

ISSN 2071-7296

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

ВЕСТНИК СибАДИ

Выпуск 1 (35)

Омск
2014

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

<i>Учредители: Свидетельство о регистрации</i>	ФГБОУ ВПО «СибАДИ» ПИ № ФС77-50593 от 11 июля 2012 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.
--	---

Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – Омск: ФГБОУ ВПО «СибАДИ». - № 1 (35) . – 2014. – 190.

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 и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**. **Подписной индекс 66000** в каталоге агентства «РОСПЕЧАТЬ»

Редакционный коллегия осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат

<p><i>Редакционная коллегия:</i> Главный редактор – Кирничный В. Ю. д-р экон. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ"; Зам. главного редактора – Бирюков В. В. д-р экон. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ"; Исполнительный редактор – Архипенко М. Ю. канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ"; Выпускающий редактор – Юренко Т. В.</p> <p><i>Члены редакционной коллегии:</i> 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, доц. Немировский Ю.В. д-р физ. – мат. наук, проф. Плосконосова В. П. д-р филос. наук, проф. Пономаренко Ю.Е. д-р техн. наук 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.</p> <p><i>Международный редакционный совет журнала:</i> 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)</p>	<p><i>Editorial board:</i> Kirnichny V. Doctor of Economical Science, Docent SibADI, Editor-in-chief Birukov V. Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief Arkhipenko M. Candidate of Technical Science, SibADI, Executive Editor Yurenko T. Publishing Editor</p> <p><i>Members of editorial board:</i> 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, Docent Nemirovsky Yu. V. Dr. physical. – mat. Science, Professor Ploskonosova V. Doctor of Philosophy, Professor Ponomarenko Yu. Doctor of Technical Science Sirotyk 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</p> <p><i>International Editorial Board of the magazine:</i> 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. teh.h Sci., Head. Univ. Surveying Engineering of the National Technical University (Belarus) Khmara L. A. Dr.-Ing. Sci., Head. Univ. "Construction and Road Machines" (Ukraine)</p>
--	---

Издается с 2004 г.

С 11.07.2012 г. – издается 6 раз в год

© Сибирская государственная
автомобильно-дорожная
академия (СибАДИ), 2014

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Н. С. Галдин, С. В. Ерёмкина, О. В. Курбацкая Критерии эффективности основных механизмов мостовых кранов	7
Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян Разработка системы показателей оценки уровня безопасности движения на автотранспортных предприятиях	12
В. Н. Кузнецова О распределении давлений по поверхности рабочего органа рыхлителя сложной геометрической формы при проведении дорожно-строительных работ	15
С. М. Мочалин, Л. В. Тюкина Особенности применения логистических принципов в организации доставки грузов автомобильным транспортом	20
Б. С. Трофимов, Е. Е. Витвицкий Влияние вероятностной величины времени простоя под погрузкой-выгрузкой на функционирование автомобилей в ненасыщенной малой автотранспортной системе перевозок грузов	24
Н. В. Поживилов Методика определения оптимального срока службы автобуса особо малого класса	28
А. И. Федотов, А. В. Бойко, Ле Ван Луан Анализ механики взаимодействия эластичной шины с цилиндрической опорной поверхностью бегового барабана диагностического стенда	34
Ю. А. Федотенко, И. А. Реброва, Д. В. Булаева Экспериментальные исследования режущих элементов рабочего органа подкапывающей машины	38
В. В. Хохлов Процесс управления рабочим органом бульдозерного агрегата раздел	42

РАЗДЕЛ II

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Ю. В. Краснощеков, А. А. Комлев Распорность элементов конструктивных строительных систем как случайное явление	45
С. А. Макеев, Д. А. Кузьмин Статическая работа Z- и C-образных связей в составе двухслойных панелей	49
А. С. Нестеров, В. А. Гриценко Редактировать название по дорожному совету	49
Т. В. Семенова, Г. В. Долгих, Б. Н. Полугородник Технологические особенности вдавливания составных свай при реконструкции и усилении фундаментов	55
В. В. Сиротюк, Е. А. Носов, Д. Э. Рябов Применение Калифорнийского числа несущей способности и динамического конусного пенетрометра для оценки качества уплотнения грунта	59
В. В. Сиротюк, Е. А. Носов, Д. Э. Рябов Современные конструктивно-технологические решения при строительстве плавающих насыпей	66

РАЗДЕЛ III

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

С. А. Зырянова, С. Н. Паркова Автоматизированный расчет кинематических параметров строительного манипулятора для укладки дорожных плит	74
П. А. Корчагин Автоматизация проектирования виброзащитных систем автогрейдеров на основе их математического моделирования	79
В. Ю. Куденцов Моделирование газожидкостных потоков при газификации жидких остатков топлива в баках ракет	85

В. А. Михеев	
Составление модели функционирования топливной системы тепловозного дизеля с использованием метода граф-описания	91
В. В. Рындин, В. В. Шалай, Ю. П. Макушев	
Расчётные исследования кинематики и динамики рядного бензинового двигателя в системе MATHCAD	97
С. А. Ступаков, О. А. Сидоров, В. М. Филиппов	
Построение математической модели электромеханического изнашивания контактных пар устройств токосъёма	103
Г. И. Шабанова	
Восстановление оператора Штурма-Лиувилля по спектральной функции	109

РАЗДЕЛ IV
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

С. Н. Апенько	
Подготовка специалистов по управлению проектами в стратегии развития предприятий железнодорожного транспорта	114
Е. А. Байда	
Методика оценки экономической эффективности проведения корректирующих действий в производственных процессах	120
В. В. Бирюков, В. Ю. Кирничный	
Организационно-экономические факторы развития городского пассажирского транспорта	126
Н. Г. Гавриленко	
Инновационные изменения на автомобильном транспорте в контексте циклического развития экономической системы	132
В. В. Карпов, М. А. Бабичев	
Влияние неценовых факторов на спрос предприятий нефинансового сектора на банковские услуги	136
Е. Б. Лерман	
Формирование эксплуатационных затрат при выполнении муниципального заказа в системе городского общественного транспорта	141
А. Е. Миллер, В. Н. Крючков	
Предпосылки изменений производственно-предпринимательской деятельности	146
М. А. Миллер	
Адаптация российских субъектов предпринимательской деятельности к изменениям социально-правовых условий хозяйствования	155
Р. Г. Смелик	
Особенности формирования предпринимательских издержек в жилищно-коммунальном хозяйстве	159
С. М. Хаирова, Г. Д. Боуш	
Формирование кластеров транспортной отрасли в условиях глобальной экономики	162

РАЗДЕЛ V
ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

А. П. Жигadlo, Т. П. Хохлова	
Сетевое взаимодействие вуза и профильных колледжей в реализации программ прикладного бакалавриата	169
Н. В. Кайгородцева, В. Я. Волков	
Мобильные видеолекции по начертательной геометрии	173
В. А. Коновалов, Н. П. Бублова, О. Б. Ильясова	
Особенности методики преподавания компьютерной графики в Санкт-Петербургском университете кино и телевидения и университете Джунгбу Южная Корея	178
П. И. Фролова	
Формирование функциональной грамотности как основа развития учебно-познавательной компетентности студентов	182
Ровесник СибАДИ Игорь Андреевич Недорезов	187

