настоящее время довольно большое внимание в развитии крупных и средних компаний уделяется вопросу «клиентоориентированности», ведется дополнительная работа по отслеживанию изменений потребностей клиентов, уделяется серьезное внимание повышению качества услуг. В рамках данной статьи под клиентоориентированностью понимается способность ТЭП создавать дополнительный поток клиентов и дополнительную прибыль за счет глубокого понимания и удовлетворения их потребностей. На наш взгляд,

преимущества клиентоориентированного подхода в управлении ТЭД выражаются в повышении конкурентных преимуществ предприятий, соблюдении баланса интересов ТЭП и удовлетворенности клиентов их услугами, в повышении управляемости

предприятием, а в ряде случаев, в снижении затрат. Показатели, комплексно характеризующие деятельность ТЭП в рамках клиентоориентированного подхода, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели, определяющие деятельность ТЭП

Показатель / параметр	Характеристика факторов, определяющих показатели ТЭД
Услуга	Вид и набор услуг, предоставление гарантий, наличие дополнительного сервиса, сохранность груза, экономичность доставки, быстрота доставки, удобство пользования комплексом услуг
Цена	Уровень тарифов и маржи экспедитора, способы оплаты, система льгот и бонусов, условия кредитования. Прибыльность маршрута, автомобиля, прибыльность по видам перевозок и пр.
Распределение	Местоположение, каналы распределения и их количество, возможность заказов через Интернет
Продвижение	Реклама, PR-мероприятия, стимулирование сбыта, лояльность клиентов
Персонал	Уровень квалификации, компетентность, мотивация, стимулирования труда, культура обслуживания
Ресурсы	Имидж, фирменный стиль, бренд, наличие собственного подвижного состава, тип транспортных средств, их техническая готовность, деловые связи и взаимоотношения с перевозчиками

Использование данных показателей в контроле достигнутых результатов ТЭП и в планировании будущего развития предприятий данной сферы услуг позволит использовать описанные выше преимущества клиентоориентированного подхода в управлении.

В таблице 2 приведен пример распределения показателей, характеризующих ТЭД предприятия, оказывающего как транспортные услуги, так и услуги транспортной экспедиции, по разным уровням управления и контроля.

Таблица 2 – Контролируемые параметры в управлении ТЭП

Уровень управления	Показатель, контролируемый на данном уровне
Верхний уровень управления (директор, зам. директора, коммерческий директор)	Прибыль по видам перевозок. Прибыль по направлениям перевозок. Доля времени простоя в общем времени работы парка. Количество заявок, выполненных в срок и пр. Уровень лояльности клиентов.
Операционный уровень управления (менеджер, диспетчер, водители и пр.)	Прибыльность автомобиля, прибыльность маршрута (заказа), процент загрузки транспорта, коэффициент технической готовности, аварийность в пути, срок доставки груза. Прибыльность ремонтного оборудования (часа работы) и пр.

Система ключевых показателей результативности транспортно-экспедиторской деятельности, описанная в статье, должна быть многоуровневой. На операционном уровне должны применяться контролируемые параметры, которые напрямую влияют на показатели верхнего уровня и дают понимание причин возникших проблем.

К типичным проблемам экспедитора можно отнести следующие:

- высокий уровень комиссии (маржи экспедитора в цене транспортировки);
- неадекватные способы оплаты услуг клиентов, приводящие к образованию дебиторской задолженности большого объема и срока погашения;

- неадекватное взаимодействие экспедитора с клиентом;
- отсутствие скоординированных действий между отдельными подразделениями ТЭП;
- отсутствие или ограничение места для хранения грузов;
- ограниченность собственного парка транспортных средств, приводящая к необходимости аутсорсинга части услуг, что в ряде случаев ведет к снижению ответственности перевозчиков и в целом снижению качества транспортных услуг;
- нежелание экспедиторов работать с перевозками, предполагающими

необходимость решения возникающих в ходе доставки проблем;

- несвоевременное информирование о дислокации и техническом состоянии транспортного средства и перевозимого груза, зависимость от внешнего сюрвейера.

Часто основной проблемой рынка транспортных услуг является высокие цены

экспедиторов на услуги, которые составляют 15-25 % цены фрахта, это делает заведомо низкорентабельной либо убыточной работу, в первую очередь, мелких компаний-перевозчиков. Для иллюстрации такой проблемы, к примеру, рассмотрим типичные маршруты доставки грузов перевозчиками Санкт-Петербурга (Спб.):

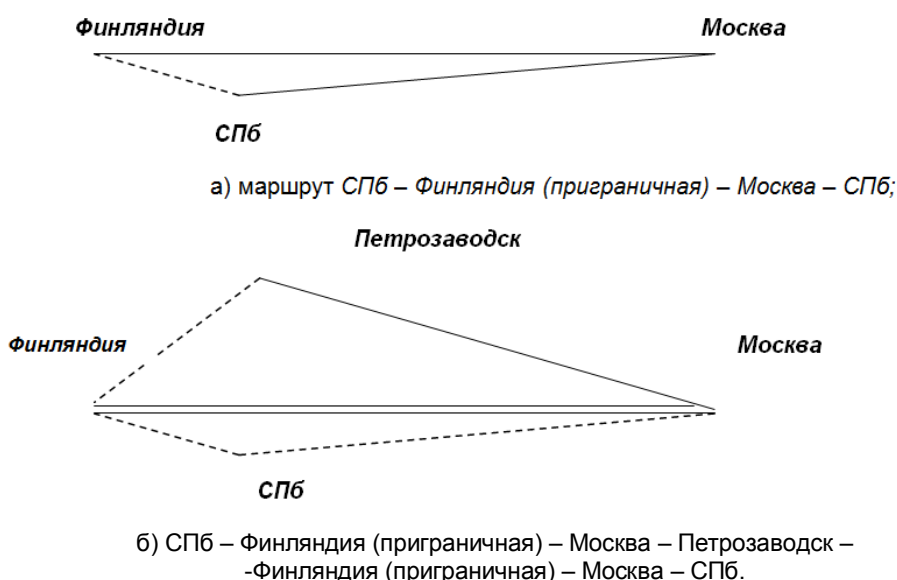


Рис. 1. Схема рассматриваемых маршрутов доставки грузов

Примерные цены фрахта по указанным маршрутам и комиссия экспедитора (в среднем 15%) приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Цены фрахта и комиссии ТЭП (тыс.руб.)

Показатель	Маршрут №1	Маршрут №2
1. Фрахт Спб-Финляндия	порожний	порожний
Средняя комиссия экспедиторов на рынке (15%)		
2. Фрахт Финляндия – Москва	60	60
Средняя комиссия экспедиторов на рынке (15%)	9	9
3. Фрахт Москва-Санкт-Петербург	24	порожний
Средняя комиссия экспедиторов на рынке (15%)	3,6	
4. Фрахт Москва-Петрозаводск		35
Средняя комиссия экспедиторов на рынке (15%)		5,3
5. Фрахт Петрозаводск-Финляндия		порожний
Средняя комиссия экспедиторов на рынке (15%)		
6. Фрахт Финляндия-Москва		60
Средняя комиссия экспедиторов на рынке (15%)		9
7. Фрахт Москва-Санкт-Петербург		порожний
Средняя комиссия экспедиторов на рынке (15%)		
Итого фрахт за весь маршрут, тыс.руб.	84	155
Итого комиссия экспедитора, тыс.руб./%	12,6 (15%)	23,3 (15%)

Как было отмечено ранее, управление качеством транспортно-экспедиционного обслуживания является приоритетным направлением менеджмента предприятия, базирующегося на клиентоориентированном

подходе. Цикл управления качеством услуги должен быть замкнутым и превращать «петлю качества» в «спираль», как это представлено у автора [4] и приведено на рисунке 2.



Рис. 2. Цикл управления качеством транспортно-экспедиционного обслуживания

**Результаты исследования**

Учитывая результаты проведенного исследования рынка транспортно-экспедиционных услуг, факторов, воздействующих на него и возникающих на современном этапе его развития проблем, в

данной статье сформулированы основные направления развития ТЭД, базирующиеся на реализации в данных компаниях клиентоориентированного подхода. На рисунке 3 представлены цели, методы и средства их достижения.

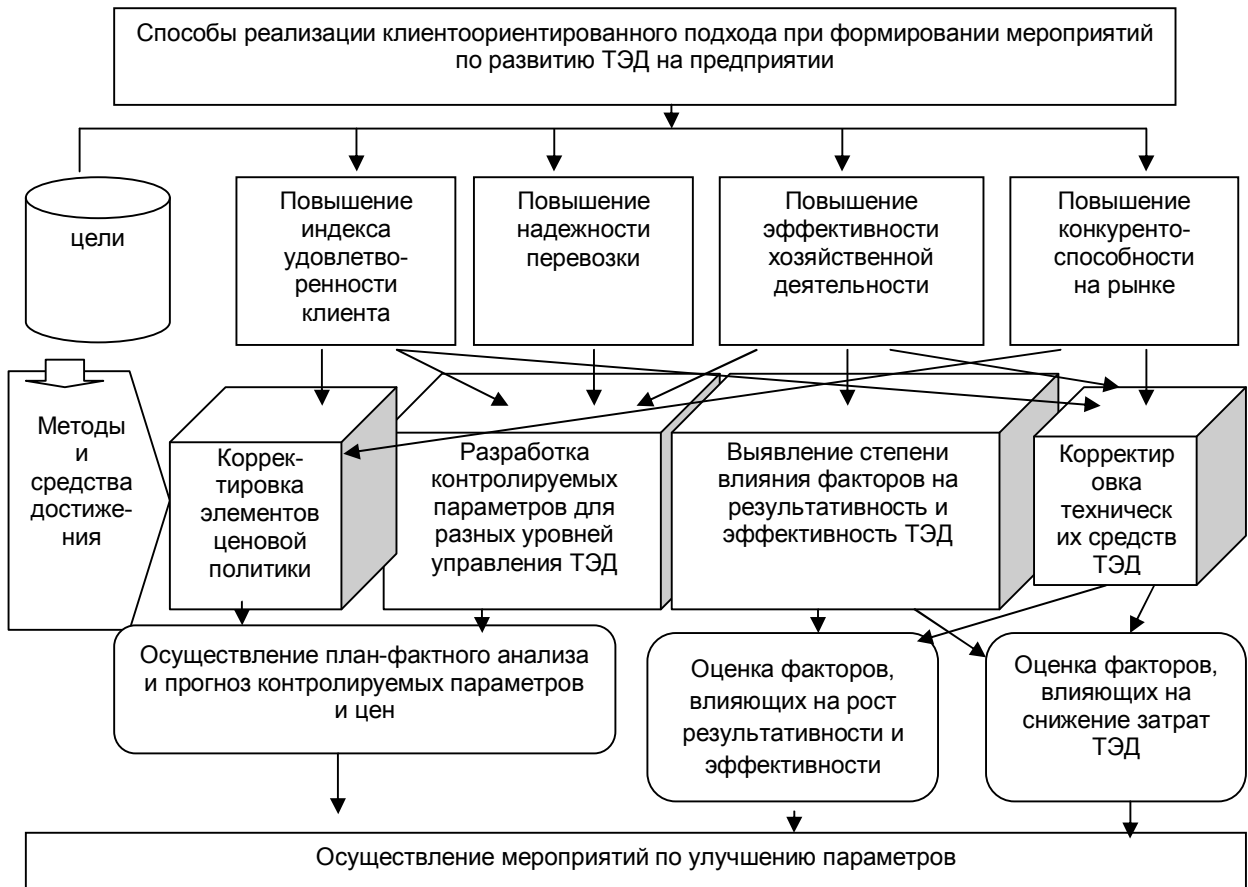


Рис. 3. Направления реализации клиентоориентированного подхода при формировании мероприятий по развитию ТЭД

К мероприятиям по улучшению контролируемых параметров можно отнести следующие: контроль качества доставки грузов экспедитором, внесение в договор на оказание транспортно-экспедиционных услуг пункта обязательного страхования груза перевозчиком при предоставлении ему бонусов на услугу (тем самым снижая собственную маржу), что повысит лояльность клиентов, и ТЭП может повысить

собственную результативность за счет прироста объемов выполненных услуг.

На рисунке 4 показан механизм управления ТЭД предприятия, который представляет собой составную часть системы развития предприятия, включающую анализ факторов, а также обеспечивающую воздействие на факторы, от состояния которых зависит результат деятельности в изучаемой сфере.

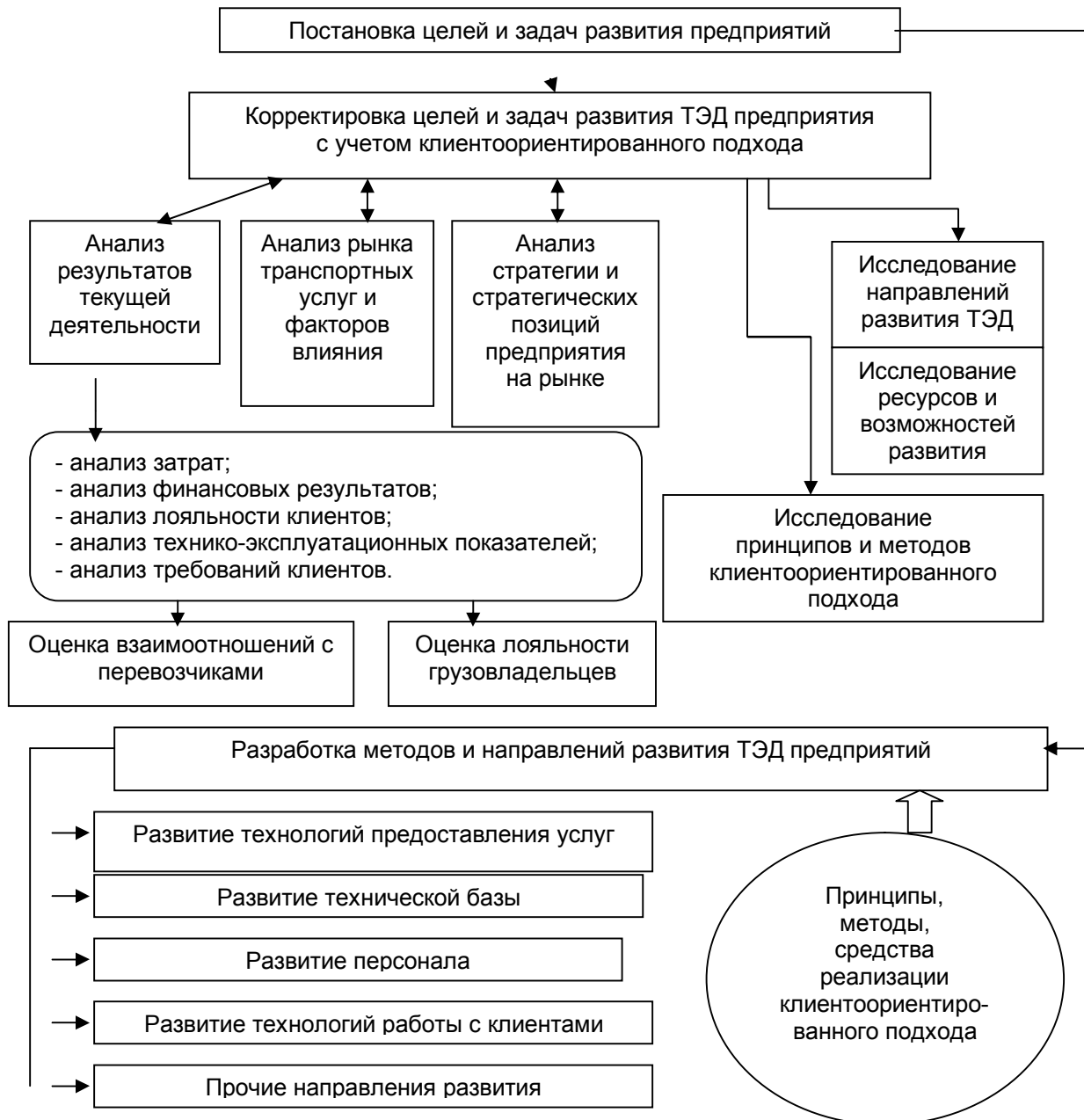


Рис. 4. Механизм развития ТЭД предприятия

В представленной схеме особое внимание уделяется таким направлениям развития ТЭД, как технологическое, техническое, развитие персонала и технологий предоставления услуг. Среди мер технического и технологического развития ТЭП, к примеру, может быть рассмотрено обновление либо модернизация парка транспортных средств, улучшение системы закупок ремонтных материалов, что повысит уровень технической готовности парка, сократит вероятность простоев, связанных с поломками, улучшит качество услуг, с генерирует прирост объемных показателей и прибыльности. Кроме того, могут быть использованы «современные управленческие технологии, например, реинжиниринг бизнес-процессов ТЭП» [2]. Также в компании может быть разработана система установления бонусов основным клиентам (грузовладельцам) в виде скидки, зависящей от объемов перевозок. Кроме того, может быть рассмотрен вариант предоставления скидок тем перевозчикам, которые заключили договор страхования груза, что также позволит улучшить качество перевозок и добиться повышения лояльности клиентов. Для оценки лояльности клиентов ТЭП может использоваться индекс NPS (*Net Promoter Score*), что также позволит осуществлять развитие ТЭД в рамках клиентоориентированного подхода.

#### Заключение

Использование механизма реализации клиентоориентированного подхода и разработанных направлений развития ТЭД в деятельности предприятий данной сферы позволит достичь высоких результатов функционирования и обеспечить выполнение требований клиентов. При этом необходим регулярный мониторинг выполненных заказов, выявление проблем и ошибок, устранение недочетов в работе транспорта.

#### Библиографический список

1. Бородулина, С. А. Управленческие технологии на рынке грузовых автотранспортных услуг: монография / С. А. Бородулина, Н. А. Логинова – СПб.: СПбГИЭУ, 2011. – 256 с.
2. Бородулина, С. А. Реинжиниринг бизнес-процессов автотранспортного предприятия как инструмент технологической и управленческой модернизации / Вестник ИНЖЭКОНа, №5 (40) серия Экономика. – СПб.:СПбГИЭУ, 2010 – С. 225-229.
3. Гембл, П. Маркетинг взаимоотношений с потребителями / П. Гембл, М. Стоун, Н. Вудок. – М.: Изд-во Торговый дом «Гранд», 2002. – 512 с.

4. Мальцева, М. В. Управление качеством транспортно-экспедиционного обслуживания внешнеторговых перевозок: автореф. дис. ... канд. экон. наук / М. В. Мальцева; ГУУ 08.00.05. - М.: 2007. - 23 с.

5. Прахалад, К. К. Управление взаимоотношениями с клиентами. Как использовать потребительский опыт / К. К. Прахалад, В. Рамасвами. – М.: АльпинаБизнес Букс, 2007. – 12с.

6. Челенков, А. Клиентоориентированный подход в маркетинге взаимоотношений / А. Челенков, Т. Сониная. // Маркетинг. – 2012. - № 1. – С. 34-47.

7. Berry L Relationship Marketing for Competitive advantage (Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000).

8. Lusch Rand Vargo S., Service-Dominant Logic: Continuing the Evolution, Journal of the Academy of Marketing Science, 36 (Spring), 2008, 1-10.

#### DEVELOPMENT OF SHIPPING AND FORWARDING ACTIVITY OF ENTERPRISES AT POSITION OF CUSTOMER-ORIENTED APPROACH

S. A. Borodulina, N. A. Loginova,

**Abstract.** The author describes the relevance of transition to the principles of client-oriented approach in implementing shipping and forwarding activity, the peculiarities of the client-oriented approach in management of enterprises in transport market. The author describes the mechanism of transport forwarding's development and justifies the means of achieving goals of the enterprises' development.

**Keywords:** shipping and forwarding activity, customer-oriented approach, development mechanism, means for achieving strategic goals.

#### References

1. Borodulina S.A. Loginova N.A. *Upravlencheskie tehnologii na rynke gruzovyh avtotransportnyh uslug. Monografija* [Management technologies in the market of cargo transportation services. Monograph]. St. Petersburg, SPbGIEU, 2011. 256 p.
2. Borodulina S. A. Reinzhiniring biznes-processov avtotransportnogo predpriyatija kak instrument tehnologicheskoy i upravlencheskoj modernizacii [Reengineering business process of a motor transport company as a tool of technological and management modernization]. *Vestnik INZhJeKONa serija Jekonomika*, no 5 (40), SPb.:SPbGIEU, 2010 . pp.225-229.
3. Gembl P., Stoun M., Vudok N. *Marketing vzaimootnoshenij s potrebiteljami* [Relationship marketing with customers]. Moscow, Izd-vo Torgovyj dom Grand, 2002.
4. Mal'ceva M. V. *Upravlenie kachestvom transportno-jekspeditorского obsluzhivaniya vneshnejekonomicheskikh perevozok*: avtoref. diss. kand. jekon. nauk, [Quality management of shipping and forwarding service of foreign trade shipments]. 2007.23 p.

5. Prahalad K. K. Ramasvami V. *Upravlenie vzaimootnoshenijami s klientami. Kak ispol'zovat' potrebitel'skij opyt* [Customer Relationship Management. How to use consumer experience]. Moscow, Al'pinaBiznes Bukks, 2007. 12 p.

6. Chelenkov A., Sonina T. *Klienorientirovannyj podhod v marketinge vzaimootnoshenij* [Customer-oriented approach to relationship marketing]. *Marketing*, 2012, no 1.

7. Berry L. *Relationship Marketing for Competitive advantage* (Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000).

8. Lusch Rand Vargo S., *Service-Dominant Logic: Continuing the Evolution*, Journal of the Academy of Marketing Science, 36 (Spring), 2008, 1-10.

*Бородулина Светлана Анатольевна (Россия, г. Санкт-Петербург) – доктор экономических наук, доцент, профессор НИИ ВШЭ в Санкт-Петербурге, департамент Логистики и управления цепями поста. (190008 г. Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, д. 16, e-mail: piter00000@mail.ru)*

*Логонова Наталья Анатольевна (Россия, г. Санкт-Петербург) – доктор экономических наук, доцент; доцент кафедры Управления транспортными системами Санкт-Петербургского государственного экономического университета, (191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21, e-mail: loginova.79@mail.ru)*

*Baradulina Svetlana (Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia) - Doctor of Economics, Associate Professor, School of Economics Research Institute in St. Petersburg, Department of logistics and supply chain management post. (191023, St. Petersburg, ul. Union printers, etc., d. 16, e-mail: piter00000@mail.ru)*

*Natalia A. Loginova (Russian Federatuon, Saint-Petersburg, Russia) - doctor of economics, associate Professor; Associate Professor of Department of Transport Systems, St. Petersburg State University of Economics (191023, St. Petersburg, ul. Garden, 21, e-mail: loginova.79@mail.ru)*

УДК 658.15:622.276

### ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ НЕФТЕСЕРВИСНОЙ КОМПАНИИ

И. В. Буренина, Г. Ф. Хасанова

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия

**Аннотация.** В статье представлена методика выбора оптимальной стратегии развития нефтесервисной компании и построения ее корпоративного профиля. Рассмотрены варианты стратегий внешнего и внутреннего роста, а также алгоритм выбора оптимального варианта развития исходя из текущего состояния компании и рыночной конъюнктуры.

**Ключевые слова:** корпоративный профиль, нефтесервисная компания, система показателей, стратегические альтернативы, категория, рейтинг.

#### Введение

В настоящее время в условиях глобализации и усиление конкуренции для компаний, работающих на рынке нефтесервисных услуг, актуальным является вопрос выбора стратегии развития. Ситуация существенно осложняется тем, что сегодня основная тенденция на рынке - рост доли иностранных компаний в связи с недостаточной конкурентоспособностью отечественных, и общий тренд – укрупнение, консолидация активов [3,4,7]. Таким образом, отечественные компании вынуждены осуществлять поиск новых путей повышения эффективности деятельности и развития конкурентных преимуществ [1].

#### Методика выбора оптимальной стратегии развития нефтесервисной компании

Для выбора оптимальной стратегии развития нефтесервисной компании и построения ее корпоративного профиля исходя из текущего состояния компании и рыночной конъюнктуры, предлагается использовать следующую методику.

Начальным этапом является ранжирование всех компаний, действующих на рынке нефтесервисных услуг, на три категории в зависимости от их вводных параметров: компании с высоким, средним и низким рейтингом. Вводные параметры характеризуют деятельность компании в целом, и к ним относятся: текущее

финансовое состояние, наличие или недостаток материальных, трудовых ресурсов, управленческих компетенций, которые в конечном итоге ограничивают компании в выборе стратегических альтернатив, и концентрируют внимание руководителей на приемлемых вариантах развития.