CONTENTS

PART I

TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

N. S. Galdin, S. V. Eremina, O. V. Kurbatskaya Criteria of efficiency of the basic mechanisms of bridge cranes	7
T. V. Konovalova, S. L. Nadiryan Development of system of indicators for assessing the level of safety of traffic on the motor transport enterprises	12
V. N. Kuznetsova About pressure on the surface of working body of the difficult geometrical form ripper	15
S. M. Mochalin, L. V. Tyukina Organization of cargo delivery in the direct chain of deliveries by motor transport	20
B. S. Trofimov, E. E. Vitvitskiy Impact probability values downtime for loading-unloading on the operation of the vehicle in the unsaturated low road transport system freight	24
N. V. Pozhivilov The technique of definition of optimum service life of the bus m2 category	28
A. I. Fedotov, A. V. Boiko, Le van Luan analysis of the mechanical interaction between elastic tires with the cylindrical surface of the chassis dynamometer test bed	34
Y. A. Fedotenko, I. A. Rebrova, D. V. Bulaeva The laboratory experiments in study of the earth-moving machine working	38
V. V. Khohlov The managing process of the working body of the bulldozer	42

PART II

ENGINEERING. BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

U. V. Krasnoshchekov, A. A. Komlev Casual phenomenon systems constructive elements trass force	45
S. A. Makeev, D. A. Kuzmin Static work of z- and c-profiled links in double-skinned panels	49
A. S. Nesterov, V. A. Gritenco Strengthening of the base by means of the pile pressing method	55
T. V. Semenova, G. V. Dolgih, B. N. Polugorodnik California application number of carrying capacity and dynamic cone penetrometry to assess the quality of compacted soil	59
V. V. Sirotyuk, E. A. Nosov, D. E. Ryabov Modern structural and technological solutions floating in construction road embankment	66

PART III

MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

S. A. Zyryanova, S. N. Parkova The automated calculation of kinematic parameters of the construction manipulator for laying of road plates	74
P. A. Korchagin Automation of design of vibration protection systems graders on the basis of mathematical modeling	79
V. Yu. Kudentsov Modeling of gas-liquid flows gasification of liquid residues fuel tank missiles	85
V. A. Mikheyev Modelling operation of diesel engine fuel system using graph method descriptions	91
V. V. Ryndin, V. V. Shalaj, J. P. Makushev The calculation of kinematics and dynamics of a straight petrol engine in a system MATHCAD	97
S. A. Stupakov, O. A. Sidorov, V. M. Philippov Construction of mathematical models of electromechanical wear of contact pair device current collection	103
G. I. Shabanova The properties of the objectives Sturm-Liouville	109

**PART IV
ECONOMICS AND MANAGEMENT**

S. N. Apenko	
Project management specialists training in the strategy of railway transport development	114
E. A. Bayda	
Technique of the assessment of economic efficiency carrying out correcting actions in productions	120
V. V. Biryukov, V. Y. Kirnichny	
Organizational and economic factors of urban passenger transport's development	126
N. G. Gavrilenko	
Innovative changes in road transport in the context of the cyclical development of the economic system	132
V. V. Karpov, M. A. Babichev	
Effect of non-price factors on private nonfinancial corporations demand for banking services	136
E. B. Lerman	
The formation of the operating costs of the municipal order in the system of urban public transport	141
A. E. Miller, V. N. Kriuchkov	
Prerequisites of changes of production business activity	146
M. A. Miller	
The adaptation of Russian entrepreneurship subjects to the reformations of social-lawful business conditions	155
R. Gr. Smelik	
Features of the entrepreneurial costs formation in housing and utilities	159
S. M. Khairova, G. D. Boush	
The formation of clusters of transport industry in a global economy	162

**PART V
GRADUATE EDUCATION**

A. P. Zhigadlo, T. P. Khokhlova	
Networking of university and professional colleges of applied undergraduate programmes	169
N. V. Kaygorodtseva, V. Y. Volkov	
Mobile videolectures on descriptive geometry	173
V. Konovalov, N. Bublova, O. Ilyasova	
Methods of teaching computer graphics st. petersburg university of film and television university Joongbu South Korea	178
P. I. Frolova	
The development of functional literacy as the basis of university students' educational (cognitive) competency	182
Coeval SibADI Igor A. Nedorezov	187

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТ.

ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 621.87:681.5

**КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ
МОСТОВЫХ КРАНОВ**

Н. С. Галдин, С. В. Ерёмина, О. В. Курбацкая

***Аннотация.** Приведены основные сведения об общих принципах выбора критериев эффективности основных механизмов мостовых кранов.*

***Ключевые слова:** мостовой кран, механизмы, критерии эффективности.*

Введение

Краны мостового типа являются одними из наиболее универсальных средств механизации монтажных и погрузочно-разгрузочных работ на промышленных предприятиях. Поэтому важное значение имеет создание принципиально новых мостовых кранов, а также совершенствование существующих мостовых кранов, внедрение новых, более прогрессивных решений, направленное на повышение их основных параметров: грузоподъемности; производительности и точности выполнения работ; расширение номенклатуры по грузоподъемности; использование различных видов приводов; улучшение их технических характеристик и качества [1 – 5, 7, 10].

Критерии эффективности мостовых кранов

Проектирование мостовых кранов, при котором необходимо рассматривать большое число вариантов конструкций, параметров, изменять и уточнять математическую модель, представляет процесс, включающий синтез структуры объекта, выбор параметров элементов, исследование математической модели, анализ результатов и принятие решения [3].

От эффективности работы механизмов кранов зависит их производительность, безопасность производства работ, надежность крана в целом. При инженерном проектировании решается обычно задача обеспечения кинематики, мощности привода, прочности и надежности, однако на современной стадии развития науки и техники ставится задача оптимального проектирования основных механизмов крана. Вариантное проектирование и оптимизация

позволяют решать целый ряд вопросов: создание рациональных конструктивных схем, определение оптимальных значений их геометрических параметров и размеров отдельных элементов, получение крановых механизмов с наилучшими технико-экономическими показателями.

Создание любого объекта включает следующие стадии: техническое задание (ТЗ), техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации.

Проектирование начинается с разработки технического задания, тщательного анализа возможных решений. Затем создается математическая модель разрабатываемого объекта (процесса). Построив математическую модель, приступают к ее исследованию, изучению ее свойств, стремясь выяснить, в какой мере разработанный объект соответствует своему назначению. В целом для процесса проектирования характерна итерационная цикличность, причем на некоторых этапах приходится выполнять большие объемы самых разнообразных вычислений.

Проектирование мостового крана, выбор конструктивной схемы мостового крана, основных его механизмов производят с учетом многих факторов:

- требований нормативно-технических документов;
- совершенства компоновочной схемы мостового крана;
- совершенства компоновочной схемы механизма передвижения крана;
- совершенства компоновочной схемы механизма передвижения грузовой тележки крана;

- совершенства компоновочных схем механизмов подъема груза крана;
- совершенства кинематических схем механизмов передвижения;
- совершенства кинематических схем механизмов подъема грузов;
- рациональных силовых схем нагружения металлоконструкции крана для обеспечения необходимой прочности и жесткости (статической и динамической) металлоконструкции;
- рациональных (минимальных, ограниченных) габаритов;
- минимальной металлоемкости (минимально возможной массы);
- высокой надежности эксплуатации;
- долговечности эксплуатации;
- уменьшение длительности цикла работы крана;
- уменьшение колебаний груза при его перемещении;
- минимизации усилий натяжений канатов (влияют на повышение надежности и долговечности эксплуатации);
- оптимизации режимов движения крана и его механизмов (влияют на повышение надежности, долговечности эксплуатации и производительности);
- повышение производительности работы крана;
- минимальных энергетических показателей (снижение энерговооруженности);
- высокой технологичности изготовления и монтажа;
- удобства обслуживания;
- степени агрегатности;
- выбора аппаратуры управления и защиты;
- типа привода основных механизмов (электрический, электро-механический, гидравлический);
- технико-экономических показателей (экономической эффективности инвестиций в новые технические решения, технологии) и т.д.

При решении задач проектирования требуется не только осуществление автоматизации, но и выбор оптимального решения [3, 6, 8, 9].

В общей постановке системная модель мостового крана характеризуется [3]: совокупностью определяющих проект требований (внешние параметры) – y_1, y_2, \dots, y_m ; совокупностью параметров, определяющих проект (внутренние параметры) – x_1, x_2, \dots, x_n ; целевой функцией (критерием или критериями качества),

позволяющей выбирать среди альтернативных проектов лучший, обеспечивающий экстремальное значение целевой функции.

Формирование математической модели проекта предполагает:

- получение уравнений связи внутренних и внешних параметров

$$\begin{aligned}
 y_1 &= f(x_1, x_2, \dots, x_n); \\
 y_2 &= f(x_1, x_2, \dots, x_n); \\
 &\dots\dots\dots \\
 y_m &= f(x_1, x_2, \dots, x_n);
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

- наложение ограничений на значения внешних параметров, т.е. учет требований:

$$\begin{aligned}
 \varphi_1(y_1, y_2, \dots, y_m) \{ \leq, =, \geq \} [y_1]; \\
 \varphi_2(y_1, y_2, \dots, y_m) \{ \leq, =, \geq \} [y_2]; \\
 \dots\dots\dots \\
 \varphi_m(y_1, y_2, \dots, y_m) \{ \leq, =, \geq \} [y_m];
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

- наложение ограничений на внутренние параметры:

$$\begin{aligned}
 \psi_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} [x_1]; \\
 \psi_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} [x_2]; \\
 \dots\dots\dots \\
 \psi_n(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} [x_n].
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Однако создать конструкцию мостового крана, полностью отвечающую всем предъявляемым ей требованиям очень сложно. Это обусловлено противоречивостью выдвигаемых требований. Например, требования минимальных габаритов и металлоемкости противоречат требованиям удобства обслуживания. Требование обеспечения необходимой прочности и жесткости металлоконструкции противоречит требованию минимальной массы (металлоемкости). В таких случаях находят компромиссное решение, поступаясь некоторыми требованиями, не имеющими в конкретных условиях первостепенного значения [7].

При конструировании крана, выборе компоновочной схемы крана и его механизмов передвижения и подъема груза применяется метод агрегатирования, который заключается в использовании унифицированных изделий, сборочных единиц и агрегатов, обладающих геометрической (габаритной) и функциональностью взаимозаменяемостью. При этом широко применяют такие разработанные унифицированные конструктивные изделия, как электродвигатели, редукторы, тормоза, ходовые колеса, крюковые подвески и другие, позволяющие создавать из

этих комплектующих изделий механизмы с требуемыми характеристиками.

Унификация конструктивных элементов дает значительный эффект: сокращаются сроки и стоимость проектирования и изготовления крана, упрощается обслуживание и ремонт.

Габариты, масса, работоспособность конструкции мостового крана зависят от заложенной в его конструкции силовой схемы, которая должна быть рациональной. Под рациональной понимается схема, в которой действующие силы взаимно уравновешены различными элементами, работающими в основном на растяжение,

сжатие или кручение. Например, при компоновке грузовой тележки крана стремятся к равномерному распределению нагрузок на колеса [7].

Состав одновременно учитываемых требований к мостовым крана, их механизмам и узлам весьма обширен и разнообразен, поэтому задачи оптимального проектирования мостовых кранов - это, как правило, многокритериальные задачи.

Одна из центральных задач определения оптимального проектного решения мостового крана и его механизмов – выбор критерия оптимальности (таблица 1).

Таблица 1 — Показатели эффективности мостового крана и его механизмов

Наименование показателей	Формула для определения	Критерии оптимизации (эффективности)	Условия применения
Мостовой кран			
Приведенные удельные затраты	$Z_{y\partial} = Z/\Pi$, где Z - годовые приведенные затраты, руб.; Π - годовая эксплуатационная производительность крана	$Z_{y\partial} = Z/\Pi \rightarrow \min$	Интегральная оценка технико-экономической эффективности крана
Компоновочная схема мостового крана (КСМК)		$КСМК \rightarrow \text{opt}$	Оценка конструктивного совершенства мостового крана
Силовая схема нагружения крана (ССНК)		$ССНК \rightarrow \text{opt}$	
Производительность крана	Π	$\Pi \rightarrow \max$	
Длительность цикла работы крана		$T_{црк} \rightarrow \min$	
Металлоемкость		$M_K \rightarrow \min$	
Надежность		$H_K \rightarrow \max$	
Энерговооруженность		$\mathcal{E}_K \rightarrow \min$	
Габариты		$ГБ_K \rightarrow \min$	
Механизм передвижения			
Компоновочная схема механизма передвижения (КСМП)		$КСМП \rightarrow \text{opt}$	
Силовая схема нагружения (ССНМП)		$ССНМП \rightarrow \text{opt}$	
Металлоемкость		$M_{КМП} \rightarrow \min$	
Надежность		$H_{КМП} \rightarrow \max$	
КПД	$\eta = N_{пол}/N_{номр}$	$\eta \rightarrow \max$	
Длительность цикла работы		$T_{цмп} \rightarrow \min$	
Механизм подъема груза			
Компоновочная схема механизма подъема груза (КСМПГ)		$КСМПГ \rightarrow \text{opt}$	
Металлоемкость		$M_{КМПГ} \rightarrow \min$	

Продолжение Таблицы 1

Надежность		$H_{КМПГ} \rightarrow \max$	
КПД	$\eta = N_{пол} / N_{номр}$	$\eta \rightarrow \max$	
Длительность цикла работы		$T_{ЦМПГ} \rightarrow \min$	
Период колебания груза		$T_{КГР} \rightarrow \min$	
Усилие натяжения канатов		$F_{НК} \rightarrow \min$	

Существенный вклад в теорию оптимального проектирования механизмов передвижения кранов на рельсовом ходу внес А. П. Кобзев. В качестве критерия оптимального проектирования механизма передвижения в работах А. П. Кобзева использовались приведенные затраты, которые, главным образом, зависят от конструктивного исполнения механизма передвижения: затраты на электродвигатели; затраты на комплектующие приводов; подкрановые рельсы; затраты на материалы; изготовление и монтаж балансирных балок; затраты на ходовые колеса и на производство демонтажно-монтажных работ по их замене за срок службы крана.

Составляющие приведенных затрат выражены через массы комплектующих единиц и их удельные стоимости. С учетом дрейфа цен на комплектующие предложено рассматривать приведенные затраты в безразмерном виде. Приведенные затраты в безразмерном виде определяются делением составляющих затрат рассматриваемого варианта компоновки на соответствующие затраты базового варианта компоновки механизма передвижения. Для учета соотношений удельных цен единицы масс составляющих затрат, а также для введения предпочтительности какой-либо из составляющих приведенных затрат по условиям завода-изготовителя, проектирующей организации или отрасли в целом введены весовые коэффициенты.