С целью отнесения компаний к той или иной категории строится корпоративный графический профиль. В теории менеджмента встречаются различные модели корпоративных профилей, которые содержат собой алгоритм оценки основных характеристик компании [2,5,6]. С помощью таких моделей решают различные задачи: проводят сравнительную оценку компании и ее конкурентов, сравнительную оценку компании и ожиданий потребителя, комплексная оценка деятельности компании. В представленной методике корпоративный профиль позволяет комплексно оценить текущее состояние компании, наглядно сравнить деятельность разных по параметрам компаний, и в конечном итоге определить категорию рассматриваемой компании.

На первом этапе для построения профиля необходимо определить требования к системе показателей. Для нефтесервисной компании при разработке профиля требования могут быть следующими:

- система показателей должна давать возможность оценить состояние активов компании, наличие ресурсов и т.д.;
- показатели должны рассчитываться по данным публичной бухгалтерской отчетности и данным годовых отчетов компании;

- показатели должны давать возможность сопоставить конкурентоспособность компаний по отношению друг с другом.

Учитывая вышеперечисленные требования, на втором этапе формулируется система показателей, позволяющая определить категорию нефтесервисной компании. В систему входят четыре группы показателей:

- финансовые (выручка от продаж продукции, оказания услуг (без НДС), чистая прибыль, коэффициент автономии, коэффициент покрытия, коэффициент обеспеченности собственными средствами, рентабельность активов, рентабельность собственного капитала, рентабельность продаж);

- операционные (специфические для каждого вида деятельности (сегмента бизнеса), например, для сейсморазведки – объем сейсмопрофилирования МОГТ 2D, МОГТ 3D, количество физических наблюдений, сметная стоимость работ, прирост разведанных запасов на 1 рубль ГРП);

- показатели эффективности использования основных средств (коэффициент износа, фондоотдача, коэффициент замены, коэффициент поступления);

- трудовые (темп изменения выработки на 1 работника, текучесть кадров, соотношение роста заработной платы и производительности труда).

Показатели, характеризующие специфические виды деятельности компании, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Специфические операционные показатели деятельности нефтесервисных компаний по сегментам

Сегмент рынка нефтесервисных услуг	Показатель	Ед. измерения	Компания					Среднее значение
			1	2	3	...	N	
Разведочная геофизика	объем сейсмопрофилирования МОГТ 2D	пог. км						
	объем сейсмопрофилирования МОГТ 3D	кв. км						
	количество физических наблюдений	ед.						
	сметная стоимость работ	тыс. руб.						
	прирост разведанных запасов на 1 рубль ГРП	т./руб.						



Продолжение Таблицы 1

Промысловая геофизика	ГИС в бурящихся скв.	тыс.м						
	ГИС в действующих скв.	исслед.						
	сметная стоимость геофизических услуг	тыс.руб.						
Бурение	годовая проходка в эксплуатационном бурении	м						
	годовая проходка в разведочном бурении	м						
	количество фактически сданных скважин заказчику	ед.						
	количество буровых установок	ед.						
	количество буровых бригад	ед.						
Капитальный ремонт скважин	количество операций по ремонту скважин	ед.						
	количество бригад по ремонту скважин	ед.						
	средняя величина межремонтного периода	сут.						

Третьим этапом в построении корпоративного профиля является определение средних величин вышеперечисленных показателей. В итоге, компании, чьи показатели близки к значениям показателей среднего профиля представляют собой категорию компаний со средним рейтингом. В категорию с высоким рейтингом попадают компании, показатели которых выше значений среднего профиля, в категорию с низким рейтингом попадают компании, показатели которых ниже значений среднего профиля.

Второй блок представленной ниже схемы заключается в построении индикаторов различных стратегий роста (рис. 1). В теории стратегического менеджмента стратегии делят на две группы: стратегии внешнего и внутреннего роста, в свою очередь среди стратегий внешнего роста выделяют стратегии слияния, приобретения (поглощения), привлечения стратегического инвестора. Для компаний с высоким рейтингом целесообразно рассмотреть такие стратегические альтернативы как: слияние, приобретение (поглощение), внутренний рост,

так как в эту категорию попадают компании, которые характеризуются финансовой устойчивостью, хорошим техническим потенциалом, высокими темпами роста, долей рынка, операционными показателями. Для компаний с низким рейтингом – стратегии привлечения стратегического инвестора, внутренний рост, так как компании данной категории характеризуются плохим финансовым состоянием, отрицательной динамикой роста. Для компаний среднего диапазона целесообразно сочетание перечисленных стратегий роста.

На рисунке 2 представлен заключительный этап выбора стратегии развития компании.

Итоговым результатом удачной сделки слияния и поглощения является получение синергического эффекта. Для оценке эффекта синергии могут быть использованы разработанные в настоящее время различные подходы, в основном они основаны на стоимостных методах оценки бизнеса: доходном, затратном и сравнительном.

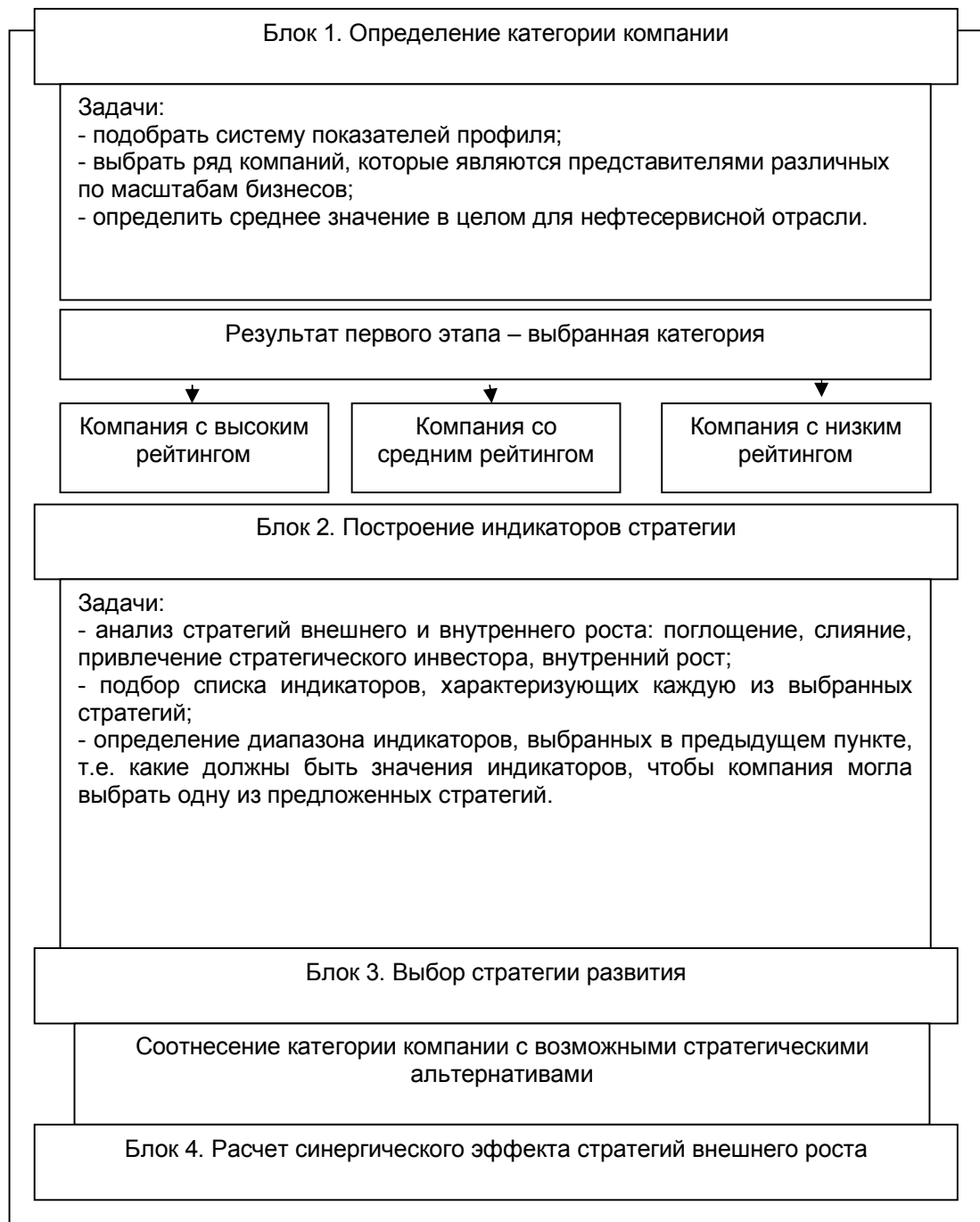


Рис. 1. Схема выбора оптимальной стратегии роста нефтесервисной компании

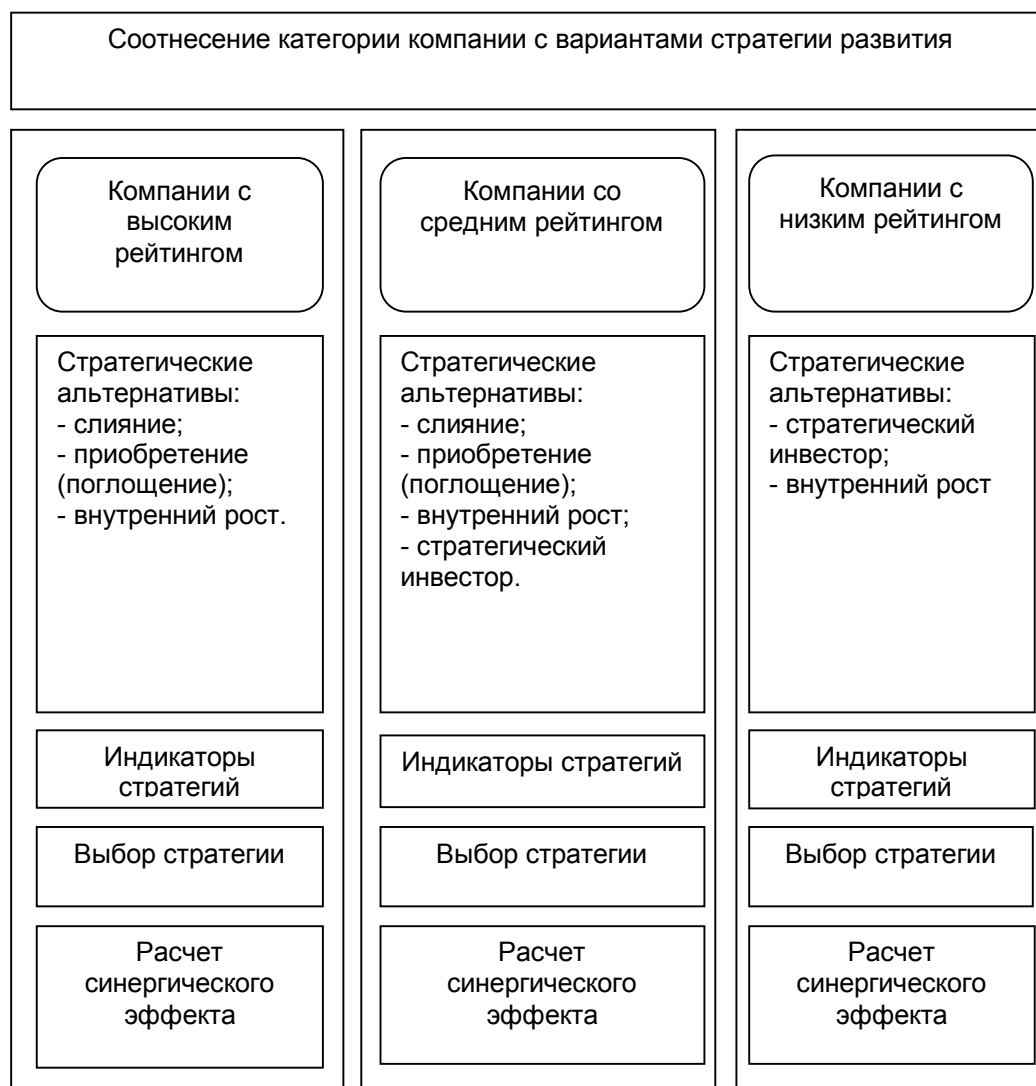


Рис. 2. Соотнесение категории компании с возможными стратегическими альтернативами

### Заключение

В настоящее время российские нефтесервисные компании сталкиваются со сложной проблемой выбора эффективной стратегии развития. В статье предложена методика, позволяющая выявить возможные стратегические альтернативы с учетом текущего состояния предприятия, его ресурсного потенциала и рыночной конъюнктуры и исходя из этого выбрать наиболее оптимальный вариант.

### Библиографический список

1. Буренина, И. В. Проблемы, тенденции и перспективы рынка нефтесервисных услуг: научное издание / И.В. Буренина, Г.Ф. Хасанова, С.В. Эрмиш. – Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014. – 120 с.
2. Габдрашитова, Э. И. Оценка производственного потенциала нефтесервисных

предприятий / Э. И. Габдрашитова, Д. А. Гамилова // Наукосведение. - №3. – 2014. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/30EVN314.pdf>

3. Отчет компании Deloit «Состояние и перспективы развития нефтесервисного рынка России 2014» // Нефтегазовая Вертикаль. - №22. - 2014. – С. 67-72.

4. Российский рынок нефтесервисных услуг 2013 // Аналитический обзор, 4-е издание. – 2014. - Режим доступа: <http://www.research.rbc.ru>

5. Савчук, С. В. Анализ основных мотивов слияний и поглощений / С. В. Савчук. – Режим доступа: <http://www.metodolog.ru/01554/01554.html>

6. Типы стратегий развития бизнеса // Стратегическое управление. - Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/upravlenie-4/60.htm>

7. Чуев, Д. Э. Основные тенденции консолидации активов на мировом рынке нефтесервисных услуг / Д. Э. Чуев // Бурение и нефть. - №11. – 2013. – С. 56 – 58.

### CHOOSING OPTIMAL STRATEGY OF DEVELOPING OILFIELD SERVICE COMPANIES

I. V. Burenina, G. F. Hasanova

**Abstract.** The article presents a methodology for selecting optimal development strategy of developing oilfield service company and forming its corporate profile. There are considered versions of strategies of internal and external growth, presented an algorithm for choosing optimal variant for development based on a current state of the company and market conditions.

**Keywords:** corporate profile, oilfield service company, scorecard, strategic alternatives, category, rating.

#### References

1. Burenina I.V. *Problemy, tendentsii i perspektivy rynka nefteservisnyh uslug*. [Problems, trends and prospects of the oilfield services market: scientific publication.] Ufa: RIC UGNTU, 2014. 120 p.
2. Gabdrashitova E.I., Gamilova D.A. Ocenka proizvodstvennogo potenciala nefteservisnyh predpriyatij [Assessment of the productive capacity of oilfield service companies]. *Naukovedenie*. No 3. 2014.
3. Report of Deloit Sostojanie i perspektivy razvitija nefteservisnogo rynka Rossii 2014 [Status and prospects of developing oilfield service market in Russia 2014]. *Neftegazovaya Vertikal*, 2014, no 22.
4. [The Russian oilfield services market in 2013 // Analytical Review, 4th edition. 2014]. Available at: <http://www.research.rbc.ru>

5. Savchuk S.V. [Analysis of the main motives of amalgamations and takeovers] Available at: <http://www.metodolog.ru/01554/01554.html>

6. [Types of business development strategies]. Available at: <http://www.bibliotekar.ru/upravlenie-4/60.htm>

7. Chuev D.E. [Modern trends of developing global market of oilfield services]. *Burenie I neft*, 2014, no 8.

*Буренина Ирина Валерьевна (Уфа, Россия) – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры Экономика и управление на предприятии нефтяной и газовой промышленности ФГБОУ ВПО УГНТУ (450062, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов 1, e-mail: iushkova@yandex.ru).*

*Хасанова Гузель Фуатовна (Уфа, Россия) – аспирант, преподаватель кафедры Экономика и управление на предприятии нефтяной и газовой промышленности ФГБОУ ВПО УГНТУ (450062, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов 1 г. Уфа, Нежинская 37-135, e-mail: gukhasanova@yandex.ru).*

*Burenina Irina Valerievna (Ufa, Russia) - doctor of economic sciences, professor of the department "Economics and Management on the enterprise of Oil and Gas Industry", FSBEI HPE UGNTU (450062, Ufa, Russia, 1 Kosmonavtov, email: iushkova@yandex.ru).*

*Khasanova Gusel Fuatovna (Ufa, Russia) – postgraduate student, lecturer of the department "Economics and Management on the enterprise of Oil and Gas Industry", FSBEI HPE UGNTU (450062, Ufa, Russia, 1 Kosmonavtov, email: gukhasanova@yandex.ru).*

УДК 336

### МАРКЕТИНГОВАЯ ПОЛИТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛЫХ БАНКОВ

В. В. Карпов<sup>1</sup>, М. А. Бабичев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Россия, г. Омск;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «СибАДИ» Россия, г. Омск.

**Аннотация.** В статье представлен анализ влияния маркетинговой политики на результат деятельности банков. Показаны особенности маркетинговой политики как инструмента введения предпринимательской деятельности малых банковских организаций. В результате даны рекомендации по повышению эффективности ведения деятельности банков путем изменения маркетинговой политики.

**Ключевые слова:** Маркетинговая политика, малые банки, маркетинговые исследования, география продаж, сегментирование клиентов.

#### Введение

На сегодняшний день коммерческий банк является особым предприятием, направленным на производство банковского продукта. Практика ведения банковского бизнеса, показывает, что способы и методы увеличения спроса на банковский продукт у

малых и крупных банков различны. Одним из источников изменения активности спроса на предлагаемый банками продукт является маркетинговая политика банка. Затраты на маркетинг, а также получаемый положительный с точки зрения финансового результата эффект важны точки зрения

планирования и прогнозирования предпринимательской деятельности банковской организации.

Проблема увеличения спроса путем корректировки маркетинговой политики является актуальной на текущем этапе развития банковской системы. Значительная часть авторов при анализе возможных источников увеличения спроса на банковские услуги рассматривают отдельные элементы маркетинговой политики в качестве основных инструментов. Например, Ю.С. Эзрох рассматривает Интернет как основной источник прибыли субъекта банковского предпринимательства [1]. При рассмотрении предпринимательской структуры банковского сектора с точки зрения масштаба деятельности, современные авторы выделяют специфику ведения бизнеса у малых и крупных банков. Одним из примеров анализа деятельности банков с точки зрения масштаба является статья А. Б. Чернобыльской [2]. В данной статье описаны отдельные элементы увеличения спроса на банковские услуги малых банков путем изменения маркетинговой политики.

По мнению автора, разграничение банковского сектора на крупные и мелкие банки с точки зрения источников привлечения клиентов является целесообразным. При различной политике ведения бизнеса крупных и малых банков, возможно, определить дополнительные источники привлечения клиентов малыми банковскими структурами. Предлагаемые источники формируются за счет изменения маркетинговой политики и позволят малым банкам увеличить спрос на предлагаемые услуги.

### **Маркетинговая политика как инструмент ведения предпринимательской деятельности малых банков**

При разработке политики расширения на розничном рынке банковских продуктов малым банкам необходимо принимать решения, схожие как с крупными федеральными банковскими структурами, так и специальные решения, отражающие специфику малой банковской организации. Основными каналами продаж банковских услуг являются следующие [1]

*Корпоративная клиентская база* – клиенты, получающие заработную плату посредством зарплатного проекта банка, сотрудники компаний, имеющих расчетные счета в банке, текущие вкладчики и заемщики банка, держатели карт банка и владельцы пакетных предложений.

*Агрессивный маркетинг* – холодные звонки, акции по распространению листовок, демпинговые ставки на ограниченные временные периоды [3].

*Использование монопольного положения в отдельном сегменте розничного кредитования в городе или регионе.* Например, возможность рассмотрения кредитных заявок в течение нескольких часов, либо при предоставлении документов, не включающих документальное подтверждение места работы клиента либо иного источника дохода.

Для крупных банков приоритетным направлением в привлечении клиентов на розничное обслуживание является максимально глубокая проработка имеющей клиентской базы, как по розничному, так и по корпоративному направлению. При реализации политики повышения приоритета в обработке текущих баз клиентов крупные банковские организации имеют возможность сократить расходы на маркетинг, либо оставить их на стабильном уровне. Снижение маркетинговых издержек крайне важно для крупных банков [4]. Данное обстоятельство связано с тем, что масштабная структура обычно имеет обширное территориальное представительство. Изменение расходов на маркетинг отражается на бюджете каждой структурной единицы банка. Данное увеличение может существенно изменить расходную часть банка в целом и повлечь снижение итоговой прибыли не только в отдельно взятом регионе, а в масштабе региона либо нескольких регионов. С другой стороны, увеличение маркетинговых расходов целесообразно при комплексном применении данного инструмента совместно с демпинговыми ценовыми акциями в отдельном периоде. Это объясняется тем, что снижение цены услуги может привлечь клиента в банк и создать определенный поток новых клиентов. В то же время ограниченный по времени характер снижения цены продукта может не столь сильно снизить финансовую выгоду компании по итогам более крупного периода, чем увеличить итоговый финансовый результат.

Примером может выступать снижение ставки по кредиту в течение трех месяцев, которое сгенерирует поток клиентов, способных значительно увеличить кредитный портфель по итогам года в большей степени, чем стабильные ставки на протяжении всего года. Подобное утверждение целесообразно отнести и к пассивным операциям, когда банки увеличивают процент по вкладам при

размещении вклада в начале года либо до определенного момента в течение первого или второго квартала. В данном случае при ценовом демпинге расходы на рекламу и маркетинг в комплексе будут покрываться прибылью последующих периодов и уже в конце года применение подобной политики привлечения клиентов и наращивания клиентской базы в целом даст больший результат, чем стабилизация тарифов в масштабах всего периода.

Политика работы на рынке средних и малых банков носит принципиально другой характер. Приоритетными направлениями в развитии банка являются привлечение и удержание клиентов. В то же время применение инструментов воздействия на рынок, которыми руководствуются крупные банковские структуры, не всегда доступны для малых банков. Это обстоятельство связано с тем, что подобные инструменты привлечения клиентов требуют значительных инвестиций, либо обусловлены недостаточным количеством клиентов корпоративного блока для оказания надлежащего эффекта на розничное направление. В подобной ситуации малым банком необходимо искать иные специфические каналы привлечения, дополняя уже существующие [5]. При рассмотрении стратегии развития малого банка целесообразно определить ряд путей увеличения клиентской базы.

Фактор удобства расположения банка важен как в розничном так и корпоративном направлении ведения банковского бизнеса. К примеру, по данным опроса, проводимого Центральным Банком России «Спрос предприятий нефинансового сектора на банковские услуги» на ежеквартальной основе удобство расположения организации входит в ТОП-5 параметров, значимых при определении потенциального банка-партнера. Данный параметр выбора сохраняет свои лидирующие позиции на протяжении нескольких кварталов, что подтверждается данными Центрального Банка в за 1,2,3 и 4 кварталы 2012 года [6,7,8].

Одним из источников увеличения клиентского потока в банк является повышение степени узнаваемости банка в рамках отдельно взятого региона, города либо меньшей территории. Подобное эффект возможен к достижению путем расширения филиальной сети, увеличения количества офисов. Увеличение количества офисов банка, как правило, сопряжено с расходами,

превышающими допустимые расходы банка малого или среднего масштаба деятельности. Это связано с тем, что помимо расходов на покупку или аренду помещения, банку необходимо произвести ряд затрат на оборудование данного помещения и набор персонала. Также после открытия новых помещений банка у организации возрастут постоянные издержки, как на обслуживание помещения, так и на оплату труда персонала. В данном случае банку следует перенести акцент с открытия новых офисов на открытия автономно функционирующих точек присутствия. Это такие точки, как банкоматы по приему и выдаче наличных. Преимущество в работе с данным инструментом в том, что все точки могут управляться и контролироваться из единого центра, который может находиться как непосредственно у банкомата, так и удаленно.