Целевая функция оптимального проектирования механизмов передвижения представлена в виде:

$$C_{пр} = k_D \frac{G_{Дi}}{G_{Дб}} + k_{ТР} \frac{G_{ТРi}}{G_{ТРб}} + k_M \frac{G_{Mi}}{G_{Мб}} + k_T \frac{G_{Ti}}{G_{Тб}} + k_б \frac{G_{бi}}{G_{бб}} + k_K 2m \frac{G_{Ki}}{G_{Кб}} + k_P \frac{G_{Pi}}{G_{Рб}}, \quad (4)$$

где $k_D, k_{ТР}, k_M, k_T, k_б, k_K, k_P$ - весовые коэффициенты стоимости двигателей, трансмиссии, муфт, тормозов, балансиров, ходовых колес, подкрановых рельсов;

$G_{Дi}, G_{ТРi}, G_{Mi}, G_{Ti}, G_{бi}, G_{Ki}, G_{Pi}$ - массы двигателя, трансмиссии, муфты, тормоза, конструкции балансиров, ходового колеса, подкрановых рельсов рассматриваемого i-го варианта компоновки механизма передвижения;

$G_{Дб}, G_{ТРб}, G_{Мб}, G_{Тб}, G_{бб}, G_{Кб}, G_{Рб}$ - массы двигателя, трансмиссии, муфты, тормоза, конструкции балансиров, ходового колеса, подкрановых рельсов базового варианта компоновки механизма передвижения;

m - число замен колес за срок эксплуатации крана.

Каждой из перечисленных целей оптимального проектирования соответствует свой критерий оптимальности: энергоемкость, производительность, металлоемкость, КПД, надежность и другие. В зависимости от условий применения и назначения мостового крана тот или иной критерий оптимальности может быть определяющим. Критерии оптимальности могут быть заданы либо аналитическим выражением, либо функционалом, либо замкнутым алгоритмом определения.

Решение инженерных задач оптимизации невозможно без применения ЭВМ, т.е. без автоматизации проектирования. Для автоматизированного проектирования характерны рациональное распределение функций между человеком и компьютером и обоснованный выбор моделей и методов для автоматизированных процедур [6, 8, 9].

Проектирование мостового крана, являющегося сложной динамической системой, представляет собой итерационный процесс, связанный с последовательным улучшением системы, принятием уточняющих конструктивных решений. Каждый цикл включает в себя анализ эффективности объекта проектирования, оценки влияния на него характеристик элементов системы и ограничений.

Выводы

Повышение эффективности мостовых кранов во многом определяется условиями применения и назначения мостового крана,

выбором того или иного критерия эффективности, выбором оптимальных конструктивных, энергетических и рабочих параметров мостовых кранов.

Библиографический список

1. Александров М. П. Подъемно-транспортные машины: Учеб. для машиностроит. спец. вузов / М. П. Александров. – М.: Высш. шк., 1985. – 520 с.
2. Галдин Н. С., Курбацкая С. В., Курбацкая О. В. Математическое моделирование силы сопротивления передвижению мостового крана // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Воронеж: ВГТУ, 2013. – Том 9, № 3-1. – С. 116 – 119.
3. Галдин Н. С., Курбацкая С. В., Курбацкая О. В. Особенности проектирования основных механизмов мостовых кранов // Вестник СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2012. – № 5 (27). – С. 21 – 25.
4. Галдин Н. С., Ерёмина С. В., Курбацкая О. В. Определение энергетических характеристик основных механизмов мостовых кранов // Вестник СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2013. – № 2 (30). – С. 12 – 17.
5. Гохберг М. М. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 2. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов / М.П. Александров, М. М. Гохберг, А. А. Ковин и др.; Под общ. ред. М. М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988. – 559 с.
6. Керимов З. Г. Автоматизированное проектирование конструкций / З. Г. Керимов, С. А. Багиров. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
7. Курсовое проектирование грузоподъемных машин / С. А. Казак, В. Е. Дусье, Е. С. Кузнецов и др.: Под ред. С. А. Казака. – М.: Высш. школа, 1989. – 319 с.
8. Матвеев А. М. Проектирование гидравлических систем летательных аппаратов: Учебник для авиационных вузов / А. М. Матвеев, И. И. Зверев. – М.: Машиностроение, 1982. – 296 с.
9. Норенков И. П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем / И. П. Норенков. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с.
10. Ремизович Ю. В. Транспортно-технологические машины / Ю. В. Ремизович. – Омск: СибАДИ, 2011. – 160 с.
2. Galdin N. S., Kurbatskaya S. V., Kurbatskaya O.V. Mathematical modeling of the force of resistance to movement of the bridge crane // Vestnik of Voronezh state technical University. - Voronezh: VGTU, 2013. - Volume 9, № 3-1. – Page 116 - 119.
3. Galdin N. S., Kurbatskaya S. V., Kurbatskaya O.V. Design features of the basic mechanisms of bridge cranes // Vestnik SibADI. - Omsk: SibADI, 2012. - № 5 (27). – Page 21 - 25.
4. Galdin N. S., Eremina S. V., Kurbatskaya O. V. Definition of the energy characteristics of the basic mechanisms of bridge cranes // Vestnik SibADI. – Omsk: SibADI, 2013. - № 2 (30). – Page 12 - 17.
5. Gokhberg M. M. Reference book on cranes: In 2 t. T. 2. Characteristics and constructive schemes of cranes. Crane mechanisms, their parts and components. Technical operation of cranes / M.P. Alexandrov, M.M. Gokhberg, A.A. Kovin, etc.; Under a general edition of M. M. Gokhberg. – M.: Mechanical engineering, 1988. – 559.
6. Kerimov Z. G. Computer-aided design of structures / Z. G. Kerimov, S. A. Bagirov. - M.: Mechanical Engineering, 1985. - 224.
7. Course design of hoisting machines / S. A. Kazak, V. E. Duse, E. S. Kuznetsov, etc.: Ed. by S.A. Kazaka. - M.: Higher. School, 1989. - 319.
8. Matveenko A. M. Design of hydraulic systems of aircraft: Textbook for aviation universities / A.M. Matvienko, I.I. Zverev. - M.: Mechanical Engineering, 1982. - 296.
9. Norenkov I. P. Introduction of the automated designing of engineering devices and systems / I.P. Norenkov. – M.: The High. school, 1980. - 311.
10. Remizovich Y.V. Transport and technological machines / Y.V. Remizovich. – Omsk: SibADI, 2011. - 160.

Галдин Николай Семенович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований - теория и проектирование технических систем. Имеет более 220 опубликованных работ. E-mail: galdin_ns@sibadi.org.

Ерёмина Светлана Владимировна – инженер кафедры «Компьютерные информационные автоматизированные системы» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований – автоматизированное проектирование систем. Имеет около 20 опубликованных работ.

Курбацкая Ольга Владимировна – инженер кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований - автоматизированное проектирование систем. Имеет около 20 опубликованных работ.

CRITERIA OF EFFICIENCY OF THE BASIC MECHANISMS OF BRIDGE CRANES

N. S. Galdin, S. V. Eremina, O. V. Kurbatskaya

The basic data on the general principles of a choice of criteria of efficiency of the basic mechanisms of bridge cranes are resulted

Keywords: Bridge crane, mechanisms, criteria of efficiency.

Bibliographic list

1. Aleksandrov M .P. Lifting machinery: Proc. for building equipmen. specials. Universities / M. P. Alexandrov. - M.: High. school, 1985. - 520.

УДК 65.011

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян.

Аннотация. В данной статье рассмотрена методика оценки эффективности обеспечения безопасности движения на автотранспортных предприятиях (АТП), позволяющая оперативно контролировать как отдельно взятое АТП, так и комплексно – все АТП. Позволяет в индивидуальном порядке разрабатывать методы повышения безопасности движения для конкретного АТП, искать пути решения в зависимости от тех недостатков, которые были выявлены в ходе проверок.

Ключевые слова: безопасность движения, автотранспортные предприятия, интегральный показатель.