Банкомат, позволяющий осуществлять как операции по внесению средств, так и по снятию и обмену денег, заменяет работу операционного подразделения банка. В то же время наличие банкомата увеличивает узнаваемость банковской организации тем, что его размещение выполняет как обслуживающую функцию, повышая лояльность действующих клиентов, так и привлекательную, так как банкомат является рекламным носителем. Привлекательная функция банкомата позволяет привлечь новых клиентов той местности, где он расположен. Таким образом, организация маркетинговой политики путем расширения точек автономного обслуживания клиентов позволяет банку среднего и малого масштаба вести работу как с постоянными клиентами банка, так и с новыми путем размещения информации. Данная политика снижает расход на аренду новых помещений и оплату персонала в силу того, что подразделение, оказывающее техническую поддержку автономных точек обслуживания, может одновременно сопровождать работу нескольких точек, находящихся удаленно друг от друга.

Следующим источником увеличения объема клиентов является маркетинговая политика банка в интернете. В настоящее время Интернет является приоритетным каналом коммуникации людей. Работа банка через Интернет с клиентами также может вестись в нескольких направлениях.

Первым направлением является работа с текущими клиентами банка. Цель работы с текущими клиентами – это повышение лояльности клиентов к банку в целом,

которое сопровождается обращением клиента за новыми продуктами и в рекомендациях другим потребителям банковских услуг. Основным инструментом работы с текущими клиентами банка в Интернете является сайт банка. Разработка сайта и удобство работы с ним позволяет создать конкуренцию между организациями разного масштаба. Ярким примером преимущества малого банка перед крупной банковской организацией является время ответа клиенту при обращении за определенной банковской услугой через сайт банка. Время ответа клиенту по запросу через сайт федерального банка может достигать нескольких дней. В то же время ответ по многим обращениям в малых и средних банках предоставляется клиенту в течение нескольких часов, а сутки являются максимальным сроком ответа по запросу. Это обстоятельство объясняется тем, что большая часть крупных банков осуществляет техническое сопровождение и обработку заявок с помощью единого центра. Время по координации заявок в масштабах региона или нескольких регионов увеличивается в связи с загруженностью сотрудников центра по обработке заявок [9].

В малых банках, напротив, контроль и сопровождение обращений клиентов через корпоративный сайт банка осуществляется в рамках региона присутствия банка. Таким образом, снижается время ответа путем устранения этапа обработки заявок единым центром. Фактор скорости ответа клиенту является одним из основных критериев выбора банковской услуги. Данный факт подтверждается многими исследованиями, проводимыми в среде предложения банковских продуктов. Такие опросы проводятся сайтом [www.banki.ru](http://www.banki.ru), информационным агентством «РосБизнесКонсалтинг» и др.

Следующим направлением маркетинговой политики банка в Интернете является размещение рекламы. Ценовая политика различных Интернет-ресурсов, доступных для размещения рекламы, может отличаться. В данном случае, для оптимизации расходов на маркетинговые издержки банку необходимо сделать выбор между следующими путями размещения:

- размещение рекламы на большом количестве сайтов с более низкой ценой;
- размещение рекламы на малом количестве сайтов с более высокой ценой.

Ценовая политика Интернет-сайтов по размещению рекламы зависит от рейтинга

сайта среди пользователей. Таким образом, рекламу по более высокой цене смогут увидеть больше пользователей, чем рекламу на сайте с низкой ценой. В то же время рейтинг спроса на Интернет-ресурс зависит от маркетинговой политики самого ресурса.

Исходя из масштаба деятельности сайта, Интернет-ресурсы можно разделить на: локальные; региональные; федеральные.

На локальных (городских) Интернет-сайтах размещается информация, касаемая событий отдельного города либо области. Целевой аудиторией локального сайта являются жители отдельного города. Региональные Интернет-сайты осуществляют информационную деятельность и в рамках нескольких областей, и в рамках отдельного региона. Например, сайты описывающие новости и анонсирующие события Сибири, Дальнего востока, либо Москвы и Московской области. К федеральным сайтам можно отнести ресурсы, ориентированные на жителей страны. Цены по размещению рекламы на Интернет-ресурсах возрастают в зависимости от масштаба деятельности ресурса.

При равных сроках демонстрации стоимость размещения информации у федеральных сайтов больше, чем у региональных и локальных. В данном случае основным критерием выбора Интернет-ресурса является география продаж и присутствия банка. В случае если банк, в силу ограниченности своей филиальной сети, не может вести деятельность в рамках нескольких регионов, то целесообразность размещения рекламы банка на сайте федерального значения снижается. При подобном размещении большая часть потребителей рекламной информации не сможет воспользоваться предлагаемыми услугами в виду недоступности офиса банка. Если банк ограничен географией продаж отдельно взятым регионом, политика по размещению рекламной информацией должна вестись иным образом. Альтернативой размещению рекламной информации банка на федеральном сайте является размещение на нескольких локальных ресурсах. При подобном размещении информация будет доступна активным интернет-пользователям отдельного региона.

Следующим критерием выбора ресурса сети для размещения информации является сегмент оказания услуг банка. Если банковская организация позиционирует себя как банк, приоритизирующий свою деятельность на определенном продукте либо сегменте клиентов, то выбор рекламной компании в Интернете должен

соответствовать сфере деятельности банка и пользователей ресурса. В качестве примера по сегментарному признаку можно рассмотреть рекламу автокредитования на сайтах объявлений по продаже автомобилей. В данном случае если банк не поддерживает политику автокредитования поддержанных транспортных средств, то следует воздержаться от рекламы на сайтах объявлений автомобилей вторичного рынка и сместить акцент на сайты автосалонов новых автомобилей.

Еще одним критерием выбора Интернет-площадки для реализации маркетинговой политики банка можно считать сегмент пользователей рассматриваемого ресурса. Причем сегментацию потребителей информации можно проводить по многим критериям. Основными критериями сегментации клиентов сайта, которыми должен руководствоваться банк являются возраст и платежеспособность клиента. Сайты, основными пользователями которых являются люди, не достигшие совершеннолетия, и, как следствие, не

способные стать клиентами кредитной организации, не могут быть рассмотрены как приоритетный источник размещения рекламы. В то же время источник дохода, более благоприятен в плане потенциального партнера по размещению рекламы.

При сегментировании клиентов сайта, ресурс, информационный характер которого рассчитан на людей имеющих стабильный как рекомендацию, следует рассмотреть проведение детального маркетингового исследования. Маркетинговое исследование может позволить определить более точный сегмент клиента-пользователя сайта для размещения рекламной информации о банковском продукте, максимально удовлетворяющие потребности пользователя сайта. Таким образом, вероятность обращения клиента в банк увеличится, так как будет предлагаться услуга необходимая клиенту в виде исключаящем ненужные.

Таким образом, меры маркетинговой политики малых банков на территории и в Интернете можно отразить в виде таблиц (таблица 1, таблица 2).

Таблица 1 - Меры маркетинговой политики малых банков на территории

На территории			
Увеличение количества банкоматов			Размещение рекламы на банкоматах
Банкоматы по приему наличных денег	Банкоматы по выдаче наличных денег	Банкоматы по выдаче, приему и обмену наличных денег	

Таблица 2 - Меры маркетинговой политики малых банков в Интернете

В Интернете				
Работа с официальным сайтом		Размещение рекламы в Интернете		
Меры по повышению удобства и доступности информации на сайте банка	Меры по минимизации времени с момента приема до момента ответа по заявке на сайте банка	Размещение рекламы на локальных сайтах	Сегментация сайтов относительно продукта банка	Сегментация сайтов относительно потребителя информации

**Заключение**

Маркетинговая политика малого банка кардинально отличается от политики крупной банковской организации. Данное обстоятельство связано с недоступностью использования всех ресурсов привлечения клиентов малым банком, в отличие от крупного банка. Невозможность применения определенных инструментов по привлечению

новых клиентов обусловлена значительными финансовыми вложениями. В силу ограниченности ресурсов, малым банкам необходимо определять альтернативные пути привлечения клиентов. Одним из способов решения проблем малых банков в направлении маркетинговой политики является объединение источников поиска потребителей банковских услуг путем



совмещения каналов продаж в одном инструменте.

Первым направлением по увеличению клиентской активности малого банка при минимизации расходов является ввод автономных источников обслуживания клиентов. Данный инструмент позволит обеспечивать работу банка с текущими клиентами по операционным действиям, а также позволит привлечь новых клиентов путем размещения информации об услугах на терминале. Финансовые затраты на внедрение и поддержку терминальной сети ниже, чем внедрение новых офисов и набор специалистов. Таким образом, банк получает инструмент продвижения предлагаемого продукта с меньшими затратами, чем при агрессивном маркетинге с затратной рекламной компанией и расширением географии присутствия офисных отделений.

Вторым направлением банка малого масштаба деятельности в маркетинговой политике является работа с клиентами в сети Интернет. Данное направление подразделяется на работу с потребителями банковских продуктов на сайте банка и рекламной информацией на сторонних сайтах.

Максимально глубокая проработка функциональной части сайта банка позволит повысить лояльность текущей клиентской аудитории организации, а также привлечь новых клиентов путем рекомендаций со стороны постоянных пользователей сайта. Особо стоит отметить время ответа по текущим клиентским запросам, поданным с помощью официального сайта. В данном аспекте малые банки имеют преимущество, так как информация попадает к исполнителю, минуя единый координационный центр банка. В качестве рекомендаций в данном направлении можно определить следующие:

- организация опросов на регулярной основе среди текущих пользователей сайта на предмет удобства и доступности представленной информации;
- регулярный контроль и отчетность по клиентским обращениям на сайт с акцентом на время от момента создания обращения до его обработки.

Маркетинговая политика малого банка по размещению информации на сторонних источниках в Интернете имеет свою особенность. При определении источника размещения рекламной информации малые банки должны ориентироваться на сегмент пользователя сайта. Для осуществления

максимально эффективной политики банку следует соотносить сегмент потребителя информации с размещаемыми рекламными материалами. Сегментацию следует производить по возрасту клиентов, их занятости, потенциальным потребностям, географии продаж.

В качестве рекомендаций можно вынести следующие:

- следует размещать рекламную информацию на сайтах, чья потенциальная аудитория соответствует географии продажи присутствия банка;
- необходимо проводить маркетинговые исследования на регулярной основе относительно типов пользователей сайтов для размещения рекламы по разным критериям;
- периодически запрашивать у администрации сайтов данные о внутренних опросах среди пользователей с возможностью внесения рекомендаций по формированию данных опросов.

### Библиографический список

1. Чернобыльская, А. Б. Небольшие и средние банки: колоссальный резерв для роста на розничном рынке / А. Б. Чернобыльская // Банковское дело. – 2013 - №3. - С.67-70.
2. Эзрох, Ю. С. Использование социальных Интернет-ресурсов – тенденция конкурентной борьбы коммерческих банков? / Ю. С. Эзрох // Банковское дело. – 2003. - № 5. – С. 67-70.
3. Евмененко, Е. А. Банковский маркетинг: некоторые типичные ошибки / Е. А. Евмененко // Рекламодатель. – 2008. - №9. – С.
4. Годин, А. М. Маркетинг / А. М. Годин. - М.: ИД «Дашков и К», 2007. – 604 с.
5. Данько, Т. П. Управление маркетингом. / Т. П. Данько – М.: Инфра-М, 2006. – 352с.
6. Центральный Банк Российской Федерации. Спрос предприятий нефинансового сектора экономики на банковские услуги. Омская область. Хозяйство всего. IV квартал 2010 г., 2010 — Омск, 15 с.
7. Центральный Банк Российской Федерации. Спрос предприятий нефинансового сектора экономики на банковские услуги. Омская область. Хозяйство всего. IV квартал 2011 г., 2011 — Омск, 15 с.
8. Центральный Банк Российской Федерации. Спрос предприятий нефинансового сектора экономики на банковские услуги. Омская область. Хозяйство всего. IV квартал 2012 г., 2012 — Омск, 15 с.
9. Павлова, Н. Маркетинг в практике современной фирмы / Н. Павлова – М.: Норма, 2011. – 384 с.

**MARKETING POLICY AS A TOOL FOR  
CONDUCTING BUSINESS ACTIVITY  
OF SMALL BANKS**

V. V. Karpov, M. A. Babichev

**Abstract.** The article dwells upon the analysis of influencing marketing policy on the result of banks' activity. The influence is considered on the example of small banking organizations. There are given recommendations on increasing efficiency of operating banking activity by changing the marketing policy.

**Keywords:** Marketing policy, small banks, marketing researches, sales geography, customer's segmentation.

**References**

1. Chernobyl'skaja A. B. Nebol'shie i srednie banki: kolossal'nyj rezerv dlja rosta na roznichnom rynke [Small and medium banks: huge reserve for growth in the retail market]. *Bankovskoe delo*, 2013, no 3. Pp. 67-70.
2. Ezrokh Y. S. Ispol'zovanie social'nyh Internet-resursov – tendencija konkurentnoj bor'by kommercheskih bankov? [Using social internet resources – the tendency of commercial banks' competition?]. *Bankovskoe delo*, 2003, no 5. pp. 67-70.
3. Evmenenko E. A. Bankovskij marketing: nekotorye tipichnye oshibki [Bank marketing, some typical mistakes]. *Reklamodatel'*, 2008, no 9.
4. Godin A. M. *Marketing* [Marketing]. Moscow, ID Dashkov i K, 2007. 604 p.
5. Dan'ko, T. P. *Upravlenie marketingom*. [Marketing Management]. Moscow, Infra-M, 2006. 352p.
6. *Central'nyj Bank Rossijskoj federacii. Spros predpriyatij nefinansovogo sektora jekonomiki na bankovskie uslugi. Omskaja oblast'. Hozjajstvo vsego* [The Central Bank of the Russian Federation. Demand of enterprises of nonfinancial economical sector for

banking services. Omsk region. Total economy]. IV kvartal 2010, 2010 Omsk, 15 p.

7. *Central'nyj Bank Rossijskoj federacii. Spros predpriyatij nefinansovogo sektora jekonomiki na bankovskie uslugi. Omskaja oblast'. Hozjajstvo vsego* [The Central Bank of the Russian Federation. Demand of enterprises of nonfinancial economical sector for banking services. Omsk region. Total economy]. IV kvartal 2011, 2011, Omsk, 15 p.

8. *Central'nyj Bank Rossijskoj federacii. Spros predpriyatij nefinansovogo sektora jekonomiki na bankovskie uslugi. Omskaja oblast'. Hozjajstvo vsego*. [The Central Bank of the Russian Federation. Demand of enterprises of nonfinancial economical sector for banking services. Omsk region. Total economy]. IV kvartal 2012, 2012, Omsk, 15 p.

9. Pavlova N. *Marketing v praktike sovremennoj firmy* [Marketing in the practice of a modern firm]. Moscow, Norma, 2011. 384 p.

*Карпов Валерий Васильевич (Россия, г. Омск) – доктор экономических наук, профессор, директор Омского филиала ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ».* (644043, г. Омск, ул. Партизанская, 6., e-mail: VVKarpov@fa.ru)

*Бабичев Михаил Александрович (Россия, г. Омск) – аспирант ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080 Россия, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: mixa156@mail.ru)*

*Valery V. Karpov (Russian Federation, Omsk) – doctor of economics, professor, director of the Omsk branch FGOBU VPO "Financial University under the Government of the Russian Federation."* (644043, Omsk, st. Guerrilla, 6, e-mail: VVKarpov@fa.ru)

*Babichev Mikhail (Russian Federation, Omsk) – postgraduate student, The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080 Russia, Omsk, Mira ave. 5, e-mail: mixa156@mail.ru)*

УДК 330.34.001.76

**ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ  
ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ**

Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов, А. Ю. Кулев  
Санкт-Петербургский государственный экономический университет,  
Россия, Санкт-Петербург.

**Аннотация.** Исследованы нелинейные модели инновационных процессов; обоснованы условия создания инновационной экосистемы как сетевого сообщества, целенаправленной на организацию взаимодействия между участниками инновационного процесса, способствующей объединению ресурсов и компетенций ее агентов для достижения их групповых и локальных целей, которые они не могут достичь по отдельности из-за недостаточности у каждого ресурсов; выявлены и аргументированы подходы к управлению созданием и функционированием стартапов, раскрыты их виды и содержание информационного сопровождения развития инновационной экосистемы предпринимательских университетов.

**Ключевые слова:** инновационная активность, инновационная экосистема, стартап-компания, модель стратегических инновационных сетей, интернет-инструменты трансфера и коммерциализации технологий.

### Введение

Целостное видение проблемы формирования методологии исследования информационного сопровождения создания и развития инновационной экосистемы российских университетов в условиях трансформации современных российских образовательных организаций.

Основной задачей организации инновационных процессов является стимулирование инновационной активности, инновационного развития как целенаправленной деятельности предприятий и организаций сферы высоких технологий по созданию и освоению инновационных товаров, объектов интеллектуальной собственности, инновационных технологий, организационных и маркетинговых инноваций. Инновационная активность зависит во многом от проводимой государством инновационной политики, влияющей на величину государственных расходов на финансирование развития науки и инноваций, на прямое и косвенное стимулирование инновационной деятельности, развитие инновационных процессов, подготовку интеллектуальных человеческих ресурсов, обладающих соответствующим инновационным мышлением и рост объектов интеллектуальной собственности [1].

Современные условия становления инновационной экономики характеризуются глобальной перестройкой инновационной деятельности, выражающейся в изменении моделей инновационных процессов, изменениями функций и состава участников инновационной деятельности, сокращением сроков создания инновационных продуктов, появлением большого количества инновационных услуг и др. Глобальный масштаб изменений актуализирует задачу формирования современной инновационной экосистемы, способной обеспечить конкурентоспособность промышленного производства на основе прорыва в области высоких технологий, национальную безопасность и устойчивое социально-экономическое развитие России в целом.

### Обоснование и раскрытие содержания модели инновационной экосистемы

Особенностью современного этапа развития инновационных процессов является переход экономик развитых стран к постиндустриальной, инновационной экономике, экономике знаний. Такой переход для экономики России означает необходимость учета мировых уровней развития науки и техники в соединении с национальными особенностями инновационного развития,

выражающимися в длительном перерыве (около 15-17 лет) в инновационном процессе и ориентации в связи с этим на достижения мировой науки, тем самым минуя промежуточные стадии [2]. В контексте глобализации мировой экономики современное состояние организации инновационных процессов характеризуется переходом от линейной (индустриальной) модели организации инновационных процессов к нелинейной (постиндустриальной), предложенной К. Фримен (C. Freeman, 1987 г.) С. Клайн и Н. Розенберг (S.J. Kline and N. Rosenberg, 1986 г.), Лундвелл (Lundvall, 1992 г.), Р. Ротвелл (R. Rothwell, 1992) и др.

Эволюционное развитие инновационных процессов предопределило появление нелинейных моделей организации инновационного процесса, необходимость которых обоснована важностью маркетинговых, рыночных и технологических инноваций. К настоящему времени известны три вида нелинейных моделей: модель Россвелла, модель Клайна-Розенберга, интегрированная модель и их разновидности: японская модель Фумио Кодама (F. Kodama), модель скрининга новых идей С. Уйларайта («воронка») и модель Купера («ворота»). Нелинейные модели инновационного процесса по выражению К. Оппенлендера представляет собой процесс взаимодействия генератора идей, организации и внешней среды.

Таким образом, организация инновационного процесса успешно эволюционирует и имеет сложный, многоаспектный характер. Важной тенденцией в процессе эволюции моделей организации инновационных процессов является также переход к модели открытых инноваций (open innovation), основанной на использовании внутренних и внешних источников инноваций. Основанием данной тенденции является процесс углубления глобализации и интеграции, взаимодействия и открытости в инновационных процессах, что позволяет реализовать более эффективную модель инновационных процессов. Основными факторами перехода к модели открытых инноваций являются появление большого количества инноваций, мобильность инновационного персонала, развитие ИКТ, рост издержек производства инновационных товаров и технологий, сокращение жизненного цикла разработки и времени вывода инновационных товаров на рынок, увеличение венчурного инвестирования и др.

Переход на нелинейные модели организации инновационного процесса на основе тенденций открытых инноваций предполагает создание инновационной экосистемы. Инновационная экосистема - есть интегральная характеристика качества окружающей среды, определяющая уровень благоприятности (неблагоприятности) имеющихся условий, влияющих на эффективность инновационной деятельности. Следует отметить важность территориальных аспектов формирования инновационной экосистемы, обусловленную тем, что в большинстве случаев реализация инновационных проектов требует консолидации усилий различных участников инновационной деятельности на всей территории.

Одной из целей создания инновационной экосистемы, как сетевого сообщества, является организация взаимодействия между участниками инновационного процесса, которая способствует объединению ресурсов и компетенций ее агентов для достижения их групповых и локальных целей, которые они не могут достичь по отдельности из-за недостаточности у каждого ресурсов. Таким образом, инновационная экосистема, главным образом, ориентирована на открытость и наращивание связей между агентами.

Преодоление технологического отставания производства и переход к экономике высоких технологий возможны на

основе развитой инновационной экосистемы, которая включает среду генерации знаний на базе фундаментальных исследований, эффективную систему образования, науку, научные сообщества, инновационную инфраструктуру, венчурные инвестиции, устойчивый спрос на инновации и др.

Модель инновационной экосистемы позволяет кооперировать усилия по созданию и продвижению инноваций на рынок (рис.1). Наука и высшие учебные заведения являются источниками инновационных идей, компетентных кадров для коммерциализации инноваций, создания интеллектуальной собственности и др. Высокотехнологичное производство, основывающееся на использовании наукоемких продуктов, интенсивном вовлечении в технологический процесс новых знаний, открытий, а также высоко иерархичных производственных процессов, интегрирующих большое количество инновационной продукции, применение новых технологических процессов, которые обеспечивают устойчивый спрос на инновации. Инновационная инфраструктура обеспечивает благоприятную среду для инновационных компаний и состоит из различных институтов развития как финансовых (фонды, гранты и др.), так и нефинансовых (технопарки, бизнес-инкубаторы, технополисы, научно-внедренческие центры и др.) и сервисов.

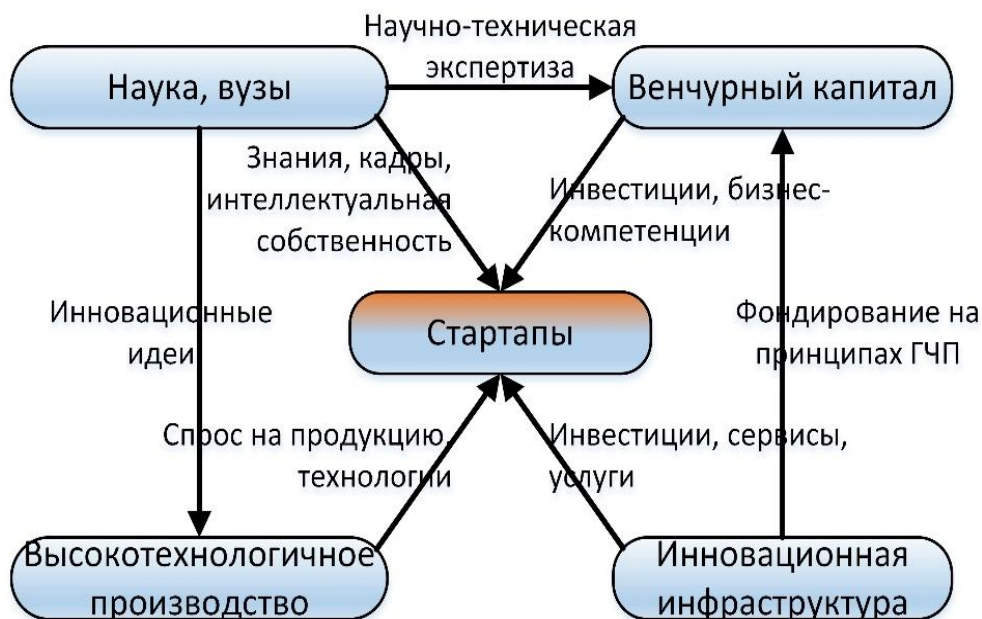


Рис. 1. Модель инновационной экосистемы

Венчурное инвестирование обеспечивает привлечение финансовых ресурсов в инновационные компании, а также оказание услуг по бизнес-компетенциям, коммерциализации инновационных идей и становление инновационных компаний высокотехнологичных отраслей. В РФ эволюционный процесс становления и развития инновационных экосистем протекает недостаточно высокими темпами, что объясняется разобщением научных сообществ, недостаточной интеграцией в мировую инновационную экосистему, недостаточной эффективностью технопарков и бизнес-инкубаторов, отсутствием достаточного числа инновационных проектов, низкой активностью венчурного капитала, недостаточным уровнем бизнес-компетенций и др. Как известно, основной проблемой инновационной деятельности является трансфер и коммерциализация инноваций. В зарубежной практике данная проблема успешно решается концентрацией внимания на формировании и развитии стартапов, которые являются основной целью становления и развития инновационных экосистем. По определению известного ученого С. Бланка стартап (англ. Start-Up) – есть временная организация, создаваемая для реализации инновационного проекта, компания, находящаяся в стадии развития Star-Up. Таким образом, стартапом является инновационная компания, создаваемая для реализации инновационного продукта и находящаяся на раннем этапе вывода инновационного продукта на рынок (превращение прототипа в реальный товар и проведение маркетинговых исследований рынка и потребителей) [3].