Введение

Автотранспортные предприятия решают задачи по обеспечению безопасности движения (БД), связанные с организацией профилактической работы с водителями, контролем технического состояния транспортных средств, учетом и анализом дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и нарушений Правил дорожного движения. Для решения этих задач на предприятиях создают подразделения (отделы, группы) или назначают отдельных работников.

Основная работа по предупреждению ДТП на автотранспортных предприятиях заключается не только в функционировании специальной службы. Значимость проблемы обеспечения БД и ее масштабы требуют привлечения внимания и представителей других функциональных служб автотранспортного предприятия [1,2].

Сложность в проблему оценивания эффективности систем БД вносит фактор отсутствия формализованных моделей деятельности многих элементов системы или субъектов различных видов деятельности как составляющих общей системы, поскольку эта деятельность является объектом системного управления [3].

Основная часть

На примере ЗАО «Кубаньгрузсервис» разработана и апробирована методика оценки эффективности работы по

обеспечению БД, основанная на системе научно-обоснованных критериев эффективности.

Для контроля безопасности перевозок в ЗАО «Кубаньгрузсервис» введена бальная система оценки организации работ по БДД по следующим критериям:

1. Вопросы, связанные с деятельностью администрации, общественных организаций автотранспортного предприятия.

2. Вопросы, общие для всех служб и подразделений автотранспортного предприятия.

3. По производственно-технической службе и ОТК.

4. По службе эксплуатации.

5. По контрольно-ревизорской службе.

Каждый из этих критериев подразделяется на множество составляющих, который имеет свой вес (балл) из общего количества баллов. По результатам расчетов по предлагаемой методике работа по БД может быть оценена следующим образом: «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Положительная оценка эффективности реализации программы дается при количестве набранных баллов первого уровня (А), удовлетворительная – при количестве набранных баллов второго уровня (Б), отрицательная – при количестве набранных баллов третьего уровня (В) (таблица 1).

Таблица 1 — Шкала оценки эффективности

№ п/п	Бальное значение интегрального показателя	Ранг уровня
1	$R > 9,0$	А (первый)
2	$7,0 \leq R \leq 9,0$	Б (второй)
3	$R < 7,0$	В (третий)

Интегральный показатель (R_m) является итоговым показателем эффективности применения системы оценки качества БД на АТП на основе критериев и определяется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^5 R_j, \quad (1)$$

где R_1 - вопросы, связанные с деятельностью администрации, общественных организаций автотранспортного предприятия;

R_2 - вопросы, общие для всех служб и подразделений автотранспортного предприятия;

R_3 - по производственно-технической службе и ОТК;

R_4 - по службе эксплуатации;

R_5 - по контрольно-ревизорской службе.

Расчет комплексного показателя произведен на примере ЗАО «Кубаньгрузсервис». Комплексный показатель R_1 (о наличии и правильности

ведения журналов по БДД) рассчитывается по следующей формуле:

$$R_1 = \sum_{i=1}^{22} X_i \cdot k_i, \quad (2)$$

где X_i – частный критерий;

k_i – весовой коэффициент.

В случае если требуемое условие по критерию полностью выполняется, значение $X_i = 10$, если есть замечание и критерий исполняется недостаточно качественно $X_i = 5$. $X_i = 0$ в том случае, если требования по критерию не выполняются.

Весовой коэффициент выбирают исходя степени влияния того или иного критерия на аварийность. Так наиболее значимому критерию присваивается больший коэффициент. Степень влияния определена методом экспертных оценок при достаточной статистической базе исследования.

В таблице 2 приведены расчетные данные критерия «Вопросы, связанные с деятельностью администрации, общественных организаций автотранспортного предприятия».

Таблица 2 — Расчетные данные критерия «Вопросы, связанные с деятельностью администрации, общественных организаций автотранспортного предприятия»

Вопросы, связанные с деятельностью администрации, общественных организаций автотранспортного предприятия	Весовой коэффициент, k_i	Частный критерий, X_i
1. Журнал учета ДТП водителями предприятия	0,055	5
2. Журнал учета изменений по маршрутах движения	0,035	5
3. Журнал учета нарушения ПДД водителями предприятия	0,055	5
4. Журнал учета водителей группы риска «По нарушениям транспортной дисциплины»	0,055	5
5. Журнал посещения занятий водителями	0,035	5
6. Журнал регистрации медицинских освидетельствований сотрудников АТП на состояние опьянение (Протоколы)	0,055	5
7. Журнал учета водителей отстраненных от рейсов	0,055	5
8. Журнал учета водителей, лишенных права на управление транспортом	0,055	5
9. Исправность алкотестеров, приборов, наличие документов о поверке приборов	0,035	10
10. Качество проведения медицинского осмотра водителей. Применение приборов для проведения АД, алкотестеров	0,055	10
11. Обучение по программе подготовки врачей (фельдшеров) по вопросам проведения медицинского освидетельствования на состояние опьянения лиц	0,035	5
12. О создании комиссии для проведения служебного расследования ДТП	0,045	10
13. Об организации работ по обеспечению безопасности дорожного движения на АТП	0,055	5
14. Наличие и актуальность годового плана по БДД в АТП	0,045	10
15. Наличие и актуальность планов работы на квартал	0,045	5
16. Наличие материалов по повышению планов за квартал, год	0,045	5
17. Соблюдение сроков проведения служебных расследований – материалы служебных расследований ДТП	0,045	10
18. Наличие должностных инструкций, с росписями об ознакомлении	0,045	10

Продолжение Таблицы 2

19.Приказ МинТранса РФ №27 от 09.03. 1995г. «О безопасности дорожного движения»	0,040	10
20.Постановление Правительства РФ №647 от 29.06.1995г. «Об утверждении Правил учета ДТП»	0,035	10
21.Приказ МинТранса РФ № 49 от 26.04.1990г. «Об утверждении порядка и правил проведения служебного расследования ДТП»	0,035	10
22.Приказ МинТранса РФ от №15 от 20.08.2004г. «Об утверждении положения об особенностях рабочего времени и водителей автомобилей»	0,040	10

Исходя из данных таблицы 2, значение критерия «Вопросы, связанные с деятельностью администрации, общественных организаций автотранспортного предприятия» составляет 7,1. Аналогичным способом определено значение остальных четырех критериев, указанных в формуле 1 [4,5].

Интегральный показатель R_m определяется по формуле средневзвешенного значения:

$$R_m = \frac{\sum_{j=1}^5 R_j q_j}{\sum_{j=1}^5 R_j}, \quad (3)$$

где q_j - весовой коэффициент конкретного критерия, определяющий степень его влияния на уровень конечного интегрального показателя эффективности работы предприятия по обеспечению БД.

Принимаем значения q_j , в зависимости от степени влияния на аварийность, равным коэффициентам, представленным в таблице 3.

Таблица 3 — Значение весового коэффициента в зависимости от важности оценочного критерия

	Оценочный критерий				
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
Весовой коэффициент, q_i	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1

Согласно расчетов, интегральный показатель R_m равен 7,39, что соответствует удовлетворительной оценке работы по БД на исследуемом АТП.

Вывод. Расчетные данные для определения интегрального показателя основываются на результатах ежегодных проверок инженером по БДД, которые осуществляются с применением метода весовых коэффициентов.

Предлагаемая методика позволяет контролировать как отдельно взятое АТП, так и комплексно – все АТП, позволяет в индивидуальном порядке разрабатывать методы повышения безопасности для АТП, искать пути решения в зависимости о тех

недостатков, которые были выявлены в ходе проверок.

В результате апробации разработанной методики в ЗАО «Кубаньгрузсервис» за последние три года аварийность снизилась на 17,2 %, а также отмечены достаточно неплохие результаты работы всего технического отдела службы безопасности.

Библиографический список

1. Пугачев, И. Н. Организация и безопасность дорожного движения [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И. Н. Пугачев, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 272с. – ISBN 978-5-7695-4662-4
2. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность движения [Текст] : учеб. для вузов/ В. И. Коноплянко. – М: Высш. шк., 2007.- 383 с. – ISBN 978-5-06-005549-8
3. Шмелев, А. С., Воронов В. П. Системы определения местонахождения транспортных средств [Текст]: депонированная рукопись № 1127-B2006 06.09.2006
4. Коновалова Т. В. , Надирян С. Л. , Запривода А. В. Методика оценки эффективности обеспечения безопасности движения на предприятиях автомобильного транспорта // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2013. – Т. 6. № 10 (113). – С. 69-71.
5. Российская Федерация. Законы. О безопасности дорожного движения [Текст] : федер. закон [принят кем 15 ноября 1995г.:]

DEVELOPMENT OF SYSTEM OF INDICATORS FOR ASSESSING THE LEVEL OF SAFETY OF TRAFFIC ON THE MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

T. V. Konovalova, S. L. Nadiryan

This article discusses the methodology of evaluation of the efficiency of traffic safety on motor transport enterprises , allowing you to quickly control as a separate motor transport enterprise, and complex - all enterprises of motor transport. Allows you to individually develop methods of increasing road safety for the particular motor transport of the enterprise, search for solutions depending on the shortcomings that were identified in the course of inspections.

Keywords: traffic safety, road transport companies, an integral indicator

Bibliographic list

1. Pugachev, I. N. Traffic organization and safety [Text]: textbook. Handbook for students. the high. textbook. institutions / I. N. Pugachev, acoustic emission Gorev, E.M. oleshchenko. - M: Publishing center «Academy», 2009. - 272с. - ISBN 978-5-7695-4662-4
2. Konoplyanko V. I. Organization and traffic safety [Text]: textbook. for universities/ V. I. Konoplyanko - M: The High. SHK., 2007.- 383 p. - ISBN 978-5-06-005549-8
3. Shmelev, S. A. Voronov V. P., System for determining the location of vehicles [Text] : deposited manuscript № 1127-B2006 06.09.2006
4. Konovalova T. V., Nadiryan S. L., Zaprivoda A. V. Methodology of evaluation of efficiency of traffic safety at the enterprises of the automobile transport. // News of Volgograd state technical University. - 2013. - So 6.№ 10 (113). - P. 69-71.
5. The Russian Federation. The laws. About road safety [Text]: Feder. Law [who adopted 15 November 1995.]

УДК 004.9:621.871.2

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ДАВЛЕНИЙ ПО ПОВЕРХНОСТИ РАБОЧЕГО ОРГАНА РЫХЛИТЕЛЯ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

В. Н. Кузнецова

Аннотация. В статье рассматривается вопрос распределения давлений по поверхности рабочего органа рыхлителя клиновидной формы, а также клиновидной формы с ребром жесткости.

Ключевые слова: рыхление мерзлых грунтов, рабочий орган рыхлителя, математическая модель.

Введение

Как показывают многочисленные исследования Горячкина В.П., Зеленина А. Н., Растегаева И. К., Ветрова Ю. А. [1, 2, 3, 4] одним из основных факторов, влияющих на эффективность рыхления грунтов, является форма рабочего органа, конструкции и размеров его режущих кромок. В настоящее время такие известные производители техники как KOMATSU, Hyundai, ESCO, CATERPILLAR и другие применяют наконечники рыхлителей различной формы и параметров.

В то же время на данный момент нет достаточной теоретической базы, которая описывала бы процесс разрушения грунта рабочим органом сложной геометрической формы. Важнейшим шагом к созданию такой теоретической базы является разработка математической модели взаимодействия с грунтом клиновидного рабочего органа, так как большинство сложных форм рыхлителей

Конвалова Татьяна Вячеславовна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая, доцент кафедры Организации перевозок и дорожного движения Кубанский государственный технологический университет. Направления научных исследований: организация безопасность движения; общее количество публикаций 87 статья, e-mail: tan_kon@mail.ru

Надирян София Леоновна - ассистент кафедры «Организации перевозок и дорожного движения» Кубанский государственный технологический университет. Направления научных исследований: транспорт, экономика, логистика, общее количество публикаций 21 статья, e-mail: Sofi008008@yandex.ru

может быть получено путем комбинирования клиньев с различными параметрами.

Основная часть

В процессе рыхления статическими рыхлителями происходит отделение грунта от массива и разрыхление до степени, обеспечивающей его дальнейшее транспортирование. После прохода рыхлителя в грунте образуется прорезь трапецевидной формы, в которой выделяют три зоны: зону вдавливания, зону сжатия и зону развала грунта. В работах [79, 166] указывается на то, что геометрия рабочего органа влияет на величину скола грунта и изменение удельного сопротивления резанию в зонах разрушения. Например, известно, что при одинаковых по площади сечениях стружек F_c потребуются меньшие усилия для резания грунта стружкой большей ширины l и меньшей глубины h .

В зонах вдавливания и сжатия происходит блокированное резание грунта. В этих зонах происходит сжатие грунта перед отделением

его от массива и его вдавливание в дно и боковые стенки прорези. Размер зоны вдавливания грунта в процессе рыхления не изменяется, однако, увеличивается по мере изнашивания наконечника.

В зоне сжатия в результате увеличения давления на грунт происходит отделение крупных элементов массива грунта. Для отделения мерзлого грунта от массива необходимо создать в грунте давления, превосходящие по величине предельное значение напряжения сжатия грунта $[\sigma_{сж}]$. В этом случае необходимо обеспечить высокие прочностные свойства рабочего органа.

После скола крупный элемент перемещается по поверхности рабочего органа вверх и в сторону, а сопротивление рыхлению резко уменьшается. При дальнейшем движении рыхлителя, до образования последующего крупного элемента, от массива откалываются более мелкие элементы грунта. Затем сопротивление вновь достигает наибольшего значения и происходит скалывание следующего крупного элемента грунта.

Выкалывание элементов стружки отражается в динамограммах, на которых видно, что к моменту скола усилие достигает своего максимального значения, а сразу после скалывания - резко уменьшается. Затем усилие возрастает при сжатии следующего элемента стружки. Частота возникновения максимальной нагрузки на рабочий орган рыхлителя зависит от физико-механических свойств грунта, глубины,

скорости рыхления и геометрических параметров рабочего органа.

Таким образом, процесс взаимодействия рабочего органа с грунтом имеет пространственный характер. Следовательно, для более полной картины описания протекания процесса резания грунта, определения величины сопротивления грунта разработке, необходимо рассматривать этот процесс в трехмерном пространстве.

Для математического анализа процессов разрушения грунта рабочим органом клиновидной формы землеройных и землеройно-транспортных машин важной задачей является получение пространственной эпюры распределения напряжений по поверхности рабочего органа.

За основу приняты полученные зависимости распределения напряжений по длине (1) и ширине (2) рабочего органа, которые описывают распределение напряжений по прямоугольной контактной поверхности [5] (рисунки 1 и 2).

$$P(x) = \left[1 + 2 a_2 \cdot a_3 \cdot x \cdot e^{-a_3 x^2} \right], \quad (1)$$

$$Q(y) = \frac{1 + a_1 y^2}{\left(1 + \frac{a_1}{a_1 + 2} \cdot y^2 \right)^2}, \quad (2)$$

где a_1, a_2, a_3 - коэффициенты, зависящие от свойств грунта.