В мировой практике сложилась следующая классификация стартапов: малые инновационные предприятия; масштабируемые стартапы; стартапы на продажу; масштабируемые стартапы крупных компаний; социальные стартапы. Малые инновационные предприятия являются особым видом развития предпринимательства в малом бизнесе (малое инновационное предпринимательство). В США количество малых инновационных предприятий около 6 млн, которые составляют 99% всех компаний и обеспечивают 50% занятости трудоспособного населения.

Масштабируемые стартапы создаются для достижения основной цели – поиска масштабируемой рентабельной бизнес-модели, которая является описанием ценности компании, создаются в сфере высоких технологий, в них сосредоточено небольшое количество предпринимателей,

ориентированных на получение сверхдоходов. Стартапы на продажу представляют собой стартапы в области ИТ (интернет и мобильные приложения); потребителями таких стартапов являются крупные компании. Масштабируемые стартапы внутри крупных компаний создаются для реализации инноваций – вывода новых продуктов, услуг на новые рынки и др. Социальные стартапы направлены на поиск инновационных решений в социальной сфере, например, в аграрном секторе, образовании, здравоохранении, водоснабжении и др.

К настоящему времени сложились два подхода к управлению созданием и функционированием стартапов: первый (традиционный), основывается на методах и принципах управления крупной компанией, предполагает составление подробного бизнес-плана и строгое соблюдение всех этапов создания инновационного продукта, услуги и методов вывода их на рынок; второй подход основывается на сочетании гибкой разработки инновационного продукта и развитии потребителей, создании бизнес-модели и постоянном ее тестировании.

В условиях перехода развитых стран к постиндустриальному обществу, экономике знаний сформировались новые механизмы и инструменты коммерциализации знаний, трансфера технологий, организации инновационных процессов, получившие название модели стратегических инновационных сетей (triplehelix) – тройная спираль Г. Ицковица [4]. Содержание модели стратегических инновационных сетей заключается в том, что в современных системах инновационного развития основными элементами являются институты, отвечающие за создание нового знания, к числу которых относятся государство, университеты и бизнес, т.е. основные институциональные носители инновационной системы, связанные сетевым взаимодействием институциональных и функциональных отношений, направленных на стимулирование общей эффективности на основе активизации инновационных процессов. Автор концепции модели стратегических инновационных сетей (тройной спирали) профессор Стэнфордского университета Г. Ицковиц предложил эффективную модель инновационного развития, основанную на взаимодействии промышленных предприятий с органами власти и университетами (рис.2).

В условиях становления экономики знаний основным фактором развития наукоемкого общества становятся предпринимательские университеты, сочетающие в себе образовательную, исследовательскую и

инновационную функции, в следствии чего предпринимательские университеты становятся ключевым элементом инновационного регионального и национального развития. Предпринимательские университеты, такие как университет Аалто (Финляндия), Массачусетский технологический институт, университет Стенфорда, Йельский университет, университет Твентев (Голландия), национальный университет Сингапура и др. в

соответствии с моделью «Тройной спирали» Г.Ицковица формируют вокруг себя инновационную экосистему для обеспечения благоприятной, комфортной среды, стимулирующей «капитализацию знаний», инновационную активность и экономический рост региональной и национальной экономики, технологический переход от индустриального общества к постиндустриальному, характерному для шестого технологического уклада [2].

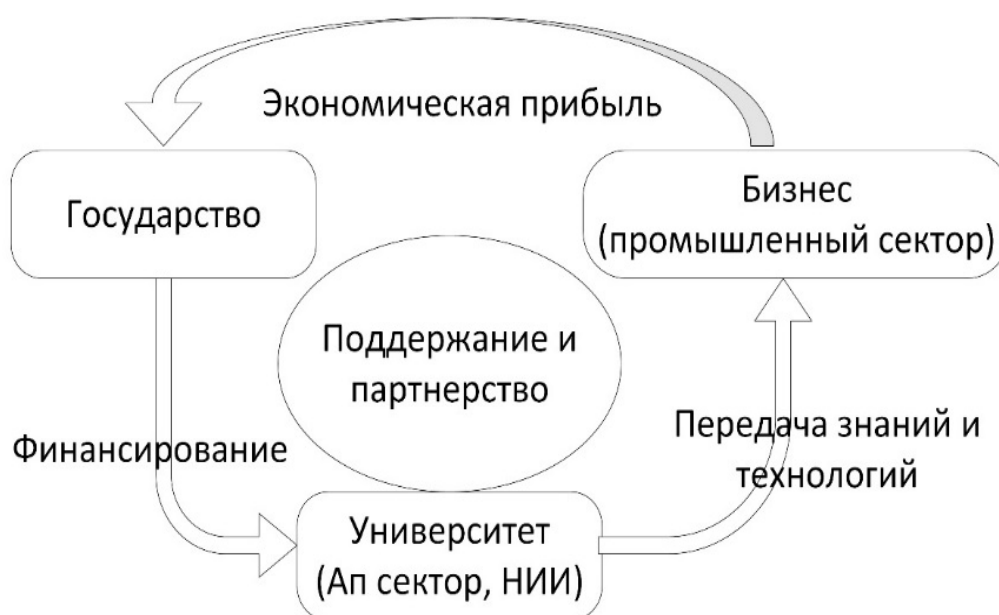


Рис. 2. Взаимодействие субъектов стратегических инновационных сетей

Трансформация научных идей, разработок в инновационные продукты и технологии, является самым сложным этапом инновационного процесса, реализуемых в инновационной экосистеме российских университетов, что во многом объясняется отсутствием у исследователей опыта инновационного предпринимательства, способности проведения комплексного изучения технологических, финансовых и рыночных перспектив научных разработок и выявление их преимуществ [5], а также недостаточный уровень компетенций в области правовой защиты интеллектуальной собственности. Сложность организации технологического трансфера определяется в том числе и неоднозначностью подходов к определению трансфера технологий.

Трансфер технологий означает передачу без обратного движения технологий реципиенту (пользователю), который осуществляет ее промышленное освоение, технологический обмен и др. В соответствии с

проектом Федерального закона РФ «О передаче технологий» под трансфером технологий понимают введение в гражданский оборот объектов вновь созданной технологии, разработок и др. Основные задачи трансфера технологий – обеспечить наиболее эффективные пути передачи идей, изобретений, технологий в бизнес-среду через исследование инновационных рынков и поиск инвесторов для реализации инновационных проектов. Трансфер может осуществляться в двух формах коммерческого и некоммерческого трансфера. Объектами некоммерческого трансфера технологий является научно-техническая информация (справочники, обзоры, описания патентов, стандартов и др.), доклады и выступления на симпозиумах, конференциях, а также обучение и стажировки ученых и студентов. К объектам коммерческого трансфера технологий относятся объекты промышленной собственности (патенты на изобретения, свидетельства на промышленные образцы), ноу-хау, технико-экономическое

обоснование моделей оборудования, инструментов, чертежей и др., технические и технологические знания.

Одной из причин неразвитости рынка лицензий является отставание в развитии опытно-промышленного производства в России по сравнению со странами с развитым технологическим рынком [6]. Другая причина преобладания трансфера технологий в форме создания стартапов — активная государственная идеологическая и финансовая поддержка процесса создания малых инновационных предприятий на основе университетских технологий. Учитывая вышеизложенное, можно предположить, что наиболее распространенной формой коммерциализации технологий в России будет создание малых инновационных предприятий. В этой связи создание совместных инновационных проектов и малых предприятий с российскими и зарубежными вузами и компаниями является актуальной задачей, способствующей активному развитию инновационного предпринимательства в России и превращению накопленных научных результатов в инновации.

Процессы трансфера и коммерциализации технологий являются многокомпонентными, т.к. включают разнообразное количество этапов, партнеров, ресурсов в следствии чего результатами коммерциализации могут быть: продажа лицензии, заключение контракта на дальнейшие работы, совместное производство и др. Таким образом, доход от коммерциализации технологий может быть получен от любых коммерческих соглашений по использованию технологий, от продажи лицензий на использование технологий, за выполнение НИОКР по доведению технологий до инновационного продукта, рыночного обоснования от создания стартап-компаний и продажи их стратегическим партнерам для производства инновационной продукции на основе разработанных технологий и др.

Существует несколько методов и инструментов трансфера технологий (продвижения технологий): использование Интернет-ресурсов для продвижения проектов новых технологий; технологические брокерские события; инвестиционные меморандум; сети: российские и европейские сетитрансфера технологий; офисы трансфера технологий предпринимательских университетов. Формируется и новая модель трансфера технологий и продвижения проектов — инновационные хабы (НИУ ИТМО, г. Санкт-Петербург, инновационная экосистема г. Москва).

Информационное сопровождение процессов функционирования предпринимательских университетов включает [7] информатизацию всех бизнес-процессов: развитие проектной деятельности; продвижение проектов коммерциализации технологий; взаимодействие участников инновационной экосистемы и др. Информатизация проектной деятельности [8] предполагает создание департамента проектной инновационной деятельности, в состав которого входят: управление по развитию проектной деятельности, отдел информационного сопровождения, управление инновационной деятельностью, центры трансфера и коммерциализации технологий и др.; формирование информационного пространства инновационной экосистемы путем внедрения информационной системы поддержки инновационной деятельности предпринимательского университета, обеспечивающей информационное сопровождение всех участников инновационного процесса и позволяющей привлекать необходимые Интернет-ресурсы.

### **Заключение**

Представленные элементы и их характеристики (тип, назначение, возможности, преимущества, инструментарий, ограничения) имеют существенное значение для развития моделей инновационной экосистемы предпринимательских университетов, отличающихся выраженной возможностью исследования и решения специфических проблем в данной сфере, ключевая из которых связана с обеспечением информационное сопровождение всех участников инновационного процесса, ориентированных на инновационный результат.

### **Библиографический список**

1. Трофимова, Л. А. Особенности формирования технологических платформ в инновационной сфере России / Л. А. Трофимова // Экономика и управление. — 2012. - №3 (77) — С.61-65.
2. Ицковиц, Г. Волна предпринимательских университетов: от самых истоков к двигателю глобальной экономики / Г. Ицковиц // Инновации. — 2014. - №8 (190). — С.3-13.
3. Стив Бланк, Боб Дорф. Стартап: Настольная книга основателя / Стив Бланк, Боб Дорф. - М.: Изд-во: Альпина Паблишер, 2013. - 616 с.
4. Ицковиц, Г. Тройная спираль. Университет — предприятие — государство. Инновации в действии. Пер. с англ. / Г. Ицковиц.— Томск: ТУСУР, 2010. - 234 с.
5. Миллер, А. Е. Функционирование промышленных организаций в условиях становления «контактной» экономики / А. Е.

Миллер // Вестник СибАДИ. – 2013. - № 5 (33).- С. 135 -139.

6. Черковец, В. Особенности нового этапа инновационного развития. Экономический портал. – Режим доступа: <http://institutiones.com/innovations/895-osobennosti-novogo-jetapa-innovacionnogo-razvitija-rossii.html?showall=1>

7. Трофимов, В. В. Конвергенция ИТ. Методологические аспекты эволюции. / В. В. Трофимов, Е. В. Трофимова. - Saarbrücken, Deutschland: Изд-во: LAPLAMBERTAcademicPublishing. 2014. - 92с.

8. Трофимов, В. В. Комплексный подход к описанию процессов проекта / В. В. Трофимов // Вестник ПМСофт. – 2014. - №10. – С.2-6.

**INFORMATION SUPPORT IN CREATING AND DEVELOPING INNOVATIVE ECOSYSTEM OF RUSSIAN UNIVERSITIES**

L.A. Trofimova, V.V. Trofimov, A.Y. Kulev

**Abstract.** The author investigated nonlinear models of innovation processes; justified the conditions of creating innovation ecosystem as a net community, focused on the organization of interaction between participants of the innovation process, contributing to joining resources and competencies of its agents, to achieve their group and local goals which they can't achieve individually due to lack of their own resources. There are identified and argued approaches to management of creating and functioning of start-ups, disclosed their types and content of the information support of developing innovation ecosystem of entrepreneurial universities.

**Keywords:** innovation activity, innovation ecosystem, a start-up company, model of strategic innovation networks, internet tools of transfer and commercialization technologies.

**References**

1. Trofimova L. A. Osobennosti formirovaniya tehnologicheskikh platform v innovacionnoj sfere Rossii [Peculiarities of forming technological platforms in innovative sphere of Russia]. *Jekonomika i upravlenie*, 2012, no3 (77). Pp. 61-65.

2. Itskovits G. Volna predprinimatel'skikh universitetov: ot samykh istokov k dvigatelju global'noj jekonomiki [Entrepreneurial universities' wave: from the beginning to the engine of the global economy]. *Innovacii*, 2014, no8 (190), pp. 3-13.

3. Stiv Blank, Bob Dorf. *Startup: Nastol'naja kniga osnovatelja* [Startup: Handbook of a founder]. Moscow, Izd-vo: Al'pina Pablisher, 2013. 616 p.

4. Itskovits G. *Trojnaja spiral'*. *Universitet – predpriyatie – gosudarstvo. Innovacii v dejstvii*. [Triple spiral. University - enterprise - state. Innovations in action]. Per. s angl. Tomsk: TUSUR, 2010. 234 p.

5. Miller A. E. Funkcionirovanie promyshlennykh organizacij v uslovijah stanovlenija «kontaktnoj»

jekonomiki [Functioning of industrial organizations in the conditions of forming "contact" economy]. *Vestnik SibADI*, 2013, no 5 (33). Pp. 135 -139.

6. Cherkovets V. *Osobennosti novogo jetapa innovacionnogo razvitija. Jekonomicheskij portal*. [Peculiarities of the new stage of innovation development. Economic Portal] Available at: <http://institutiones.com/innovations/895-osobennosti-novogo-jetapa-innovacionnogo-razvitija-rossii.html?showall=1>

7. Trofimov V. V., Trofimov E. V. Konvergencija IT. *Metodologicheskie aspekty evoljucii* [The IT convergence. Methodological aspects of evolution]. Saarbrücken, Deutschland: Izd-vo: LAPLAMBERTAcademicPublishing. 2014. 92p.

8. Trofimov V. V. Kompleksnyj podhod k opisaniju processov proekta [A complex approach to description of project's processes]. *Vestnik PMSoft*, 2014, no.10. Pp. 2-6.

*Трофимова Людмила Афанасьевна (Санкт-Петербург, Россия) - доктор экономических наук, профессор кафедры Менеджмент организации, Санкт-Петербургский государственный экономический университет. (191023, Россия, г. Санкт-Петербург, Садовая ул., 21, e-mail: trofimova@bk.ru)*

*Трофимов Валерий Владимирович (Санкт-Петербург, Россия) - доктор технических наук, профессор кафедры Информатика, Санкт-Петербургский государственный экономический университет (191023, Россия, г. Санкт-Петербург, Садовая ул., 21, e-mail: tww@mail.ru)*

*Кулев Антон Юрьевич (Санкт-Петербург, Россия) - аспирант кафедры Менеджмент организации, Санкт-Петербургский государственный экономический университет. (191023, Россия, г. Санкт-Петербург, Садовая ул., 21, e-mail: trofimova@bk.ru)*

*Trofimova Lyudmila Afanasievna (St. Petersburg, Russian Federation) - doctor of economic sciences, professor of the department "Management of organization", St. Petersburg State University of Economics, 191023, Russia, Saint-Petersburg, Sadovaya Str. 21, e-mail: l trofimova@bk.ru*

*Trofimov Valeriy Vladimirovich (St. Petersburg, Russian Federation) - doctor of technical sciences, professor of the department "Informatics", St. Petersburg State University of Economics, 191023, Russia, Saint-Petersburg, Sadovaya Str. 21, e-mail: tww@mail.ru*

*Kulev Anton Yurievich (St. Petersburg, Russian Federation) - postgraduate student of the department "Management of an organization", St. Petersburg State University of Economics, 191023, Russia, Saint-Petersburg, Sadovaya str., 21, e-mail: l trofimova @ bk.ru*



УДК 334.024

**ФИНАНСОВОЕ СОСТОЯНИЕ И ФИНАНСОВЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ  
ИНВЕСТИРОВАНИЯ ОАО «РЖД» В ПЕРИОД РЕФОРМ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Е. А. Штеле

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), Россия, г. Омск

***Аннотация.** ОАО «Российские Железные Дороги» - естественная монополия, обеспечивающая функционирование железнодорожного транспорта в России. В последнее время осуществляются существенные инфраструктурные преобразования в этой отрасли, влияющие на показатели эффективности деятельности транспортных компаний. В статье охарактеризованы источники финансирования инвестиционной деятельности, описаны экономические результаты, финансовое состояние ОАО «РЖД», приведен анализ деятельности компании и эффективность использования ресурсов.*

***Ключевые слова:** инвестиционная деятельность, финансовое состояние, источники финансирования, финансовый потенциал, железнодорожный транспорт.*

**Введение**

От состояния и качества работы железнодорожного транспорта зависят не только перспективы дальнейшего социально-экономического развития страны, но также возможности государства эффективно выполнять такие важнейшие функции, как защита национального суверенитета и безопасности страны, обеспечение потребностей в перевозках, создание условий для выравнивания социально-экономического развития регионов. Железнодорожный транспорт является сегодня ведущим элементом транспортной системы России, его доля в обеспечении грузовых перевозок составляет более 42% от всего грузооборота транспорта страны.

Реализация мер по реформированию российских железных дорог была начата Правительством Российской Федерации еще в 1998 г. Однако, несмотря на определенные успехи структурной реформы железнодорожного транспорта в России, ее мероприятия и результаты оказались недостаточны для того, чтобы в короткие сроки создать эффективные источники развития, позволяющие обеспечить масштабное привлечение средств в развитие отрасли и ее модернизацию, сформировать условия для ее долговременного устойчивого роста и повышения конкурентоспособности на мировом рынке. В настоящее время на российском железнодорожном транспорте назрел ряд достаточно серьезных проблем,

препятствующих его развитию: нехватка финансовых средств вследствие опережающего роста цен на продукцию поставщиков компаний железнодорожного транспорта; недостаток мощностей и низкий технический уровень развития отечественного машиностроения; недостаток государственных инвестиций в строительство и усиление железнодорожных линий; сохранение высокого уровня физического и морального износа основных фондов и др.

Для решения задач повышения транспортной обеспеченности и улучшения транспортного обслуживания экономики и населения страны согласно Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г., утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 17.06.2008 № 877-р на 2008 - 2030 гг. в развитие железнодорожного транспорта общего и необщего пользования планируется инвестировать около 13,8 трлн. руб., в результате чего должно произойти обновление основных фондов, рост грузо- и пассажирооборота, повышение производительности труда, строительство новых линий и пр. Большая часть этих средств должна поступить из внебюджетных источников, то есть за счет железнодорожных компаний. Поэтому важное приобретает анализ и оценка финансового состояния и потенциала ОАО «РЖД», как показателя отражающего наличие и использование имеющихся ресурсов [10].

**Описание понятий «финансовое состояние» и «финансовый потенциал»**

Финансовое состояние - это термин, характеризующий эффективность хозяйствования предприятия: его платежеспособность, финансовую устойчивость, доходность. Финансовый потенциал при этом характеризует способность компании к саморазвитию, технико-экономический уровень производства, качество и конкурентоспособность производимой продукции. Вообще связь финансового состояния и финансового потенциала с экономическим состоянием отражается в том, что финансовое состояние и потенциал выступают критериями наличия возможностей для развития предприятия. Например, М.И. Баканов и А.Д. Шеремет пишут, что «финансовое состояние характеризует размещение и использование средств предприятия. Оно обусловлено степенью выполнения финансового плана и мерой пополнения собственных средств за счет прибыли и других источников..., а также скоростью оборота производственных фондов и особенно оборотных средств». По мнению этих авторов, финансовое состояние проявляется «в платежеспособности предприятий, в способности вовремя удовлетворять платежные требования поставщиков техники и материалов в соответствии с хозяйственными договорами, возвращать кредиты, выплачивать заработную плату рабочим и служащим, вносить платежи в бюджет» [1, с. 318]. М.Н. Крейнина подчеркивает, что устойчивое финансовое состояние формируется в процессе всей производственно-хозяйственной деятельности предприятия, определяя финансовое состояние как «систему показателей, отражающих наличие, размещение и использование финансовых ресурсов» [8, с. 47].

Оценка финансового состояния позволяет инвесторам, кредиторам и партнерам по бизнесу определить финансовые возможности объекта на перспективу, возможности его дальнейшего развития.

Эффективность использования имущества отражает рациональность использования основных средств, нематериальных активов, производственных запасов и затрат, а также обоснованность отвлечения средств на капитальные вложения и дебиторскую задолженность. Вместе с тем эффективность использования имущества показывает, какую норму прибыли на вложенный капитал получит предприятие и, соответственно, сколь высок будет его потенциал.

Финансовый потенциал компании ОАО «РЖД» связан с инвестиционной деятельностью на железнодорожном транспорте. На сегодняшний день она главным образом определяется федеральной целевой программой по развитию транспортной системы до 2030 г. При этом большая часть ресурсов (свыше 70 %) направляется на обновление инфраструктуры и подвижного состава. Предусмотренные в программе масштабные планы по модернизации основных фондов отрасли по состоянию не были реализованы полностью и в срок, из-за существенного снижения инвестиционной активности в результате финансового кризиса 2008 – 2009 гг. Кроме того, масштабные вложения компании в Олимпиаду в Сочи заметно увеличили ее расходы. В 2014 г. негативное влияние оказали следующие факторы: выделение субсидий без включения инвестиционной составляющей, укрепление позиций конкурирующих компаний и конкурентных направлений (например, поддержка авиаперевозок), превышение темпа роста цен издержек над тарифами на 1,5 %, замедление экономического роста [7].

**Финансовый инструментарий инвестирования компании**

Основную прибыль компания по-прежнему получает от грузовых перевозок. Пассажирские и пригородные перевозки были убыточны и не учитывают фактические расходов деятельности ОАО «РЖД». Российские железные дороги фиксируют значительные убытки и по предоставлению услуг инфраструктуры.

Таблица 1 - Показатели эффективности деятельности ОАО РЖД в 2010 – 2013 гг. [11].

Годы	Чистая прибыль, млрд руб.	Рентабельность активов, %	Рентабельность собственного капитала, %	Рентабельность инвестированного капитала, %	Рентабельность перевозок, %
2010	74,80	2,10	2,4	4,2	8,6
2011	16,80	0,40	0,5	2,6	5,3
2012	14,10	1,00	0,4	2,2	4,6
2013	0,74	0,10	0,02	1,1	3,6

Анализируя же относительные показатели, можно говорить о чрезвычайно низкой и падающей рентабельности при высоком износе основных фондов. Важнейший показатель рентабельности активов компании, позволяющий косвенно оценить возможности обновления основных средств, за 2013 г. снизился до 0,10%. Следует отметить, что при таких невысоких значениях эффективности компании на выплату дивидендов в 2011 и 2013 гг. направлено 25% чистой прибыли компании. Следовательно, можно утверждать, что у ОАО «РЖД» практически нет собственных источников для развития финансового потенциала.

Рассматривая процесс воспроизводства основных производственных фондов железнодорожного транспорта, можно отметить недофинансирование инвестиционных потребностей в 1990-гг, возникшего из-за кризиса неплатежей в экономике. В результате экономический износ основных фондов не возмещался. Это, в свою очередь, породило нарастающее старение производственных фондов. По данным Госкомстата, оценить степень годности основных фондов на железных дорогах крайне сложно, из-за создания ОАО в 2004 г. и обнуления накопившегося износа в бухгалтерском выражении. По авторским оценкам, этот показатель составляет около 60 % по состоянию на 2013 г., в том числе износ их активной части превышает указанное значение. Таким образом, старение основных фондов по физическому и экономическому износу, а также отсутствие источников для его возмещения ставит весьма сложную задачу по возрождению экономического потенциала. Коэффициент обновления основных фондов снизился по сравнению с 1990 г. на транспорте в среднем в 5,7 раза, а выбытия за этот же период - с 1,3 % до 0,4 %, или в три раза (по данным годового отчета ОАО «РЖД» в 2010 г. коэффициент выбытия вырос до 0,43 %) [2]. В 2012 г. ситуация несколько улучшилась, по данным ОАО «РЖД»: коэффициент обновления вырос до 2,7 %. В целом низкие темы ввода и выбытия свидетельствуют о наличии негативных тенденций в воспроизводстве основных фондов, поэтому производственная система становится низкоэффективной [3].

Таким образом, со временем потребность в масштабных инвестиционных вливаниях нарастает. При этом важно учесть особенность управления инвестиционным процессом в ОАО «РЖД», где

осуществляется строгое планирование инвестиций. Анализ динамики инвестиций и показателей износа, указывает на прямую корреляционную зависимость, что, казалось бы, противоречит сути воспроизводства (лучшие фонды привлекают больше инвестиций для расширения деятельности), но стремительно нарастающий износ, скорее, стимулирует предприятие к вложению дополнительных инвестиций, хотя бы для простого воспроизводства.

Финансовый потенциал отражает возможности компании заработать и тем самым вложить заработанные деньги в реальные инвестиции (привлечь средства на капитальные вложения). Эти возможности складываются из двух составляющих: накопленного капитала на определенный момент времени и возможностями заработать эти деньги. Вместе с тем необходимо учитывать специфику источников финансирования инвестиционных проектов в холдинге ОАО «РЖД». Анализ структуры источников финансирования капитальных вложений на железнодорожном транспорте за 1988 - 2008 г. показал, что основным источником в это время являлись собственные средства, включая амортизационные отчисления. Удельный вес собственных источников финансирования вырос с 56,2 % в 1988 г. до 90,4 % в 2006 г. К 2013 г. объем заемных и привлеченных источников значительно увеличивается из-за масштабы капиталовложений. Ясно, что чем выше финансовая устойчивость, тем, соответственно, больше возможностей у предприятий финансирования инвестиционных проектов не только за счет собственных средств, но и возможностей привлечения заемных (банки не будут кредитовать организацию, не способную рассчитаться по собственным обязательствам, а инвесторы не будут вкладывать деньги в неустойчивое, рискованное предприятие).

Поскольку большая часть инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте низкодоходна и имеет длительный срок окупаемости, привлечение средств от частных инвесторов затруднено, что еще более усугубляется отсутствием проработанной нормативной базы. По объективным причинам ОАО «РЖД» не имеет достаточных собственных источников инвестиций: заданный уровень тарифов, компенсация части убытков от пассажирских перевозок, вынужденное финансирование некоммерческих объектов государственного значения, высокие социальные расходы. Компания прибегает к

масштабным облигационным займам в России и за рубежом. В результате размещения в 2013 г., ОАО «РЖД» стало третьим заемщиком из СНГ, выпустившим еврооблигации, при этом объем размещения стал наибольшим с 2007 года. Учитывая специфику предприятий отрасли по финансированию капитальных вложений, немаловажное значение для финансового потенциала имеет абсолютный размер собственных средств, состоящий из прибыли и амортизационных отчислений, которые должны накапливаться для обеспечения, как минимум, простого воспроизводства. Накопленный капитал выражается двумя основными показателями, характеризующими источники инвестиций. Это чистая прибыль компании, которая зависит от рентабельности, и амортизационные отчисления.

Амортизационные отчисления, согласно специфике отрасли, имеют первостепенное значение по нескольким причинам. Во-первых, амортизация, заложенная в себестоимость продукции, уменьшает налоговую прибыль и приходит на расчетный счет в выручке от реализации товаров или услуг предприятия. Реализация функций амортизационных отчислений, сводимых к возмещению износа и накоплению основного капитала, наталкивается на некоторые препятствия в современных условиях: проблемой покрытия себестоимости, то есть отсутствие амортизации как таковой в структуре выручки или, точнее, невозможность формирования амортизационного фонда. Накопленная и осевшая в товарных запасах денежная выручка, включая и амортизацию, не может выступать ни источником возмещения, ни источником накопления основного капитала. Другой стандартной современной проблемой является нецелевое использование амортизационного фонда из-за недостаточности оборотных средств у субъектов экономики, что в конечном итоге лишает целые отрасли собственных средств на финансирование технического перевооружения. Эта ситуация типична для всей экономики России, но не для ОАО «РЖД». В данной структуре основное распределение финансовых ресурсов происходит через центральные органы управления, которые концентрируют выручку и накапливают фонды для финансирования будущих капитальных вложений. Более того, в целом отрасль и ОАО «РЖД» за период с 1990 - 2014 гг. не получила общего убытка по перевозкам, то есть всегда получала

прибыль. Так, потенциально все транспортные компании способны полностью себя окупать и обеспечивать, или хотя бы дать простое воспроизводство за счет амортизационного фонда [4].

Размер амортизации основных средств ОАО «РЖД» в 2013 г. составил около 171,2 млрд. руб., а размер инвестиций в железнодорожный транспорт в целом - 467,2 млрд, что говорит о высокой значимости амортизационных отчислений как для предприятия, так и для отрасли в целом. При этом, сопоставив среднюю стоимость основных фондов с величиной амортизационных отчислений, можно судить о среднегодовой норме амортизации около 6 %. Если сопоставить в динамике изменение расходов на амортизацию (+26%) и рост внеоборотных активов, который составил 14%, можно сделать вывод о том, что основные средства обновляются медленнее, чем растет амортизация [3]. Увеличение нормы амортизации, а соответственно и размера амортизационных отчислений, повлечет за собой уменьшение налогооблагаемой базы и соответствующее уменьшение сумм налога на прибыль и на имущество, что обеспечит отрасль источниками к накоплению инвестиций, а в дальнейшем представит возможность планирования капитальных вложений [6].

Другой источник формирования потенциала – прибыль – не может получить должной реализации из-за специфики формирования тарифов на грузовые и пассажирские перевозки: субсидирование грузовыми перевозками убытков, связанных с пассажирскими перевозками, что обусловлено высокой социальной значимостью отрасли и, в частности, компании ОАО «РЖД». Это влечет за собой общую низкую рентабельность отрасли и невысокую прибыль, остающуюся в распоряжении компании, в том числе, после уплаты налогообложения (на сегодняшний день каждый пятый рубль, полученный ОАО «РЖД» изымается в качестве уплаты тех или иных налогов).

Рентабельность перевозок, в особенности по отдельным видам перевозок, не является информативным показателем для оценки потенциала, так как характеризуем текущую прибыльность предприятий, в отличие от рентабельности активов. Для того чтобы привлечь средства, помимо собственных, характеризующихся бухгалтерской «бесплатностью», необходимо оправдывать стоимость привлеченных (за счет эмиссии)

или заемных средств (за счет кредита, ныне популярного на железнодорожном транспорте лизинга или облигационных займов).

Рентабельность активов должна быть как минимум не ниже средней стоимости капитала заемных и привлеченных ресурсов для компании. Для этого необходимо учитывать средневзвешенную стоимость капитала для ОАО «РЖД» и источники финансирования капитальных вложений. До 2007 г. инвестиции ОАО «РЖД» финансировались практически полностью из собственных источников: 2004 г. – 94 %, 2005 – 92 %, 2006 г. – 91 %. В 2007 г. организация использовала лизинговые схемы приобретения имущества (подвижного состава и вагонов), заключает договоры экспортного и коммерческого кредита на финансирование проектов по высокоскоростному движению. С 2008 г. организация активно прибегает к облигационным займам от 95 – 145 млрд руб., что составило около половины всех инвестиций в отрасль. В последние годы компания продолжает аккумулировать средства на рынке облигаций: общий объем заимствований на рынке еврооблигаций 1,4 млрд дол. по рекордно низкой для российских заемщиков ставке 4,5 % и на отечественном рынке, выпуская инфраструктурные облигации на сумму 37,5 млрд руб. по ставке 8,3%. По авторским оценкам, средняя стоимость заемного и привлеченного капитала ОАО «РЖД» в 2007 – 2008 гг. составила 6 – 6,5 %, в 2009-2011 г. – 7,0 %, в 2012-2014 - 6,6%. При такой стоимости и показателях рентабельности активов становится проблематичным осуществление дальнейших капиталовложений, превышающих размер выплат по ним [5]. Компания привлекает бридж-кредиты для реализации инвестиционной программы до момента получения средств от продажи основных доходных активов (например, продажи акций ОАО «Первой грузовой компании»). Это стратегически способствует дальнейшему уменьшению доходов компании.

### Заключение

На данный момент компания никак не может справиться с возложенной на нее миссией по осуществлению планов, заложенных стратегией развития транспорта без существенной федеральной поддержки. В результате последних институциональных преобразований в отрасли холдинг будет испытывать дальнейшие трудности с финансовой устойчивостью, а финансовый потенциал, который на сегодня можно охарактеризовать как невысокий, не

позволяет обеспечивать существенное улучшение ситуации.

### Библиографический список

1. Баканов, М. И. Теория экономического анализа: учебник. / М.И. Баканов, А. Д. Шеремет. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 536 с.
2. Воронин, В. Г. Основные тенденции стратегического управления инвестиционным потенциалом / В. Г. Воронин // Экономика железных дорог. - 2014. - № 3. - С. 12-20.
3. Воронин, В. Г. Методология развития инвестиционной деятельности железной дороги / В. Г. Воронин, Е. А. Догадова Омск: Изд-во «Апельсин», 2010. - 164 с.
4. Догадова, Е. А. Интеграционные процессы взаимодействия РЖД и малых предприятий / Е. А. Догадова // Экономика железных дорог. - 2010. - № 7. - С. 45-47.
5. Загурная, О. В. Внешние риски и способы их снижения. Управление внешними рисками предприятия в системе риск-менеджмента / О. В. Загурная // Российское предпринимательство. - 2008. - № 11. - С. 54-58.
6. Малявкина, Л. И. Информационное обеспечение системы управления в сфере железнодорожного транспорта / Л. И. Малявкина, Т. Б. Кувалдина // Омский научный вестник. - 2010. - № 4. - С. 120-126.
7. Мусловец, А. А. Новые подходы к обеспечению финансовой устойчивости / А. А. Мусловец // Экономика железных дорог. - 2014. - № 8. - С. 47-52.
8. Крейнина, М. Н. Анализ финансового состояния и инвестиционной привлекательности акционерных обществ в промышленности, торговле и строительстве / М. Н. Крейнина. - М.: АО ДИС, 1994. - 256 с.
9. Целых, Т.Н. Применение маркетингового подхода к классификации регионов / Т.Н. Целых // Сибирская финансовая школа. - 2014. - № 1 (102). - С. 24-27.
10. Штеле, Е. А. Инновационный потенциал: его сущность и оценка на примере ОАО "РЖД" / Е. А. Штеле // Экономика железных дорог. - 2014. - № 4. - С. 45 – 51.
11. Официальный сайт ОАО «РЖД» [Электрон. ресурс] – Режим доступа: URL: <http://ir.rzd.ru/> (дата обращения 27.06.2014)

### FINANCIAL CONDITION AND FINANCIAL INSTRUMENT OF INVESTING JSC "RUSSIAN RAILWAYS" IN THE PERIOD OF RAILWAY TRANSPORT'S REFORMS

E. A. Shtele

**Abstract.** JSC "Russian Railways" is a natural monopoly that ensures the functioning of railway transport in Russia. Recently the considerable structural transformations, influencing on performance criteria of transport companies, are implemented in this sector. The author describes the sources of

financing investment activity, economic results, financial condition of JSC "Russian Railways", presents an analysis of a company's activity and efficiency of using resources.

**Keywords:** investment activity, financial condition, sources of financing.

### References

1. Bakanov M. I., Sheremet A. D. *Teorija jekonomicheskogo analiza: uchebnik*. [Theory of Economic Analysis]. Moscow, Finansy i statistika, 2005. 536 p.

2. Voronin V. G. Osnovnye tendencii strategicheskogo upravlenija investicionnym potencialom [Main tendencies of strategic management of investment potential]. *Jekonomika zheleznyh dorog*, 2014, no3. Pp. 12-20.

3. Voronin V. G., Dogadova E. A. *Metodologija razvitija investicionnoj dejatel'nosti zheleznoj dorogi* [Methodology for developing investment activity of the railway]. Omsk: Izd-vo Apel'sin, 2010. 164 p.

4. Dogadova E. A. Integracionnye processy vzaimodejstviya RZhD i malyh predpriyatij [Integration processes of interacting Russian Railways and small enterprises]. *Jekonomika zheleznyh dorog*, 2010, no 7. Pp. 45-47.

5. Zagurnaja O. V. Vneshnie riski i sposoby ih snizhenija. Upravlenie vneshnimi riskami predpriyatija v sisteme risk-menedzhmenta [External risks and ways to reduce them. Control of enterprises' external risks in the system of risk management]. *Rossijskoe predprinimatel'stvo*, 2008, no 11. Pp. 54-58.

6. Malyavkina L. I., Kuvaldina T. B. Informacionnoe obespechenie sistemy upravlenija v sfere zheleznodorozhnogo transporta [Information support of control system in the sphere of railway

transport]. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2010, no 4. Pp.120-126.

7. Muslovets A. A. Novye podhody k obespecheniju finansovoj ustojchivosti [New approaches to ensuring financial stability. Railways Economics]. *Jekonomika zheleznyh dorog*, 2014, no 8. Pp. 47-52.

8. Kreinina M. N. *Analiz finansovogo sostojanija i investicionnoj privlekatel'nosti akcionerных obshhestv v promyshlennosti, torgovle i stroitel'stve* [Analysis of financial condition and investment appeal of joint-stock companies in industry, trade and construction]. Moscow, AO DIS, 1994. 256 p.

9. Tselykh T.N. Primenenie marketingovogo podhoda k klassifikacii regionov [Using marketing approach in regions' classification]. *Sibirskaja finansovaja*, 2014, no 1 (102). Pp. 24-27.

10. Shtele E. A. Innovacionnyj potencial: ego sushhnost' i ocenka na primere OAO "RZhD" [Innovation potential: its entity and assessment on the example of "Russian Railways"] *Jekonomika zheleznyh dorog*, 2014, no 4. pp. 45 – 51.

*Штеле Евгения Анатольевна (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент Омского государственного университета путей сообщения (ОМГУПС). (644046, Россия, г. Омск, пр. Маркса, 35, e - mail: fadeev\_spi@mail.ru)e-mail:shtele@list.ru)*

*Shtele Evgeniya Anatolievna (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, associate professor of Omsk State Transport University (644046, Russia, Omsk, Marks ave., 35, e - mail: fadeev\_spi@mail.ru) e-mail:shtele@list.ru)*

## РАЗДЕЛ V

# ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 930.85:72.01

### К ПРОБЛЕМЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА (ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ИНТЕГРАТИВНОГО ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ)

А. В. Горина<sup>1</sup>, Ю.В. Герасимов<sup>2</sup>, А. А. Зарубин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского», (Первый казачий университет), филиал в г. Омске, Россия, г. Омск

**Аннотация.** В статье рассматривается альтернатива традиционной модели образования, предлагаются варианты организации образовательного пространства, способствующего интеграции и развитию гуманитарного знания современного человека. Авторы обосновывают необходимость создания особого инновационного образовательного пространства – Центра развития интегративного гуманитарного знания (ЦРИГЗ) – в качестве высокотехнологичного и многофункционального здания, открытого и доступного для всех субъектов образования. Акцентируется внимание на высоком педагогическом потенциале проектируемой дидактической среды в рамках системы непрерывного образования. Подчеркивается универсальный характер ЦРИГЗ и его возможность «трансформироваться» под образовательные потребности каждого посетителя.

**Ключевые слова:** интеграция, информация, образование, интегративное гуманитарное знание, образовательное пространство.

#### Введение

Сегодняшнее общество характеризуют как информационное, что накладывает определенную специфику на образовательную систему. Для современной социокультурной ситуации характерна открытость информационных потоков: библиотеки, СМИ, Internet, – это все каналы открытого доступа, которые создают информационный фон эпохи. Любой желающий имеет возможность из него получать данные практически любого свойства, качества и содержания, включая, разумеется, и специализированную – по тем же самым гуманитарным учебным дисциплинам. Но дискретность образовательного пространства гуманитарных дисциплин не способствует превращению информации в прочный фундамент мировоззрения личности.

#### Интеграция гуманитарного знания в контексте развития системы непрерывного образования: проблема и пути ее решения

Современное высшее образование – массовое, а не элитарное. Оно нуждается в иной модели, ориентированной не на передачу информационного багажа различных гуманитарных наук, а на формирование

целостного гуманитарного знания. Его можно обозначить как интегративное, т.е. знание о человеке во всем многообразии его связей с внешним и внутренним миром. Именно такое знание способно стать основой дискурсивных практик, позволяющих человеку не только понимать происходящие в обществе процессы, но и выступать в роли сознательного актора [см. подробнее 1, 2, 5, 14].

Выявленное противоречие, между сложившейся ситуацией в сфере высшего образования (дискретность гуманитарных дисциплин) и недостаточными возможностями самой образовательной системы способствовать формированию интегративного гуманитарного знания студентов, определило проблему данного исследования – организация инновационного образовательного пространства в системе непрерывного образования.

Рассматривая концепт интегративного гуманитарного знания в контексте идей постмодернизма, можно отметить, что если раньше знание было детерминировано эпистемой, то теперь оно возникает в поле дискурсивной практики. При этом последние

не совпадают с конкретными науками и дисциплинами, а «проходят» через них, придавая им единство. В этих условиях одной из основных задач образовательного процесса должно стать формирование субъективно окрашенного знания рефлексивного характера, имеющего личную значимость для познающего субъекта. Иными словами, система высшего образования должна способствовать не только приобретению безличного знания, но и ценностно-смысловому пониманию, соотносённому с личностным знанием понимающего субъекта (такое понимание включается в сам процесс постижения мира) [7, с. 532]. Следует переместить основной акцент с усвоения знаний на развитие самостоятельного рефлексивного мышления, овладение опытом самопознания, самореализации, приобретение умений и способов интеллектуальной и практической деятельности. Выпускник высшей школы, будучи специалистом, должен уметь работать с любой информацией, овладеть навыками критического отношения к принятым постулатам, уметь принимать решения в нестандартных ситуациях, видеть и правильно формулировать проблемы, свободно обсуждать и самостоятельно решать их [3].

Как нам представляется, для решения этой задачи необходимо создание и внедрение в учебный процесс коммуникации особого типа, которая позволяет познающему субъекту реализовывать дискурсивные практики, опираясь на ключевые проблемные вопросы, требующие для своего разрешения «снятия» разрозненных сведений всех гуманитарных наук воедино. Речь идет о необходимости проектирования особой педагогической (а скорее социально-педагогической) технологии, способствующей формированию интегративного гуманитарного знания, близкой по смыслу «технологии развития познавательной активности» [12].

В свою очередь, реализация этого проекта требует специально сконструированного пространства, в котором такое интегрирование будет происходить, и механизма его осуществления. Классическая аудитория таким пространством стать не может [подробнее см. 1,2]. Механизмом реализации этой идеи могут быть интегративные семинары, проводимые преподавателями нескольких дисциплин [3]. Предлагаемая форма проведения занятия

является достаточно перспективной с точки зрения пробуждения интереса и творческой инициативы студенческой аудитории, но в то же время содержит ряд существенных проблем. Прежде всего, это необходимость увязки учебных графиков разных групп и нагрузки преподавателей. Отсутствует пока и эффективная система оценки студенческой работы в рамках подобной модели.

Еще одним вариантом решения заявленной проблемы может стать построение виртуального образовательного пространства в сети Internet в виде создания форума, открытого для посещения студентам ВУЗа, модераторами которого является коллектив преподавателей. В таком случае студент может принять участие в форуме в любое время, что позволяет ему планировать свою учебную работу с учетом требований профессиональной и иной деятельности (для заочников, особенно работающих, эта проблема достаточно актуальна). Не привязан к определенному времени и преподаватель, однако проводимая им работа каким-то образом должна учитываться и включаться в нагрузку [о проекте подобного форума для дисциплин социогуманитарного цикла см. подробнее 3].

В качестве альтернативы виртуальному образовательному пространству в сети Internet (в виде создания вышеупомянутого форума), – с целью организации образовательного пространства, способствующего интеграции и развитию гуманитарного знания современного человека, предлагаем рассмотреть моделируемое общественное здание, его особый тип – культурно-просветительное учреждение «Центр развития интегративного гуманитарного знания (ЦРИГЗ)» [см. подробнее 3].

Современному миру известны «умные дома», созданные с целью экономить ресурсы нашей планеты и соответственно меньше потреблять электроэнергии и т.п. И наличие таких зданий – ответ на вызовы глобальных проблем, связанных с нехваткой ресурсов на планет. Если же мы говорим о такой проблеме, как необходимость современного человека постоянно обучаться («образование не на всю жизнь, а через всю жизнь»), постоянно «пребывать» в системе непрерывного образования [6], то хочется спросить: каким будет «ответ» на данный «вызов»?

Как современному человеку «успеть» познать, синтезировать поступающие из



самых разных источников информационные потоки? где взять время и силы, а самое главное – уверенность, что при поиске ответа на очередной вопрос используются всевозможные источники информации? Иными словами, как помочь человеку в процессе познания и работы с огромными объемами информации?

С одной стороны, современные педагогические приемы и технологии несомненно способствуют более качественному и эффективному усвоению того или иного материала (кейс-метод, технология проектов, технология развития критического мышления через чтение и письмо и т.п.). С другой стороны, современный студент в своем распоряжении обладает многими технологическими средствами обучения (благодаря активному внедрению компьютерных технологий в процесс обучения). Все это, конечно же, облегчает работу с информацией. Но существующая дискретность в образовании (разделение всего процесса обучения на отдельные дисциплины; разбивка связанных между собой курсов на несколько лет обучения) зачастую приводят к тому, что у человека в сознании многие пласты полученного знания «сосуществуют» разрозненно. Не будучи *освоенными* рефлексивно, они «не работают» на своего хозяина, не являются его личностным достоянием...не выступают в качестве основы осознанной гражданской позиции. Особенно это ярко проявляется по отношению к знанию социо-гуманитарного цикла дисциплин. Такие (общие для всех) дисциплины, как «Философия», «История», «Психология», «Педагогика», «Культурология» – находятся на самой периферии студенческого сознания – особенно у студентов технических специальностей. Как должно выглядеть здание, каким должен быть «умный дом», способствующий более эффективному и своевременному познанию современного человека? Иными словами, можно ли создать такое пространство, общественное здание, которое бы «помогало» человеку интегрировать разрозненные, дифференцированные знания в кратчайшие временные сроки?

Проект ЦРИГЗ, о котором пойдет речь ниже, – это попытка повлиять на сложившуюся ситуацию в сфере образования. Учитывая же, что образование становится самой глобальной сферой человеческой деятельности (при этом говорят об эдукологизации нынешнего мирового

общества), можно заключить, что в данном случае предпринимается попытка не просто повлиять на разрешение некоей частной, узкой проблемы, – скорее речь идет о попытке построить некий мост между двумя областями знания – Педагогикой и Архитектурой. Предпринимается попытка создать особое образовательное (обучающее) пространство (ЦРИГЗ), погружаясь в которое, познающий субъект (например, студент) смог бы сэкономить свое время и силы на тернистом пути познания. Авторы предлагают решать данную проблему с привлечением инновационных технологий как педагогических, так и строительных (в частности, в области архитектуры). Авторы проекта не исключают, что существуют и альтернативные способы решения заявленной проблемы (–интеграция гуманитарного знания). По задумке авторов проектируемое здание ЦРИГЗ должно способствовать интеграции гуманитарного знания за счет современных мультимедийных технологий, встраиваемых в интерьер здания и за счет особой организации внутреннего пространства «ЦРИГЗ». Иными словами, ЦРИГЗ – это прообраз огромной флешки с большим количеством файлов – по темам гуманитарного цикла наук. Прогуляться внутри такой флешки не только познавательно, но и полезно – здание спроектировано таким образом, чтобы посетитель не «застаивался» на одном месте, а постоянно двигался вперед, вверх – на смотровую площадку на крыше.