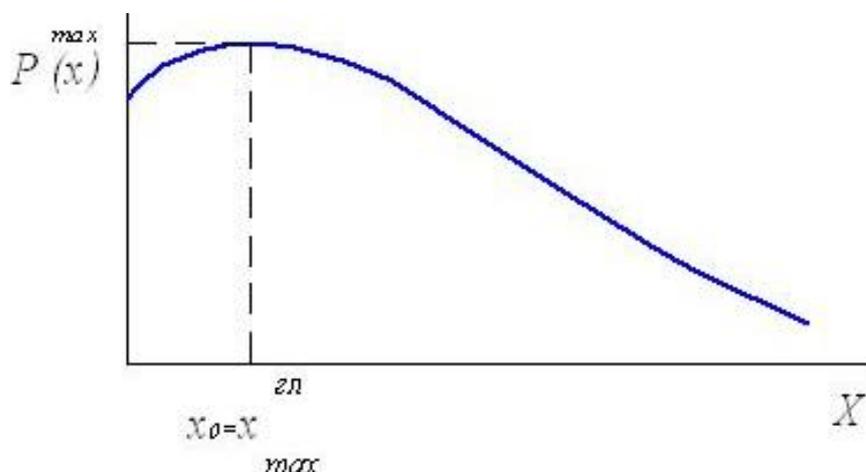


Рис. 1. Распределение напряжений по длине рабочего органа землеройной машины с прямоугольной контактной поверхностью

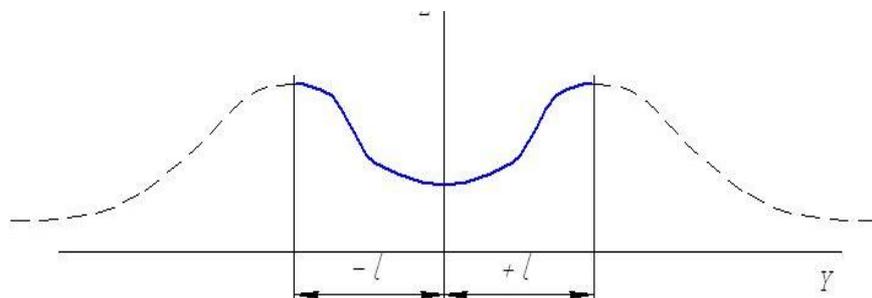


Рис. 2. Распределение напряжений по ширине рабочего органа землеройной машины с прямоугольной контактной поверхностью

Эпюра распределения напряжений по поверхности прямоугольного рабочего органа имеет вид, показанный на рисунке 3 [5].

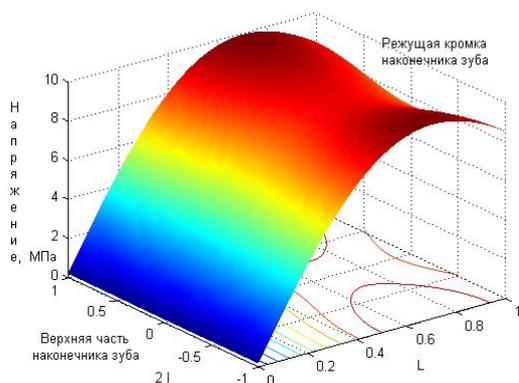


Рис. 3. Эпюра распределения напряжений по поверхности рабочего органа прямоугольной формы

При внедрении клиновидного рабочего органа в грунт и в процессе его разрушения на рабочем органе возникают силы сопротивления, которые будут характеризовать данный процесс. Клиновидный рабочий орган можно рассматривать как совокупность некоторого количества прямоугольных рабочих органов разной ширины.

Очевидно, что на режущей кромке клиновидного рабочего органа наблюдается максимум функции распределения давления. Поскольку режущая кромка клиновидного рабочего органа имеет сравнительно малые размеры, то давление на боковых гранях режущей кромки (клина) практически сравнимы с давлением на средней линии рабочего органа. В этих же точках функция распределения давления достигает своего максимума.

Для интерпретации взаимодействия клиновидного рабочего органа с грунтом в выражение (2) необходимо введение коэффициентов m и n , которые определяют значение физико-механических свойств разрабатываемого грунта, а также конфигурацию клиновидного рабочего органа.

Рассмотрим взаимодействие клиновидного рабочего органа в случаях, когда на режущей кромке отсутствует и имеется ребро жесткости.

Функция распределения напряжений по ширине рабочего органа в случае отсутствия ребра жесткости выглядит следующим образом:

$$Q(y) = \frac{1 + ay^2}{\left(1 + \frac{a}{a+2} \cdot y^2\right)^2} \cdot ma^n. \quad (3)$$

Исследования показали, что при разработке супесчаного грунта $m = 1$, $n = 1,2$. При этом распределение приобретает вид, показанный на рисунке 4.

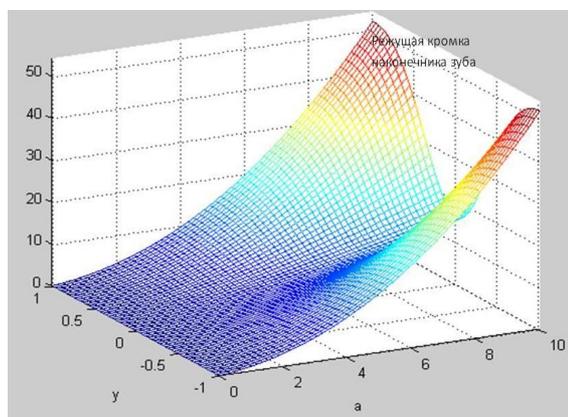


Рис. 4. Продольная эпюра распределения напряжений по поверхности клиновидного рабочего органа без ребра жесткости (супесчаный грунт, $m = 1$, $n = 1,2$)

Анализ эпюры показывает, что качественно характер распределения напряжений по ширине рабочего органа схож с распределением напряжений на поверхности прямоугольного рабочего органа. Однако разница напряжений на средней линии рабочего органа и его боковых гранях выражена более ярко. Также наблюдается резкое возрастание в величине напряжения по длине рабочего органа при приближении к режущей кромке.

В случае наличия ребра жесткости меняется как картина взаимодействия рабочего органа с грунтом, так и эпюра распределения напряжений. В данном случае характер распределения напряжений по ширине может быть представлен функцией:

$$Q(y) = \frac{1 + ay^2}{(1 + \frac{a}{a+2} \cdot y^2)^2} * (1 - [y]) * m * a^n. \quad (4)$$

В этом случае для супесчаного грунта $m = 0,03$, $n = 2$. Эпюра распределения напряжений при этом принимает вид, показанный на рисунке 5.

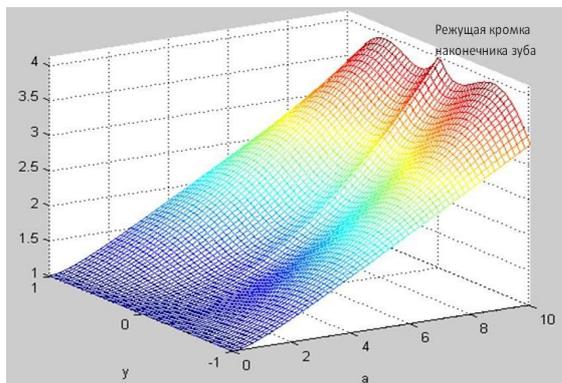


Рис. 5. Продольная эпюра распределения напряжений по поверхности рабочего органа с ребром жесткости (супесчаный грунт, $m = 0,03$, $n = 2$)

Анализ эпюры показывает, что на режущей кромке наблюдается максимум функции в точках средней линии и боковых кромках рабочего органа. По мере удаления от режущей кромки величина напряжения снижается. Из-за того, что падение напряжения на оси симметрии рабочего органа значительно резче, чем на боковых кромках, на расстоянии от режущей кромки равном $2/5$ длины рабочего органа, наблюдается выравнивание напряжения по сечению рабочего органа. Далее распределение приближается к распределению для прямоугольного рабочего

органа. На значительном удалении от режущей кромки клиновидного рабочего органа механика разрушения грунта сопоставима с механикой разрушения его прямоугольным рабочим органом, то есть максимумы давления приходятся на боковые кромки инструмента (рисунок 5).