Само здание предназначено для проведения экскурсий, лекционных, практических занятий, а так же его можно использовать как выставочный павильон, мобильную библиотеку, музей. При этом, включая ЦРИГЗ в свою образовательную среду, та или иная образовательная организация расширяет возможности для самореализации личности учащегося, развития его субъектности и мобильности – за счет предоставления учащимся разнообразных ресурсов, информационных источников, контент-знаний, которые содержит ЦРИГЗ. Например, один из наиболее важных вопросов в педагогической среде – вопрос свободного доступа в интернет («WI-FI»), – решается сам собой: ЦРИГЗ представляет собой совокупность информационных источников, доступных к использованию как педагогами, так и учащимися (перечень источников, естественно, «отфильтрован» от рекламы и так называемого «спама»).

ЦРИГЗ можно рассматривать в качестве дополнительной реальности, созданной специально для того, чтобы процесс познания и работа с информацией в современном мире были бы более эффективны, менее энергозатратны и комфортабельны для познающего субъекта. Таким образом, любой посетитель ЦРИГЗ получает возможность «войти в историю»: а именно, каждый человек сможет пройти весь комплекс, начиная с самого нижнего этажа (каждый этаж символизирует ту или иную историческую эпоху), при этом использовать окружающую обучающую среду комплекса, ориентируясь на свои познавательные интересы. Дойдя до самого верхнего этажа комплекса (который символизирует 21 век), посетитель понимает, что «все только начинается...». С террасы, расположенной на крыше ЦРИГЗ, перед ним открывается панорамный вид на город Омск (см. рис. 1, 2).



Рис. 1. Вид на юго-западный и главный фасады ЦРИГЗ

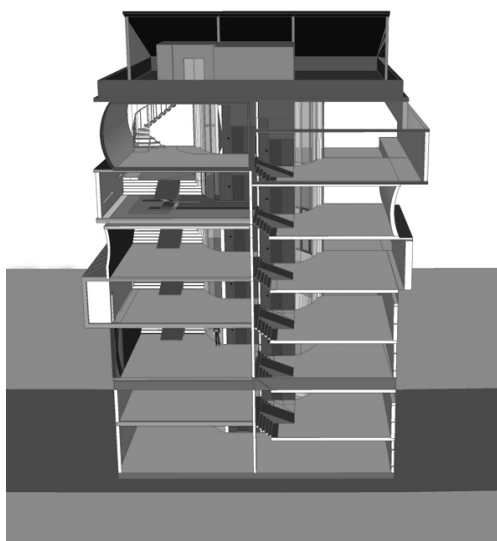


Рис. 2. Разрез ЦРИГЗ

При наличии ЦРИГЗ в городе, студенту (или школьнику) не придется постоянно сидеть за компьютером, он сможет сам погрузиться в особым образом спроектированное информационное пространство – ЦРИГЗ. Придя в ЦРИГЗ, он сможет «собрать» всю необходимую информацию, при этом он сможет обсудить найденные материалы непосредственно с теми, кто составил ему компанию в данном походе (преподаватели, родители, сокурсники). Стоит отметить, что данное обстоятельство «работает» на идею здоровьесбережения учащихся в процессе обучения: смена видов деятельности, отсутствие часовых просиживаний за компьютером, формирование социальных компетенций в процессе взаимодействия и др., - все это возможно, когда студент (или школьник) ощущает себя полноправным субъектом собственного самообразования, а педагоги осуществляют лишь координирующую роль – роль тьютора, консультанта. По мнению авторов, проектируемое образовательное пространство (с включением ЦРИГЗ в систему непрерывного образования) представляет собой совокупность возможностей для оказания психолого-педагогического сопровождения учащихся в рамках их индивидуального образовательного маршрута [см. 4, 9,10, 11]. При этом сам процесс обучения (самообучения) в ЦРИГЗ - за счет большей «эмоциональной раскрепощенности» субъектов образования – будет способствовать улучшению показателей психического здоровья учащихся [см. 8,13]. Предполагается, что в рамках обучения в ЦРИГЗ взаимодействие педагогов и учащихся будет выстраиваться на уровне «партнерских отношений», когда авторитарность, так часто встречающаяся в профессионально-педагогическом общении, уступает место настоящему сотрудничеству в поиске решения на ту или иную образовательную проблему, задачу – на условиях открытого, эмоционально позитивного отношения друг к другу. Стоит отметить, что такой стиль общения возможен, если учебная деятельность организована не в форме разделения труда, а в форме «сознательно организованного сотрудничества». В таком случае образовательная среда выступает как «область социокультурного взаимодействия, выдвигающая на первый план такие характеристики образовательной среды, как

коммуникативное взаимодействие, как общность обучающихся и преподавателей» (Н.В. Бордовская, С.И. Розум).

### **Заключение**

Итак, основная идея проекта заключается в том, чтобы «погрузить» познающего субъекта (школьника, студента) – не только умственно, но и физически – в проектируемое пространство «умного здания» – ЦРИГЗ, а также сделать процесс познания более привлекательным за счет продуманного (с позиции теории интеграции гуманитарного знания) расположения информационных контентов в интерьере. Таким образом, ЦРИГЗ как здание – уникально и многофункционально. Проектируемое здание должно способствовать интеграции гуманитарного знания за счет современных мультимедийных технологий, встраиваемых в интерьер здания и за счет особой организации внутреннего пространства «ЦРИГЗ». Благодаря тому, что здание ЦРИГЗ моделируется универсальным и многофункциональным, в данном комплексе возможно будет как проведение экскурсий, так и лекций, семинаров. Соответственно – в контексте развития системы непрерывного образования – данный проект становится особо значимым и актуальным: ЦРИГЗ – благодаря специальному «обучающему» интерьеру – будет способно «подстраиваться» под «запросы» посетителя любого возраста (таким образом, это здание возможно будет посещать и в школьные годы, и во время студенчества и т.д. – в зависимости от образовательных потребностей). Так проект ЦРИГЗ реализует один из ведущих принципов современной образовательной парадигмы: «образование через всю жизнь».

### **Библиографический список**

1. Горина, А. В., Гуманитарное образование в культурном пространстве современности / А. В. Горина, Ю. В. Герасимов // Актуальные проблемы современной науки и образования. Общественные науки: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Том VII. Ч. 2. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2010. Режим доступа: [http://www.sibsru.ru/Materily\\_conference.htm](http://www.sibsru.ru/Materily_conference.htm) (дата обращения: 22.12.2013).

2. Горина, А. В., Моделирование механизма формирования интегративного гуманитарного знания как основы профессиональной культуры специалиста / А. В. Горина, Ю. В. Герасимов // Профессиональное образование: двухуровневое и модульное обучение, кредитные системы, компетентностный подход: материалы юбилейной

межвузовской научно-методической конференции. Омск: СибАДИ, 2010. – С.21-24.

3. Горина, А. В. Моделирование центра развития интегративного гуманитарного знания / А. В. Горина, А. А. Зарубин, Е. А. Суворова // Сборник научных трудов молодых ученых по материалам Международной научно-практической конференции Инновационное лидерство строительной и транспортной отрасли глазами молодых ученых: научное издание / СибАДИ; ред. В. Ю. Кирничный [и др.]. – Омск: СибАДИ, 2014. – С. 161-164.

4. Дамдинов, А. В. Об уровнях и видах педагогического сопровождения / А. В. Дамдинов, Г. Ц. Молонов // Вестник Восточно-сибирской государственной академии образования. – 2011. - № 15. – С. 125 – 128.

5. Демкин, В. П. Гуманитарное образование в информационном обществе / В. П. Демкин, Г. В. Можаяева // МЭЖ Гуманитарная информатика, вып. 6. – Режим доступа: URL: <http://huminf.tsu.ru/e-jurnal/magazine/1/demkin.htm> (дата обращения: 22.12.2013).

6. Жигадло, А. П. Формирование социально-профессиональной мобильности обучающихся в системе непрерывного образования «школа - колледж – вуз» / А. П. Жигадло, Т. П. Хохлова // Сборник материалов и докладов Международной конференции г. Екатеринбург РГППУ. – 2014. - С. 152-157.

7. Знаков, В. В. Понимание в мышлении, общении, человеческом бытии / В. В. Знаков – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. – 479 с.

8. Обеспечение психологической безопасности в образовательном учреждении: практическое руководство / Под ред. И.А. Баевой. – СПб.: Речь, 2006. – 288 с.

9. Казанская, В. Г. О психолого-педагогическом сопровождении самоактуализации личности в образовательном пространстве / В. Г. Казанская, А. Н. Колпакова // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. – 2013. – Том 5 (№ 3). – С. 28 – 37.

10. Кленин, Д. А. Индивидуальная образовательная траектория, как составляющая современного образования / Кленин, Д. А., Сальников, В. А., Ешкова, Ю. А., Ревенко, Е. М. // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 6 (34). – С. 176-182.

11. Лоренц, В. В. Основы проектирования индивидуально-образовательного маршрута студента: учебно-методическое пособие к курсу «Практическая педагогика» / Лоренц В. В. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2006. – 157 с.

12. Пашкевич, А. В. Основы проектирования педагогической технологии. Взаимосвязь теории и практики: учебно-методическое пособие. / Пашкевич, А. В. – Тобольск: ТГСПА им. Д. И. Менделеева, 2009. – 80с.

13. Якубенко, О. В. Педагогическое сопровождение здоровьесбережения студентов как фактор успешной адаптации студентов к вузу / О. В. Якубенко, А. П. Жигадло, // Вестник СибАДИ. – 2012. – № 6 (28). – С. 165 – 171.

14. Якушкина, М. С. Взаимодействие социокультурных институтов как механизм

развития образовательного пространства / М. С. Якушкина // Человек и образование. – 2010. – №1. – С.34 – 38.

**TO THE PROBLEM OF ORGANIZING INNOVATIVE EDUCATIONAL SPACE (THE CENTER FOR DEVELOPING INTEGRATIVE HUMANITIES KNOWLEDGE)**

A. V. Gorina, Y. V. Gerasimov, A. A. Zarubin

**Abstract.** The article dwells upon the alternative for traditional model of education, variants for organization of educational space, contributing to integration and development of a modern man's humanitarian knowledge. The authors substantiate the need of creating a special innovative educational space - The center for developing integrative humanities knowledge, CDIHK- as a high-tech and multi-purpose building available for all subjects of education. The attention is focused on the high pedagogical potential of the projectable didactic environment within the system of continuous education. There is emphasized the universality of CDIHK and its ability to adjust to educational needs of every attendee.

**Keywords:** Integration, information, education, integrative humanitarian knowledge, educational space.

**References**

1. Gorina A. V., Gerasimov Y. V. Gumanitarnoe obrazovanie v kul'turnom prostranstve sovremennosti [Liberal education in the cultural space of modernity]. *Aktual'nye problemy sovremennoj nauki i obrazovanija. Obshhestvennye nauki: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Tom VII. Ch. 2.* Ufa: RIC BashGU, 2010. Available at: URL: [http://www.sibsru.ru/Materialy\\_conference.htm](http://www.sibsru.ru/Materialy_conference.htm) (accessed 22.12.2013).

2. Gorina A. V., Gerasimov Y. V. Modelirovanie mehanizma formirovanija integrativnogo gumanitarnogo znanija kak osnovy professional'noj kul'tury specialista [Modeling mechanism of forming integrative humanitarian knowledge as the basis of professional culture of a specialist]. *Professional'noe obrazovanie: dvuhurovnevoe i modul'noe obuchenie, kreditnye sistemy, kompetentnostnyj podhod: materialy jubilejnoy mezhvuzovskoj nauchno-metodicheskoy konferencii.* Omsk: SibADI, 2010. pp. 21-24.

3. Gorina A. V., Zarubin A. A., Suvorova E. A. Modelirovanie centra razvitiya integrativnogo gumanitarnogo znanija [Modeling center of developing integrative humanities knowledge]. *Sbornik nauchnyh trudov molodyh uchenyh po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii Innovacionnoe liderstvo stroitel'noj i transportnoj otrasli glazami molodyh uchenyh: nauchnoe izdanie / SibADI; red. V. Ju. Kirnichnyj [i dr.].* Omsk: SibADI, 2014. pp. 161-164.

4. Daminov, A. B., Molonov, G. T. Ob urovnjah i vidah pedagogicheskogo soprovozhdenija [On levels and types of pedagogical support]. *Vestnik*

*Vostochno-sibirskoj gosudarstvennoj akademii obrazovanija*, no 15. pp. 125 – 128.

5. Demkin V.P., Mojaeva G.V. Gumanitarnoe obrazovanie v informacionnom obshhestve [Liberal education in the information-oriented society]. *IEJ Humanitarian informatics*, iss. 6. Available at: URL: <http://huminf.tsu.ru/e-jurnal/magazine/1/demkin.htm> (accessyб 22.12.2013)

6. Zhigadlo A. P., Hohlova T. P. Formirovanie social'no-professional'noj mobil'nosti obuchajushhihsja v sisteme nepreryvnogo obrazovanija «shkola - kolledzh – vuz» [Formation of students' social and professional mobility within the system of continuous education "school – college – university"]. *Sbornik materialov i dokladov Mezhdunarodnoj konferencii g. Ekaterinburg RGPPU2014*. pp. 152-157.

7. Znakov V. V. *Ponimanie v myshlenii, obshhenii, chelovecheskom bytii* [Understanding at thinking, communication, human existence]. Moscow, Izd-vo Institut psihologii RAN, 2007. 479 p.

8. *Obespechenie psihologicheskoy bezopasnosti v obrazovatel'nom uchrezhdenii: prakticheskoe rukovodstvo* [Ensuring psychological safety at educational institution: practical guide]. ed. by I.A. Baeva. St. Petersburg, Rech', 2006. 288 p.

9. Kazanskaya V. G., Kolpakova, A. N. O psihologo-pedagogicheskom soprovozhdenii samoaktualizacii lichnosti v obrazovatel'nom prostranstve [On psychological and pedagogical support of personal self-actualization in educational process]. *Vestnik LGU im. A.S. Pushkina*, 2013, Vol. 5 (no 3). pp. 28 – 37.

10. Klenin D. A., Salnikov V. A., Eshkova J. A., Revenko E. M. Individual'naja obrazovatel'naja traektorija, kak sostavljajushhaja sovremennogo obrazovanija [Individual educational trajectory, as a component of modern education]. *Vestnik SIBADI*, 2013, no 6 (34). pp. 176 – 182.

11. Lorenz, V. V. *Osnovy proektirovanija individual'no-obrazovatel'nogo marshruta studenta: uchebno-metodicheskoe posobie k kursu «Prakticheskaja pedagogika* [Basics of designing individual and educational route of a student: the educational-methodical manual for the course of Practical pedagogy]. Omsk: OmSPU, 2006, 157 p.

12. Pashkevich, A. V. *Osnovy proektirovanija pedagogicheskoy tehnologii. Vzaimosvjaz' teorii i praktiki: uchebno-metodicheskoe posobie* [Basics of designing pedagogical technology. Interrelation of theory and practice: the educational-methodical manual]. Tobolsk, TGSPA name D.I. Mendeleeva, 2009. 80 p.

13. Yakubenko, O. V., Zhigadlo, A. P. Pedagogicheskoe soprovozhdenie zdorov'esberezhenija studentov kak faktor uspešnoj adaptacii studentov k vuzu [Pedagogical support of students' health as a factor of successful adaptation of students to university]. *Vestnik SIBADI*, 2012, no 6 (28). pp. 165 – 171.

14. Yakushkina, M. S. Vzaimodejstvie sociokul'turnyh institutov kak mehanizm razvitiya obrazovatel'nogo prostranstva [Interaction of socio-cultural institutions as a mechanism of educational space's development]. *Chelovek i obrazovanie*, 2010, no 1. pp. 34 – 38.

Горина Анна Владимировна (Россия, г. Омск) - кандидат философских наук, доцент кафедры Инженерная педагогика ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: anna2012gorina@gmail.com)

Герасимов Юрий Викторович (Россия, г. Омск) - кандидат исторических наук, доцент кафедры Экономических и гуманитарных наук ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского» (Первый казачий университет), филиал в г. Омске (644010, г. Омск, улица Пушкина, 63, e-mail: ngajapti@yandex.ru)

Зарубин Андрей Алексеевич (Россия, г. Омск) - студент ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: zarubinandrey@inbox.ru)

Gorina Anna Vladimirovna (Russia, Omsk) - candidate of philosophical sciences, associate professor of the department "Engineering pedagogics", The Siberian state automobile and highway academy (SibADI). (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: anna2012gorina@gmail.com)

Gerasimov Yuriy Viktorovich (Russia, Omsk) - candidate of historical sciences, associate professor of the department "Economic and humanitarian sciences" of "MGUTU named after K.G. Razumovskiy" (The first Cossack university), branch in Omsk (644010, Omsk, Pushkin str., 63, e-mail: ngajapti@yandex.ru)

Zarubin Andrey Alekseevich (Russia, Omsk) - student of the Siberian state automobile and highway academy (SibADI). (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: zarubinandrey@inbox.ru)

УДК 378

### ЭЛЕКТРОННЫЙ КЕЙС-БУК КАК ИННОВАЦИОННОЕ СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ШКОЛЫ: ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ

А. П. Жигadlo<sup>1</sup>, И. В. Осипова<sup>2</sup>, Н. Н. Ульяшина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

<sup>2</sup>Российский государственный профессионально-педагогический университет, Россия, г. Екатеринбург

**Аннотация:** В статье рассмотрены особенности процесса подготовки студентов в профессионально-педагогическом вузе. Авторами предложены подходы разработки дидактико-технологического обеспечения для моделирования процесса подготовки производственно-технологического компонента в профессионально-педагогической деятельности на примере электронного кейс-бука.

**Ключевые слова:** дидактико-технологическое обеспечение, профессионально-педагогическая деятельность, электронный кейс-бук, подготовка студентов.

#### Введение

Вхождение России в мировую экономику выявили оппозицию профессионального образования реальным инновационным запросам общества, вскрыли его системные недостатки – консерватизм, неспособность гибко и динамично реагировать на вызовы внешней среды, на стремительные изменения в экономике и социальной сфере.

В настоящее время в системе подготовки рабочих существует ряд основных проблем:

**Первая проблема** связана с резкими деформациями структуры и объема подготовки кадров, явно не соответствующими реальным потребностям рынка труда. Дефицит квалифицированных рабочих кадров становится непреодолимым препятствием на пути дальнейшего развития страны.

**Вторая проблема** заключается в отсталой и статичной материально-технологической базе большинства учреждений СПО, не отражающей динамику

инновационных изменений в отечественном и мировом производстве.

**Третья проблема** заключается в крайнем отставании содержания профессионального образования от потребностей инновационного развития страны и запросов рынка труда, от тенденций мирового социально-экономического развития. По мнению Д. А. Медведева это означает, что «налицо рассогласованность действий системы образования, с одной стороны, и производства, то есть позиции работодателей, с другой стороны».

**Четвертая проблема** связана с текущим состоянием кадрового ресурса системы профессионального образования, к основным тенденциям которого можно отнести: снижение общего числа преподавателей в учреждениях СПО; увеличение в структуре преподавательского состава учреждений СПО преподавателей, работающих на условиях штатного совместительства и не-

полной загруженности; появление скрытой безработицы. При этом низка доля преподавателей, активно ведущих научно-методическую деятельность (менее 10 %); некоторое увеличение на всех уровнях профессионального образования доли преподавателей в возрасте свыше 50 лет и заметное снижение данного показателя для возрастных когорт младше 40 лет.

Таким образом, актуальный уровень профессионально-педагогической компетентности педагогов профессиональной школы не соответствует требованиям государства, общества и экономики, особенно четко проявившимся в связи с изменениями условий на рынке труда; масштабы подготовки педагогов и мастеров профессионального обучения недостаточны для удовлетворения потребностей системы профессионального образования.

Очевидно, что инновационное развитие и повышение конкурентоспособности страны возможны только как следствие синергетического эффекта радикальных изменений системы профессионального образования, предусматривающих придание ей должного качества и эффективности, динамичности и гибкости, всеобщего и непрерывного повышения уровня профессиональной компетентности профессионально-педагогических кадров.

Современные учреждения СПО нуждаются не столько в усовершенствовании систем подготовки рабочих кадров, сколько во внедрении инноваций: в обеспечении смены поколений материально-технологической базы, нового содержания, технологий, форм и методов профессиональной подготовки обучающихся, а также педагогического менеджмента.

В последние годы россияне столкнулись с конкуренцией на рынке средне- и высококвалифицированного рабочего труда. Основными конкурентами становятся отдельные этнические группы из ближнего и дальнего зарубежья [5].

При этом рабочих высшей квалификации в стране осталось всего 5 % от общего числа (для сравнения: в США – 43 %, ФРГ – 56 %, Японии – свыше 75 %). С учетом того, что средний возраст квалифицированных рабочих приближается к предпенсионному – 54 годам, в ближайшие 5–7 лет отечественное производство может столкнуться с тяжелыми кризисными явлениями в кадровой сфере.

Современные стратегии подготовки

специалистов и рабочих различных профессий предполагают оптимизацию и дифференциацию программ подготовки по прикладным квалификациям на базе СПО, специализированных центров, в системах внутрифирменной подготовки. Это не может не отразиться на развитии профессионально-педагогического образования. Очевидно, что вся система профессионально-педагогического образования должна трансформироваться в вариативную модель, предусматривающую подготовку по различным образовательным программам и программам профессиональной переподготовки. При этом достаточно высока востребованность и необходимость подготовки педагога профессиональной школы по интегративным программам [1,3].

Сегодня при подготовке педагогов и мастеров профессионального обучения реализуются лучшие традиции российского профессионально-педагогического (индустриально-педагогического, инженерно-педагогического) образования; одна из важнейших традиций – интеграция отраслевой (специальной), психолого-педагогической и рабочей профессии как структурных составляющих содержания подготовки.

Для анализа содержания дисциплин (модулей) произведено:

- выявление структурно-логических схем по блокам;

- определение взаимосвязей наиболее важных тем внутри каждого блока на основе составления моделей и модульных единиц, их группировка (на основе логико-содержательных схем);

- проведение последовательной процедуры спецификации модульных единиц при выделении доминирующих компонентов их содержания.

Успешность реализации способа действия зависит полностью от субъекта деятельности – будущего педагога профессиональной школы. При этом должны быть выполнены следующие организационно-педагогические условия. Обучение способу действия должно быть целенаправленным и постепенным. Необходимо сначала обучать элементам процесса формирования способа действия, затем комбинировать эти элементы и в дальнейшем включать студентов в практическую реализацию способа действия, что позволит сформировать профессиональные компетенции на качественно новом уровне.

Обучение должно быть основано на активности студента. Умение определять способ действия связано с развитостью профессионального мышления будущего педагога профессиональной школы. Его можно развивать только на основе активной деятельности студента, имитирующей состояние профессионального мышления [2].

Процесс подготовки будущих педагогов профессиональной школы на основе производственно-технологического компонента профессионально-педагогической деятельности подразделяется на уровни. В основе уровней лежат этапы овладения студентами производственно-технологического компонента профессионально-педагогической деятельности. На каждом уровне определены критерии, по которым можно оценивать готовность к реализации производственно-технологических функций профессионально-педагогической деятельности. Но в то же время мы вводим обобщенные показатели, характеризующие профессионально-педагогическую подготовленность выпускника.

Подготовка будущих педагогов профессиональной школы на основе производственно-технологического компонента профессионально-педагогической деятельности по своей сущности отражает образовательный процесс. Где учтены содержательные, функциональные, логические характеристики, присущие именно производственно-технологическому компоненту профессионально-педагогической деятельности бакалавра.

Содержание подготовки педагогов профессиональной школы в системе профессионально-педагогического образования кардинально отличается от подготовки инженеров, техников, учителей. В данной статье особое внимание уделяется отраслевой (специальной) структурной составляющей содержания подготовки, в частности, производственно-технологическому компоненту профессионально-педагогической деятельности. При этом содержание производственно-технологического компонента должно быть поэтапно направлено на обеспечение следующих требований:

1) содержание обучения должно быть ориентировано на формирование общекультурных и профессиональных компетенций;

2) содержание обучения должно предусматривать формирование способов действия, характерных для профессионально-

педагогической деятельности бакалавра профессионального обучения;

3) содержание производственно-технологического компонента детерминировано средствами *дидактико-технологического обеспечения*.

Дидактико-технологическое обеспечение, представляет собой систему нормативных документов, методических, технологических и контрольно-измерительных материалов подготовки педагогов профессиональной школы [4].

Под структурой дидактико-технологического обеспечения мы понимаем: во-первых, данный комплекс разработан и создан как интеграционная структура дидактических средств для отбора, организации, хранения, обработки, передачи и представления профессионально-педагогической информации; во-вторых, все элементы научно-методического комплекса имеют единую целевую основу и программно-аппаратную среду; в-третьих, при проектировании и разработке дидактико-технологического комплекса предусматривается возможность его использования в рамках сетевого взаимодействия вуза со специально организованной образовательной средой (площадкой).

Состав и структура дидактико-технологического обеспечения зависит от содержания производственно-технологической области, которое отражает нормативный, учебно-методический и контролирующий компоненты. При разработке дидактико-технологического инструментария был проведен анализ содержательного поля будущей профессионально-педагогической деятельности выпускника для последующего выполнения им производственно-технологических функций в рамках компетентностного подхода.

Процесс подготовки педагога профессиональной школы средствами дидактико-технологического обеспечения определен следующими функциями: овладение операциями деятельности; ознакомления и формирования способа действия; активного овладения способом действия и ознакомления с отдельными видами работ производственно-технологического характера; активного изучения деятельности и овладения производственно технологическими работами [7,8]. При разработке дидактико-технологического обеспечения для подготовки педагога профессиональной школы был

проведен анализ содержательного поля профессиональной деятельности будущего выпускника для последующего выполнения им производственно-технологических функций в рамках компетентного подхода. С этой целью были проанализированы и изучены: структурно-функциональная деятельность педагогов профессиональной школы, профессиональная характеристика, единый тарифно-квалификационный справочник, квалификационная характеристика, корпоративные стандарты.

Также были определены блоки ведущих идей и понятий, составляющих теоретическую базу содержания производственно-технологического компонента подготовки будущих педагогов профессиональной школы, обучающихся в профессионально-педагогическом вузе.

Одним из инновационных средств дидактико-технологического обеспечения становится *электронный кейс-бук*.

*Кейс-бук* (с англ. *case-book*) – это интерактивное дидактико-технологическое средство подготовки будущих педагогов профессиональной школы, которое можно использовать в различных дидактических аспектах (особое внимание данное средство заслуживает при сетевом взаимодействии) [6].

Метод кейсов – технология обучения, использующая описание реальных социально-экономических, производственных ситуаций, при котором обучающиеся исследуют ситуацию, разбираются в сути проблем (производственных вопросов), предложить возможные решения и выбрать лучшее из них.

Внедрение кейсов в процессы производственного обучения в настоящее время является весьма актуальной задачей. Кейс представляет собой описание конкретной реальной ситуации, подготовленное в виде инструкционно-технологической карты, предназначенное для обучения и контроля будущих педагогов профессиональной школы, а также определения уровня сформированной компетенции или части компетенции, в соответствии с установленными критериями. Кейсовая технология (метод) обучения – это обучение действием, где усвоение знаний и формирование умений есть результат активной самостоятельной деятельности будущих педагогов профессиональной школы по разрешению противоречий, в результате чего и происходит творческое овладение профессиональными знаниями, умениями,

владениями, а также формирование производственно-технологического компонента профессионально-педагогической деятельности.

Преимуществом кейсов является возможность оптимально сочетать теорию и практику, что представляется достаточно важным при подготовке специалиста. Метод кейсов способствует развитию умения анализировать ситуации, оценивать альтернативы, выбирать оптимальный вариант и планировать его осуществление. И если в течение учебного цикла такой подход применяется многократно, то у обучающегося вырабатывается устойчивый навык решения практических задач.

Технология работы с кейсом в учебных мастерских имеет свои специфические особенности, связанной с построением уникального учебно-производственного процесса. Сложность заключается в организации индивидуальной самостоятельной работы обучаемых с материалами кейса – учебно-производственными ситуациями (идентификация проблемы, формулирование ключевых альтернатив, предложение решения или рекомендуемого действия); работа в малых группах по согласованию видения ключевой учебно-производственной проблемы и ее решений; презентация и экспертиза результатов малых групп на общей дискуссии (в рамках заключительного инструктажа).

Кейс – стадии на учебно-производственных занятиях могут быть представлены в виде следующих этапов:

1. Формулировка учебно-производственной задачи.
2. Выявление причины ее возникновения.
3. Переформулировка целей.
4. Выделение предположений и путей решения конкретной задачи.
5. Для каждой задачи определяется комплекс мероприятий – шагов по ее решению.
6. Определяются необходимые производственно-технологические ресурсы и время для выполнения поставленных задач.
7. Для каждого блока задач определяется конкретный продукт и критерии эффективности решения задачи.

Кейсы готовятся в пакете, включающем в себя: вводный кейс (сведения о наличии проблемы, ситуации, явления; описание границ рассматриваемого явления); информационный кейс (объем знаний по какой-либо теме (проблеме), изложенный с той или иной степенью детальности); стратегический кейс (развитие умения



анализировать среду в условиях неопределенности и решать комплексные проблемы со скрытыми детерминантами); исследовательский кейс (аналогичен групповым или индивидуальным проектам — результаты анализа некоторой ситуации представляются в форме изложения); тренинговый кейс (направлен на упрочение и более полное освоение уже использованных ранее инструментов и навыков - логических и т.п.).

Мы предлагаем кейс с заданиями в виде электронного дидактико-технологического обеспечения. Электронный кейс-бук спроектирован как электронное учебное пособие, представленное в виде ситуативных задач (с применением метода кейсов), на основе структурно-функционального подхода.

Электронный кейс-бук включает в себя три блока: когнитивный, операционно-деятельностный и практико-ситуативный.

Первый блок – когнитивный. Формирует у студентов теоретическую составляющую. При изучении информации данного блока актуальными являются профессиональные знания. Качественное усвоение знаний по первому блоку создает основу для лучшего формирования профессиональной компетентности в производственно-технологическом компоненте профессионально-педагогической деятельности. Второй блок носит операционно-деятельностный характер и формирует профессиональную деятельность (умения), как структурный компонент профессиональной компетентности. Данный блок формирует операционно-деятельностную составляющую производственно-технологического компонента. Третий блок носит практико-ситуативный характер производственно-технологического компонента. Данный блок представлен в виде конкретных учебно-производственных ситуаций и ситуативных задач производственно-технологического характера. Это позволяет сформировать готовность (владение) к будущей профессиональной деятельности.

### Заключение

Одной из главных особенностей применения и использования электронного кейс-бука становится рациональное сочетание теоретических и производственных аспектов различных видов учебно-производственной деятельности, необходимой для формирования

профессиональной компетентности и готовности к инновационной деятельности.

Профессиональные компетенции будущих педагогов профессионального обучения необходимо развивать, систематически приобщая их к деятельности инновационного, креативного и исследовательского характера.

### Библиографический список

1. Осипова, И. В. Теоретические основы подготовки студентов профессионально-педагогического вуза по рабочей профессии: компетентностный подход: монография / И. В. Осипова, Н.Н. Ульяшина. - Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.- пед.ун-та, 2012. - 226 с.

2. Осипова, И. В. Моделирование процесса подготовки студентов по рабочей профессии / И. В. Осипова, Н. Н. Ульяшина // Профессиональное образование. Столица. – 2009. - №1. – С. 26-27.

3. Осипова, И. В. Структурно-содержательная модель формирования компетенции по рабочей профессии у педагогов профессионального обучения / И. В. Осипова, Н. Н. Ульяшина // Высшее образование сегодня. – 2011. – №4. – С. 36 - 41.

4. Осипова, И. В. Педагогические условия формирования компетенции педагога профессионального обучения по рабочей профессии «электрогазосварщик» / И. В. Осипова, Н. Н. Ульяшина // Среднее профессиональное образование. – 2008. – №12. – С.20-22.

5. Осипова, И. В. Дидактико-технологическое обеспечение подготовки студентов по рабочей профессии электрогазосварщик в ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет» / И. В. Осипова, Н. Н. Ульяшина // Высшее образование сегодня. – 2012. - №11. – С. 49 - 53.

6. Профессионально-педагогические понятия: Слов. / Сост. Г.М. Романцев, В.А. Федоров, И.В. Осипова, О.В. Тарасюк; Под ред. Г.М. Романцева. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2005. – 456 с.

7. Романцев, Г. М. Уровневое профессионально-педагогическое образование: теоретико-методологические основы стандартизации: монография / Г. М. Романцев, В. А. Федоров, И. В. Осипова, О.В. Тарасюк. - Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2011. – 545 с.

8. Теория и практика профессионально-педагогического образования: Коллектив. моногр.; под.ред. Г. М. Романцева. – Екатеринбург, 2007. – 224 с.

### ELECTRONIC CASE-BOOK AS INNOVATIVE MEAN OF TRAINING A TEACHER OF PROFESSIONAL SCHOOL: PRODUCTION AND TECHNOLOGICAL COMPONENT

A. P. Zhigadlo, I. V. Osipova, N. N. Uljashina

**Abstract.** The author considers the peculiarities of the process of training students in professional and

pedagogical university. The authors have proposed the approaches for developing didactic and technological support for modeling process of preparing production-technological component in professional-pedagogical activity on the example of an electronic case-book.

**Keywords:** didactic-technological support, professional-pedagogical activity, electronic case-book, training students.

### References

1. Osipova I. V., Ul'jashina N. N. *Teoreticheskie osnovy podgotovki studentov professional'no-pedagogicheskogo vuza po rabochej professii: kompetentnostnyj podhod: monografija* [Theoretical bases of training students of professional and pedagogical higher education institution on a profession: competence-based approach: monograph]. Ekaterinburg: Izd-vo Ros.gos.prof.-ped.un-ta, 2012. - 226 s.
  2. Osipova I. V., Ul'jashina N. N. Modelirovanie processa podgotovki studentov po rabochej professii [Modeling process of training students on a profession]. *Professional'noe obrazovanie. Stolica*, 2009, no 1. pp. 26-27.
  3. Osipova I. V., Ul'jashina N. N. Strukturno-soderzhatel'naja model' formirovanija kompetencii po rabochej professii u pedagogov professional'nogo obucheniya [Structural and conceptual model of forming teachers' professional competence]. *Vysshee obrazovanie segodnja*, 2011. no 4. pp. 36 - 41.
  4. Osipova I. V., Pedagogicheskie uslovija formirovanija kompetencii pedagoga professional'nogo obucheniya po rabochej professii «jelektrogazosvarshhik» [Pedagogical conditions of forming teacher's competence on the profession "electric and gas welder"]. *Srednee professional'noe obrazovanie*, 2008, no 12. pp. 20-22.
  5. Osipova I. V., Ul'jashina N. N. Didaktiko-technologicheskoe obespechenie podgotovki studentov po rabochej professii jelektrogazosvarshhik v FGAOU VPO «Rossijskij gosudarstvennyj professional'no-pedagogicheskij universitet» [Didactic and technological support of training students on a profession "electric and gas welder" at The Russian state professional and pedagogical university]. *Vysshee obrazovanie segodnja*, 2012, no 11. pp. 49 - 53.
  6. *Professional'no-pedagogicheskie ponjatija: Slova*. [Professional and pedagogical concepts: Words.]. Sost. G. M. Romancev, V. A. Fedorov, I. V. Osipova, O.V. Tarasjuk; Pod red. G.M. Romanceva. Ekaterinburg: Izd-vo Ros. gos. prof.-ped. un-ta, 2005. 456 p.
  7. Romantsev G. M., Fedorov V. A., Osipova I. V., Tarasjuk O.V. *Urovnevoe professional'no-pedagogicheskoe obrazovanie: teoretiko-metodologicheskie osnovy standartizacii: monografija* [Level professional and pedagogical education: theoretical-methodological bases of standardization: monograph]. Ekaterinburg: Izd-vo Ros. gos. prof.-ped. un-ta, 2011. 545 p.
  8. *Teorija i praktika professional'no-pedagogicheskogo obrazovanija: Kollektiv. monogr.; pod.red. G. M. Romanceva*. [Theory and practice of professional and pedagogical education: Collective. monograph]. Ekaterinburg, 2007. 224 p.
- Жигадло Александр Петрович (Россия, г. Омск) - доцент, кандидат технических наук; доктор педагогических наук, декан факультета Автомобильный транспорт, заведующий кафедрой инженерной педагогики ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, Россия, г. Омск, проспект Мира, 5.)*
- Осипова Ирина Васильевна (Россия, г. Екатеринбург) - ученый секретарь УМО по ППО, профессор, кандидат педагогических наук, доктор педагогических наук Международного института «ИНФО-Рутения» Международной академии наук Сан-Марино, Российский государственный профессионально-педагогический университет, (620012, Россия, г. Екатеринбург, Машиностроителей 11)*
- Ульяшина Наталья Николаевна (Россия, Екатеринбург) - кандидат педагогических наук, доцент кафедры Сварочное производство, Российский государственный профессионально-педагогический университет. (620012 г. Екатеринбург, Машиностроителей 11., e-mail: Nataly\_Ul@e1.ru)*
- Zhigadlo Aleksandr Petrovich (Russian Federation, Omsk) - doctor of pedagogical sciences, associate professor, candidate of technical sciences; dean of the faculty "Motor transport", head of the department of Engineering pedagogics. The Siberian state automobile and highway academy (SibADI). (644080, Russia, Omsk, Mira Avenue, 5.)*
- Osipova Irina Vasilievna (Russian Federation, Ekaterinburg) - scientific secretary of Educational and methodical department, professor, candidate of pedagogical sciences, doctor of pedagogical sciences of the International institute "INFO-Ruteniya", International academy of Sciences of San Marino, the Russian state professional and pedagogical university, (620012, Russia, Ekaterinburg, Mashinostroiteley 11)*
- Uliashina Natalia Nikolaevna (Russian Federation, Ekaterinburg) - candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department "Welding engineering", Russian state professional and pedagogical university. (620012, Ekaterinburg, Mashinostroiteley 11, e-mail: Nataly\_Ul@e1.ru)*

УДК 378.09

## ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАТИКИ НА СТУПЕНИ «ШКОЛА-ВУЗ»

Н. А. Настащук<sup>1</sup>, З. В. Семенова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Омский государственный университет путей сообщения, Омск, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Омск, Россия.

**Аннотация.** В статье рассматривается современное состояние преемственности обучения информатике будущих инженеров на ступени «школа-вуз». Определены разделы школьной информатики, которые слабо освоены абитуриентами, выбравшими инженерные направления подготовки и специальности. Выявлены разделы вузовского курса информатики, вызывающие наибольшие трудности у будущих инженеров. Сформулирован ряд необходимых предложений, направленных на повышение уровня подготовки будущих инженеров при обучении школьной и вузовской информатике.

**Ключевые слова:** информатика, обучение информатике, инженерное образование, преемственность «школа-вуз».

### Введение

Как известно, современная научная картина мира основывается на признании фундаментальной роли информационного фактора, информационных процессов в системах различной природы. Это предопределяет высокое значение информатики для современного научно-технического прогресса: ведь именно информатика системно занимается изучением законов протекания информационных процессов. Более того, развитие IT-сферы фактически является предпосылкой экономического, интеллектуального развития практически всех стран мира, в том числе России. Информатика, а, значит, автоматизация и управление активно внедряются во все сферы промышленности и определяют технологическое ядро ее инфраструктуры. Например, в XI веке информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) определяют один из главных элементов транспортной инфраструктуры, особенно железнодорожной, и рассматриваются в качестве средств поддержки автоматизации и автоматизированного управления перевозочным процессом. В связи с этим, подготовка и обучение специалистов инженерного направления в области информатики остается и на сегодняшний день актуальной для реализации инженерного образования в вузе.

Современному информационному обществу необходимы инженеры, обладающие не только соответствующей его профессии предметной подготовкой на должном уровне, но и развитыми компетенциями в области информатики и ИКТ. Особое внимание данному вопросу уделяет государство. В 2010 году была утверждена Государственная программа Российской Федерации "Информационное общество 2011–2020 гг" [1], где, в частности, отмечается, что «непременным условием развития информационного общества является повышение качества подготовки специалистов, а также создание системы непрерывного обучения в области информационных технологий». Более того, проблему подготовки квалифицированных инженерных кадров особо выделяют на федеральном уровне – разработана и внедрена президентская программа повышения квалификации инженерных кадров [2]. Становится очевидным, что формировать указанные компетенции в условиях новых вызовов необходимо по-новому. Однако необходимо решить, а как именно? В условиях реализации непрерывного образования в области информатики большое значение уделяется преемственности обучения между различными ступенями образования. В данной статье рассматривается современное состояние преемственности обучения информатике будущих инженеров на ступени «школа-вуз».

### **Анализ подготовки будущих инженеров в области школьной информатики и ИКТ**

Основная проблема преемственности ступени «школа-вуз» состоит в разном уровне подготовки первокурсников по предмету. Реальность такова, что у большинства первокурсников, выбравших инженерные направления подготовки и специальности, компетенции в области информатики и ИКТ сформированы на крайне низком уровне. Возможные причины низкого уровня знаний по информатике современных абитуриентов в целом были исследованы нами в публикации [3]. Была организована обработка и анализ результатов анонимного анкетирования профессорско-преподавательского состава (45 человек) нескольких университетов г. Омска: Омский государственный университет, Омский государственный университет путей сообщения и Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия.

В анкете преподавателю было предложено:

1) оценить уровень знаний по разделам школьного курса информатики и распределить количество студентов в группе по данным уровням;

2) выбрать из списка предложенных вариантов факторы, влияющие на успешность реализации обучения учеников школьному курсу информатики и ИКТ, и факторы, определяющие слабую подготовку учеников. При этом преподавателю было предложено самому сформулировать факторы, которые влияют на качество обучения учеников школьному курсу информатики и ИКТ.

Таким образом, в предыдущей публикации [3] мы акцентировали внимание на проблеме низкого уровня знаний по информатике всех современных абитуриентов и возможных причинах их слабой подготовки в области информатики и ИКТ. Был сформулирован ряд экстренных мер, выполнение которых позволит снизить разрыв между реальным уровнем знаний по информатике выпускников школ и требованиями, предъявляемыми к подготовке учеников федеральными государственными образовательными стандартами общего образования по этому предмету.

В данной статье мы продолжим наше исследование, но с другой стороны:

1) необходимо выявить какие именно разделы школьного курса информатики слабо

освоены абитуриентами, выбравшими инженерные направления подготовки и специальности;

2) сформулировать ряд необходимых мер, выполнение которых позволит снизить существенные пробелы в знаниях будущих инженеров школьного курса информатики и лучше освоить им вузовский курс информатики.

Итак, в результате анкетирования удалось охарактеризовать уровень подготовки 693 первокурсников, обучающихся на таких факультетах, где осуществляется подготовка будущих специалистов для развития научно-технического, промышленного прогресса и экономического развития России: инженерные, информационные, экономические.

Анализ результатов диаграммы (рис. 1, а) позволяет сделать следующий вывод в знаниях будущих инженеров школьного курса информатики и ИКТ:

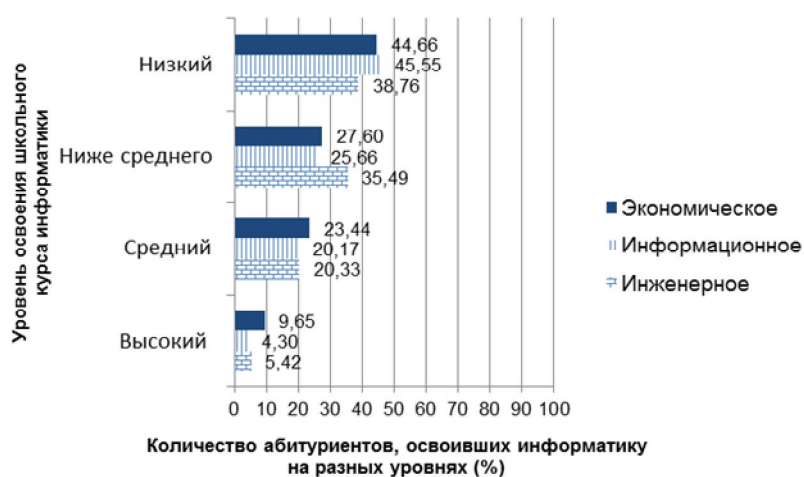
1) количество студентов первого курса, обладающих высоким уровнем знаний, не превышает 10% (по любому из выделенных направлений подготовки). Причем высокий уровень знаний будущих инженеров (5.42%) занимает предпоследнюю позицию в этом рейтинге;

2) количество студентов первого курса, характеризующихся средним уровнем знаний, не составляет даже и половины: значения варьируются от 20.17% до 23.44% по любому из выделенных направлений подготовки. При этом уровень знаний будущих инженеров (20.33%) снова занимает предпоследнюю позицию в этом рейтинге;

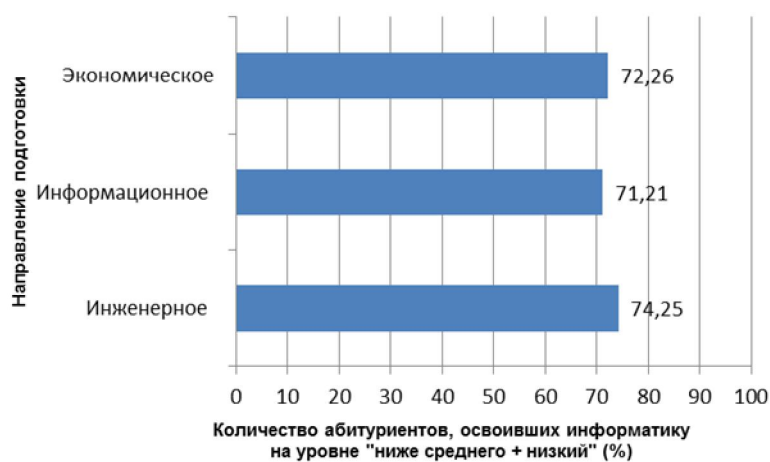
3) на всех направлениях подготовки преобладают студенты, уровень знаний которых можно оценить, как «ниже среднего» и «низкий», а в сумме значение этих показателей составляет более 50%, т.е. большая часть первокурсников. Здесь, к сожалению, опять определилась большая часть будущих инженеров с низким уровнем знаний школьного курса информатики (74.25%) по сравнению с другими направлениями подготовки (рис. 1, а, б).

Более детальный анализ анкет, показывает, что не все разделы школьного курса информатики освоены выпускниками школ на низком уровне, в том числе и абитуриентами, выбравшими инженерные направления подготовки и специальности (таблица 1).

## ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ



а)



б)

Рис. 1. Оценка уровня знаний первокурсниками школьной информатики

Таблица 1 - Оценка уровня знаний разделов школьного курса информатики и ИКТ по направлениям факультетов

Название раздела	Направление факультета	Уровни			
		Высокий (%)	Средний (%)	Ниже среднего (%)	Низкий (%)
1. Информация и информационные процессы	Инженерное	6.00	27.00	38.00	29.00
	Информационное	7.39	15.91	42.61	34.09
	Экономическое	7.81	31.25	24.22	36.72
2. Моделирование и формализация	Инженерное	4.00	16.00	40.00	41.00
	Информационное	2.27	15.34	15.34	67.05
	Экономическое	3.12	23.44	43.75	29.69
3. Информационные технологии	Инженерное	12.00	38.00	30.00	20.00
	Информационное	11.36	29.55	32.95	26.14
	Экономическое	10.15	35.94	23.44	30.47
4. Алгоритмизация и программирование	Инженерное	6.00	26.00	29.00	39.00
	Информационное	15.91	15.34	21.59	47.16
	Экономическое	4.69	25.78	30.47	39.06
5. Компьютерные коммуникации	Инженерное	3.00	11.00	38.00	48.00
	Информационное	11.36	34.09	23.30	31.25
	Экономическое	0.00	23.44	42.18	34.38
6. Социальная информатика	Инженерное	0.70	5.42	39.46	54.42
	Информационное	3.41	10.80	18.18	67.61
	Экономическое	0.00	0.78	1.56	97.66

Дальнейший анализ результатов анкетирования (см. табл. 1) был направлен на выявление разделов школьного курса информатики и ИКТ, которые большинством (более 50%) первокурсников были освоены на низком уровне или на уровне «ниже среднего». Необходимо констатировать следующее:

1) будущие инженеры обладают низким уровнем знаний по разделу «Социальная информатика» (54.42%);

2) почти половина выпускников, которых характеризовали респонденты, имеют слабую подготовку по разделу «Моделирование и формализация» (41.00%);

3) по всем разделам школьного курса информатики преобладают студенты, уровень знаний которых в сумме значений показателей «ниже среднего» и «низкий» составляет более 50%, т.е. большая часть будущих инженеров (рис. 2). Крайне слабо изучены такие разделы как «Моделирование и формализация» и «Социальная информатика» (81.00% и 93.88% соответственно). Также необходимо отметить, что имеет место быть достаточно слабое освоение разделов «Информация и информационные процессы» и «Алгоритмизация и программирование» (67.00% и 68.00% соответственно).

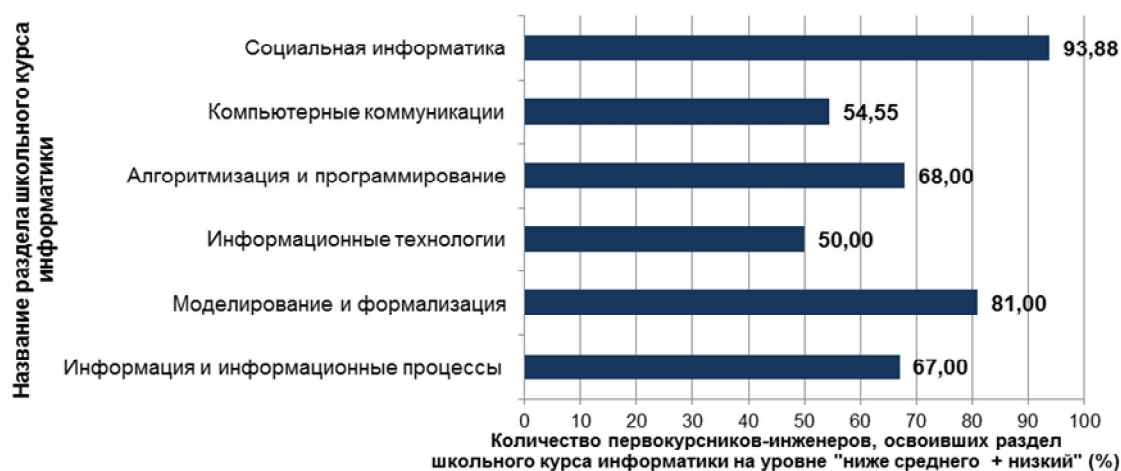


Рис. 2. Оценка уровня знаний первокурсников-инженеров школьной информатики

Меньше всего проблем при обучении будущих инженеров вузовской информатике возникает с разделом «Информационные технологии». Зачастую нет необходимости повторять материал школьного курса, т.к. ровно 50% обучаемых освоили его на среднем и высоком уровне в школе (38.00% и 12.00% соответственно).

Таким образом, статистические данные, представленные в таблице 1, позволяют констатировать тот факт, что большинство будущих инженеров имеют достаточно слабую подготовку по школьному курсу информатики и ИКТ.

### **Определение проблемных тем вузовского курса информатики при подготовке будущих инженеров**

Рассмотрим какие темы вузовского курса информатики вызывают наибольшие трудности при их изучении будущими инженерами железнодорожного транспорта.

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г. учитывает дальнейшую информатизацию

инфраструктуры ЖДТ [4]. Грамотное использование инженером средств ИТ определяется его уровнем знаний информатики и пониманием тех процессов, которые происходят в автоматизированных информационных системах управления. Поэтому в состав ИКТ компетенций студентов высших учебных заведений инженерного профиля должны входить как умения работать с ИТ, так и представление об их проектировании. Так будущий инженер должен владеть не только режимами вычислений в электронной таблице Excel, но и быть способным к разработке ИТ, например, на языке программирования Visual Basic for Applications [5].

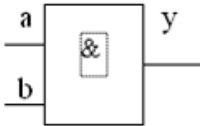

Аккумулируя опыт обучения информатике будущих инженеров и полученные нами результаты анкетирования, действительно раздел «Алгоритмизация и программирование» вызывает трудности при освоении информатики в вузе. Студент испытывает сложности при разработке графической схемы алгоритма и

программирования вычислительных задач. Данный факт является результатом слабых знаний по разделам школьного курса «Информация и информационные процессы» и «Моделирование и формализация». Как следствие слабой подготовки по данным темам студент испытывает трудности при изучении такого раздела вузовского курса информатики как «Арифметика и бинарная логика вычислительной техники», «Логические основы ЭВМ».

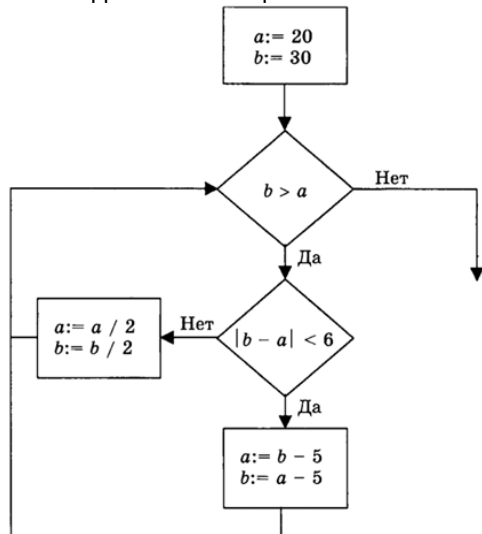
К тому же многих вузовских преподавателей волнует вопрос чему и как учить студентов по дисциплине

«Информатика». Возникают вопросы: «Каким должен быть вузовский курс информатики?», «Должно ли содержание вузовского курса информатики отличаться для инженеров и информационщиков, экономистов и гуманитариев»? Возникает еще один очень важный вопрос: «Почему контрольно-измерительные материалы по информатике на портале федерального Интернет-экзамена в сфере профессионального образования [6, 7, 8] во многом совпадают с материалом школьных учебников и тестами ЕГЭ по информатике (таблица 2).

Таблица 2 - Примеры тестовых заданий

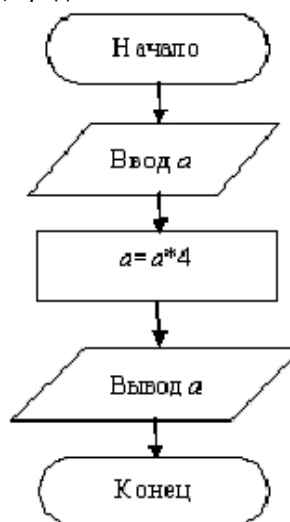
Пример задания из варианта ЕГЭ по информатике	Пример задания из тестовой базы ФЭПО по информатике																
<p><b>A3.</b> Дан фрагмент таблицы истинности выражения F:</p> <table border="1" data-bbox="193 842 788 965"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Каким выражением может быть F?</p> <p>Варианты ответов:</p> <p>1) <math>X \wedge Y \wedge Z</math>                      3) <math>X \vee Y \vee Z</math>                  2) <math>\neg X \vee \neg Y \vee Z</math>              4) <math>\neg X \wedge \neg Y \wedge \neg Z</math></p>	X	Y	Z	F	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	<p><b>Задание № 9.</b> Графическое изображение логического блока</p>  <p>Варианты ответов:</p> <p>1) <math>I - HE</math>    3) <math>\bar{a} \cup \bar{b}</math>                  2) <math>y = a + b</math>    4) <math>y = a \cap b</math></p>
X	Y	Z	F														
0	0	0	0														
0	0	1	0														
1	1	1	1														
<p><b>A4.</b> Чему равна разность чисел <math>201_8</math> и <math>1D_{16}</math>?</p> <p>Варианты ответов:</p> <p>1) 0    2) <math>100_2</math>    3) <math>66_{16}</math>    4) <math>44_8</math></p>	<p><b>Задание № 14.</b> Вычислите: <math>8_{10} + 5_{10}</math>?</p> <p>Варианты ответов:</p> <p>1) <math>1001_2</math>    2) <math>1101_2</math>    3) <math>1100_2</math>    4) <math>1011_2</math></p>																
<p><b>A4.</b> В каталоге находятся пять файлов:                  fort.docx                  ford.docx                  lord.doc                  orsk.dat                  port.doc</p> <p>Определите, по какой из масок из них будет отображена указанная группа файлов:                  fort.docx                  ford.docx                  lord.doc                  port.doc</p> <p>Варианты ответов:</p> <p>1) <math>*o?*.d?*</math>    3) <math>*or*.doc?</math>                  2) <math>?o*?.d*</math>    4) <math>?or?.doc?</math></p>	<p><b>Задание № 15.</b> В некоторой папке хранятся файлы</p>  <p>Имена всех этих файлов удовлетворяют маске ...</p> <p>Варианты ответов:</p> <p>1) <math>p*a_??.*</math>    3) <math>p?a_??.*</math>                  2) <math>p*a_??.*??</math>    4) <math>p*a_?.*</math></p>																

**В2.** Запишите значение переменной *a* после выполнения фрагмента алгоритма:



Примечание: знаком := обозначена операция присваивания.  
В бланк впишите только число.

**Задание № 16.** В результате выполнения алгоритма, представленного блок-схемой



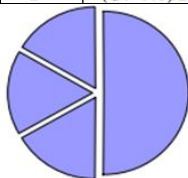
при вводе *a*=5 будет выведено значение *a*, равное числу ...

Варианты ответов:

- 1) 4 2) 9 3) 20 4) 5

**В5.** Дан фрагмент электронной таблицы

	A	B	C	D
1	3		3	2
2	=C1+A1/2	=C1-D1	=A1-D1	=B1/2



Какое число должно быть записано в ячейке B1, чтобы построенная после вычислений диаграмма по значениям диапазона ячеек A2:D2 соответствовала рисунку:

Ответ: \_\_\_\_\_

**Задание № 18.** Представлен фрагмент электронной таблицы в режиме отображения формул:

	A	B
1	1	2
2	2	
3		=МАКС(A1:B2;A1+B2;A2+A1)

Значение в ячейке B3 будет равно ...

Варианты ответов:

- 1) 1 2) 4 3) 3 4) 5

Необходимо отметить, что многие вопросы тестовой базы ФЭПО соответствуют тематике разделов школьного курса информатики и ИКТ. Например,

**Задание №1.** В теории информации под **информацией** понимают ...

Варианты ответов:

- 1) сигналы от органов чувств человека
- 2) характеристику объекта, выраженную в числовых величинах
- 3) сведения, устраняющие или уменьшающую неопределённость
- 4) повтор ранее принятых сообщений или

**Задание №2.** При увеличении растрового изображения может ...

Варианты ответов:

- 1) увеличиться количество цветов изображения
- 2) появиться лестничный эффект
- 3) уменьшиться количество цветов изображения
- 4) повыситься качество изображения или

**Задание № 3.** Для чего предназначено ключевое поле?

Варианты ответов:

- 1) для групповой операции
- 2) для создания запроса
- 3) для создания связей между таблицами
- 4) для поиска и замены данных

Означает ли это, что вузовская информатика и контрольно-измерительные материалы должны в существенном объеме



дублировать содержание школьного курса по этому предмету? Здравый смысл подсказывает, что этого быть не должно.

Таким образом, основная проблема в начале изучения вузовского курса информатики состоит в разном уровне освоения первокурсниками разделов школьной информатики. Представляется целесообразным разработать дополнительный курс, обеспечивающий выравнивание знаний, умений и навыков первокурсников до уровня, позволяющего успешно продолжить изучение вузовской информатики и развитие ИКТ-компетенций будущих инженеров. Что касается вопроса более детального содержательного наполнения этого курса и методических особенностей его реализации, то в этом направлении ведется дальнейшее исследование, являющееся тематикой следующей научной статьи.

### Заключение

Подводя итоги, отметим, что для повышения уровня подготовки будущих инженеров при обучении вузовской информатике следует разработать курс выравнивания по этой дисциплине. Учитывая особую роль информатики в подготовке будущего инженера, необходимо пересмотреть подход к формированию перечня дисциплин конкурсных испытаний для поступления в ВУЗ инженерного профиля. Представляется, что информатика должна обязательно войти в этот перечень. Это предопределяет более серьезное отношение к этому предмету в школе не только учащихся, но и учителей, повысит ответственность за формирование ИКТ-компетенций выпускников школ и обеспечит преемственность обучения информатике будущих инженеров на ступени «школа-вуз».

Реализация непрерывного обучения информатике в высшей школе должна охватывать весь период подготовки инженерных кадров. Среди обязательных требований к выпускной квалификационной работе должно появиться требование, касающееся использования ИТ в процессе ее подготовки не только для верстки текста, но и для выполнения необходимых расчетов, экспериментов и пр. Кроме того, в вузовском курсе информатики для будущего инженера следует выделить особое место вопросам эффективного использования разнообразных сетевых ресурсов и информационной безопасности.

Все это свидетельствует о необходимости проведения огромной работы, что следует делать безотлагательно.

### Библиографический список

1. Государственная программа Российской Федерации "Информационное общество 2011–2020 гг" – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2010/11/16/infobscchestvo-site-dok.html> (дата доступа 06.11.2014)
2. Президентская программа повышения квалификации инженерных кадров. - Режим доступа: <http://engineer-cadry.ru/> (дата доступа 06.11.2014)
3. Насташук, Н. А. Низкий уровень знаний современных абитуриентов по информатике: закономерность или случайность? / Н. А. Насташук, З. В. Семенова // Информатика и образование. 2014. – №2 (251). С. 50-56
4. Транспортная стратегия российской федерации на период до 2030/ - Режим доступа: [http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT\\_ID=13008](http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13008) (дата доступа 06.11.2014)
5. Костяно, Н. Ф. Применение системы программирования Visual Basic for Application при проектировании информационных технологий на железнодорожном транспорте в приложении Excel: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / Н. Ф. Костяно, Н. В. Байдина – М.: Маршрут, 2006. – 124 с.
6. Портал федерального Интернет-экзамена в сфере профессионального образования. – Режим доступа: [http://www.i-fgos.ru/fgos\\_pim\\_struct](http://www.i-fgos.ru/fgos_pim_struct) (дата доступа 06.11.2014)
7. Портал федерального Интернет-экзамена в сфере профессионального образования. Режим доступа: <http://www.fepo-nica.ru/> (дата доступа 06.11.2014)
8. Портал федерального Интернет-экзамена в сфере профессионального образования. Режим доступа: <http://www.i-exam.ru/> (дата доступа 06.11.2014)

### PROBLEMS OF TRAINING FUTURE SPECIALISTS IN INFORMATICS ON THE STAGE "SCHOOL – UNIVERSITY"

N. A. Nastashchuk, Z. V. Semenova

**Abstract.** The authors consider continuity's contemporary state of teaching future engineers of informatics on the stage "school – university". The authors define the sections of school informatics that are poorly learnt by entrants who have chosen engineering directions and specialities. There are revealed sections of university course of informatics where future engineers have the most difficulties. There is formulated a series of necessary suggestions aimed to increase the level of training future engineers in school and university informatics.

**Keywords:** informatics, teaching informatics, engineering education, continuity "school – university".

### References

1. Gosudarstvennaja programma Rossijskoj Federacii "Informacionnoe obshchestvo 2011–2020 gg" [The State program of the Russian Federation "Information society in 2011-2020"]. Available at: <http://www.rg.ru/2010/11/16/infobschestvo-site-dok.html> (accessed 06.11.2014)
2. Prezidentskaja programma povyshenija kvalifikacii inzhenernyh kadrov. [Presidential program of professional training specialists in engineering]. Available at: <http://engineer-cadry.ru/> (accessed 06.11.2014)
3. Nastashhuk N. A., Semenova Z. V. Nizkij uroven' znanij sovremennyh abiturientov po informatike: zakonmernost' ili sluchajnost'? [Low level of modern entrants' knowledge in computer science: regularity or randomness?]. *Informatika i obrazovanie*, 2014, no (251). pp. 50-56
4. Transportnaja strategija rossijskoj federacii na period do 2030 [Transport Strategy of the Russian Federation till 2030]. Available at: [http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT\\_ID=13008](http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13008) (accessed 06.11.2014)
5. Kostjanko N. F., Bajdina N. V. *Primenenie sistemy programirovanija Visual Basic for Application pri proektirovanii informacionnyh tehnologij na zheleznodorozhnom transporte v prilozhenii Excel: Uchebnoe posobie dlja vuzov zh.-d. transporta* [Using programming system Visual Basic for Application in designing information technologies on railway transport in the application Excel: Textbook for railway transport universities]. Moscow, Marshrut, 2006. 124 p.
6. Portal federal'nogo Internet-jekzamena v sfere professional'nogo obrazovanija. [Internet Portal of the federal exam in vocational education]. Available at: [http://www.i-fgos.ru/fgos\\_pim\\_struct](http://www.i-fgos.ru/fgos_pim_struct) (accessed 06.11.2014)
7. Portal federal'nogo Internet-jekzamena v sfere professional'nogo obrazovanija. [Internet Portal of the federal exam in vocational education]. Available at: <http://www.fepo-nica.ru/> (accessed 06.11.2014)
8. Portal federal'nogo Internet-jekzamena v sfere professional'nogo obrazovanija. [Internet Portal of the federal exam in vocational education]. Available at: <http://www.i-exam.ru/> (accessed 06.11.2014)

*Насташук Наталья Александровна (Омск, Россия) – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры Информатика, прикладная математика и механика Омского государственного университета путей сообщения (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: nat\_lion@mail.ru)*

*Семенова Зинаида Васильевна (Омск, Россия) – доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры Информационная безопасность ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, Россия, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: zvz111@gmail.com)*

*Nastashchuk Natalia Aleksandrovna (Omsk, Russian Federation) – candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department «Informatics, Applied Mathematics and Mechanics», Omsk State Transport University (644046, 35 Marksa ave., Omsk, Russian Federation, e-mail: nat\_lion@mail.ru)*

*Semenova Zinaida Vasilievna (Omsk, Russian Federation) – doctor of pedagogical sciences, professor of the department "Information Security", The Siberian state automobile and highway academy (SibADI). (644080, 5 Mira ave., Omsk, Russian Federation, e-mail: zvz111@gmail.com)*

## Требования по оформлению рукописей, направляемых в научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ»

Для публикации принимаются рукописи по направлениям: **Транспорт. Транспортные и технологические машины; Строительство. Строительные материалы и изделия; Математическое моделирование. Системы автоматизации проектирования; Экономика и управление; Вузовское и послевузовское образование.**

Рукопись должна быть оригинальной, не опубликованной ранее в других печатных изданиях, написана в контексте современной литературы, обладать новизной. Опубликованные материалы, а также рукописи, находящиеся на рассмотрении в других изданиях, к рассмотрению не принимаются. Редакция принимает на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи, сотрудниками редакции, членами редколлегии, а также рецензентами данной работы.

### **Редколлегия рекомендует авторам:**

- в рукописи должна содержаться постановка **научной задачи (проблемы)**, быть определено место полученных результатов среди научных публикаций по данной проблематике, описание применяемого научного аппарата, библиографические ссылки и выводы исследования;

- излагать материал так, чтобы в нем было разделение на пункты: введение, постановка задачи, метод и построение решения, результаты (анализ), примеры, заключение (выводы). Например, возможна следующая структура статьи:

Аннотация

Ключевые слова

Рекомендуемая структура содержания рукописи:

1. Введение

2. Основная часть (Подзаголовки)

3. Заключение или Выводы

Библиографический список

Аннотация на английском языке (**Abstract**)

Ключевые слова на английском языке (**Keywords**)

Библиографический список на латинице (**References**)

Информация об авторах (на русском / английском языке) Места работы всех авторов, их должности и контактная информация (если есть электронные адреса, обязательно указать их).

### **В редакцию необходимо предоставить следующие материалы:**

- текст рукописи на русском языке в электронном и бумажном виде. (в редакторе Microsoft Office Word 2003 – шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см, межстрочный интервал одинарный. с подписью авторов, с фразой: **«статья публикуется впервые» и датой;**

- **регистрационную карту автора:** фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, название организации, служебный адрес, телефон, e-mail;

- материалы для размещения в базе данных **РИНЦ;**

- **рецензию специалиста с ученой степенью** по тематике рецензируемого материала. Рецензия должна быть заверенная в отделе кадров той организации, в которой работает рецензент;

- **экспертное заключение** о возможности опубликования в открытой печати;

- **лицензионной договор** между ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и авторами;

- **справку о статусе / месте учебы** (если автор является аспирантом).

### **Правила оформления рукописи:**

Объем рукописи должен быть не менее **5 страниц** и не должен превышать **7 страниц, включая таблицы и графический материал**. Рукопись должна содержать не более 5 рисунков и (или) 5 таблиц. Количество авторов не должно превышать четырех. Формат А4, шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см, межстрочный интервал одинарный.

**Поля:** верхнее – 3,5 см, остальные – по 2,5.

**Заголовок.** На первой странице указываются: индекс по универсальной десятичной классификации (УДК) (размер шрифта 10 пт) – слева в верхнем углу; Далее по центру полужирным шрифтом размером 12 пт прописными буквами печатается название статьи, ниже обычным шрифтом (12 пт.) – инициалы, фамилия автора. Через строку помещается текст аннотации на русском языке, ещё через строку – ключевые слова.

**Аннотация** (не менее 500 символов). Начинается словом **«Аннотация»** с прописной буквы (шрифт полужирный, курсив, 10 пт); точка; затем с прописной буквы текст (курсив, 10 пт). Аннотация не должна содержать ссылки на разделы, формулы, рисунки, номера цитируемой литературы.

**Ключевые слова:** помещаются после слов **ключевые слова** (размер шрифта 10 пт), (двоеточие) и должны содержать не более 5 семантических единиц.

**Основной текст рукописи** набирается шрифтом 10 пт.

Все сокращения при первом употреблении должны быть полностью расшифрованы, за исключением общепринятых терминов и математических величин.

Информация о грантах приводится в виде сноски в конце первой страницы статьи.

**Библиографический список.** В тексте должны содержаться ссылки на источники информации. Печатается по центру заглавие «Библиографический список» (размер шрифта 9 пт) и через строку помещается пронумерованный перечень источников в порядке ссылок по тексту в соответствии с действующим ГОСТом к библиографическому описанию. В одном пункте перечня следует указывать только один источник информации.

**Формулы** необходимо набирать в редакторе формул *Microsoft Equation*. Перенос формул допускаются на знаках «плюс» и «минус», реже – на знаке «умножение». Эти знаки повторяются в начале и в конце переноса. Формулы следует нумеровать (нумерация сквозная по всей работе арабскими цифрами). Номер формулы заключают в круглые скобки у правого края страницы.

**Рисунки, схемы и графики** предоставляются в электронном виде включенными в текст, в стандартных графических форматах с обязательной подрисуночной подписью, и отдельными файлами с расширением (**JPEG, GIF, BMP**). Должны быть пронумерованы (Таблица 1 – Заголовок, Рис. 1. Наименование), озаглавлены (таблицы должны иметь заглавие, выравнивание по левому краю, а иллюстрации – подрисуночные подписи, выравнивание по центру). В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них: **на рисунке 1.....**,

**Рисунки и фотографии** должны быть ясными и четкими, с хорошо проработанными деталями с учетом последующего уменьшения. При представлении цветных рисунков автор должен предварительно проверить их качество при использовании черно-белой печати.

**Таблицы** предоставляются в редакторе Word.

Отсканированные версии рисунков, схем, таблиц и формул не допускаются.

Решение о принятии к публикации или отклонении рукописи принимается редколлегией. Редакция направляет авторам статьи, требующих доработки, письмо с текстом замечаний. Доработанная статья должна быть представлена в редакцию не позднее **двух недель**. К доработанной статье должно быть приложено письмо от авторов, содержащее ответы на все замечания и указывающее все изменения, сделанные в статье.

*К публикации в одном номере издания принимается не более одной статьи одного автора.*

Небольшие исправления стилистического и формального характера вносятся в статью без согласования с автором (-ами). При необходимости более серьезных исправлений правка согласовывается с автором (-ами) или статья направляется автору (-ам) на доработку.

Название файлов должно быть следующим: «Статья\_Иванова\_АП», «Рисунки\_Иванова\_АП», «РК\_Иванова\_АП», «РФ\_ст\_Иванова\_АП»

**Статьи, направляемые в редакцию, без соблюдения выше перечисленных требований, не публикуются.**

**Контактная информация:**

e-mail: [Vestnik\\_Sibadi@sibadi.org](mailto:Vestnik_Sibadi@sibadi.org);

Почтовый адрес: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. Редакция научного рецензируемого журнала «Вестник СибАДИ»,

патентно-информационный отдел – каб. 3226.

Тел. (3812) 65-23-45, сот. 89659800019

Выпускающий редактор «Вестника СибАДИ» - Юренко Татьяна Васильевна

*Поступившие в редакцию материалы не возвращаются.*

*Гонорары не выплачиваются.*

**Статьи аспирантов публикуются бесплатно.**

Информация о научном рецензируемом журнале «Вестник СибАДИ» размещена на сайте: <http://vestnik.sibadi.org>