Заключение

Подробный анализ эпюры показывает, что на разных участках клиновидного рабочего органа распределение давлений зависит от параметров рабочего органа.

На средней линии рабочего органа (при $a = 5$) распределение давлений приобретает вид, приведенный на рисунке 6. Это обусловлено тем, что на значительном удалении от режущей кромки клиновидного рабочего органа механика разрушения грунта приближается к механике разрушения грунта прямоугольным рабочим органом. То есть, экстремумы функции (4) приходятся на боковые грани рабочего органа. Черными вертикальными линиями на рисунке обозначены границы рабочего органа.

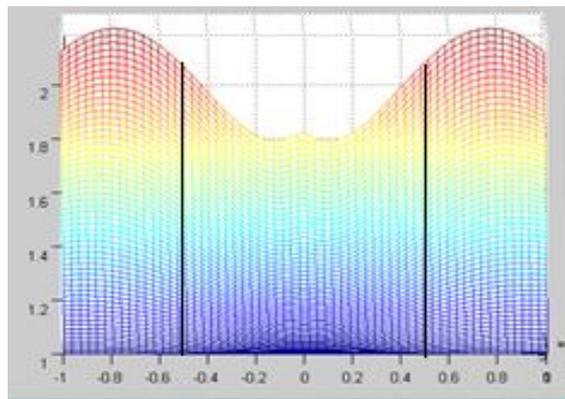


Рис. 6. Срез эпюры распределения напряжений в верхней части поверхности рабочего органа с ребром жесткости (супесчаный грунт, $m = 0,03$, $n = 2$)

При приближении к режущей кромке рабочего органа распределение выглядит несколько иначе (рисунок 7). На средней линии рабочего органа, так же как и на боковых гранях, будет наблюдаться наличие экстремумов функции $Q(y)$. Соотношение величин экстремумов в точках 1 - 3 зависит от ряда показателей и режимов разработки грунта.

Как видно, эпюры распределения напряжений по клиновидному рабочему органу (рисунки 5 - 7) имеют ряд существенных различий, что требует проведения дополнительных исследований, лабораторных и натурных экспериментов.

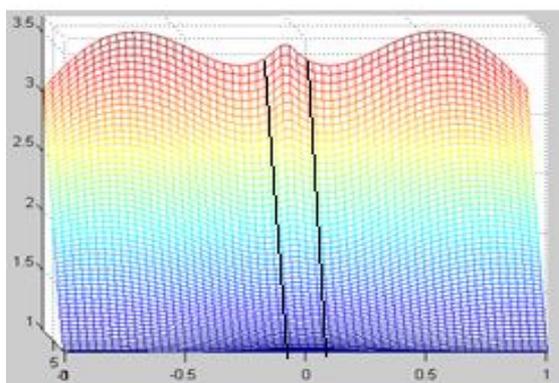


Рис. 7. Срез эпюры распределения напряжений на режущей кромке рабочего органа с ребром жесткости (супесчаный грунт, $m = 0,03$, $n = 2$)

Библиографический список

1. Горячкин В. П. Собрание сочинений, т. 2. – М.: Колос, 1965. - 460 с.
2. Зеленин А. Н. Разрушение грунтов механическими способами [Текст] / А. Н. Зеленин, М: Машиностроение, 1975 – 376 с.
3. Растегаев И. К. Разработка мерзлых грунтов в северном строительстве / И. К. Растегаев; Отв. ред. Р. М. Каменский; Рос. АН, Сибирское отделение, Институт мерзлотоведения, Новосибирск: Наука: Сибирская изд. фирма, 1992, - 346 с.
4. Ветров Ю. А., Пристайло Ю. П., Станевский В.П. Усовершенствование рабочих органов рыхлителей // Строительные и дорожные машины. – 1979. - №4. - С. 16-17.
5. Кузнецова В. Н. Диссертация соискание ученой степени доктора технических наук «Развитие научных основ взаимодействия контактной поверхности рабочих органов землеройных машин с мерзлым грунтом» Омск. 2009 г. - 258 с.
6. Завьялов А. М., Кузнецова В. Н., Завьялов М. А., Мещеряков В. А. Математическое моделирование рабочих процессов дорожных и строительных машин: имитационные и адаптивные модели: монография - Омск: СибАДИ – 2012. – 408 с.
7. Кузнецова В. Н., Завьялов А. М. Оптимизация формы рабочих органов землеройных машин: монография [Текст] / В. Н. Кузнецова, А. М. Завьялов – Омск: издат. «Наука», 2008. – 182с. ISBN 978-598806-081-9.
8. Эдвардс Дж., Пенни А. Дифференциальные уравнения и краевые задачи. Моделирование и вычисление с помощью Mathematica, Maple и MATLAB. М.: Вильямс, 2008. [пер. с англ.] / Джон Эдвардс, Алекс Пенни 1104 с. ISBN 978-5-8459-1166-7, 0-13-065245-8.

ABOUT PRESSURE ON THE SURFACE OF WORKING BODY OF THE DIFFICULT GEOMETRICAL FORM RIPPER

V. N. Kuznetsova

The summary. In the article overviewed questions of distribution of pressure on a surface of working body wedge-shaped ripper and wedge-shaped ripper with a rigidity edge.

Keywords: loosening of frozen soils, working body of the cultivator, mathematical model.

Bibliographic list

1. Goryachkin V. P. collected works, so-2. - M: Kolos, 1965. - 460 p.
 2. Zelenin A. N. The destruction of the soil mechanical methods[Text]/ N.. Zelenin, M: machine-building, 1975 - 376 p.
 3. Rastegaev I. K. Development of permafrost in the Northern construction / I. K. Rastegaev; Resp. Ed. P. M. Kamensky; Rus. Academy of Sciences, Siberian branch, permafrost Institute, Novosibirsk: Nauka: Siberian publishing house. the firm, 1992, - 346 p.
 4. Vetrov Yu. A., Pristailo Y. P., Stanevski V. P. Improvement of working bodies rippers // Construction and road machinery. – 1979. - №4. - P. 16-17.
 5. Kuznetsov V. N. Dissertation degree of Doctor of Technical Sciences "Development of scientific bases of interaction of the contact surface of the work of earthmoving equipment with frozen ground" Omsk. 2009 - 258 p.
 6. Zav'yalov A. M., Kuznetsov V. N., Zav'yalov M. A. Meshcheryakov V. A. Mathematical modeling workflows and road construction machinery: modeling and adaptive models: Monograph - Omsk SibADI - 2012. - 408.
 7. Kuznetsov V. N., Zavyalov M. Optimization of the form of working bodies of earth-moving machines : monograph.[Text] / V. Kuznetsov, A. M. Zavialov - Omsk: Izdat. «Nauka», 2008. – 182 p. ISBN 978-598806-081-9
 8. Edwards DJ., Penny A, Differential equations and boundary value problems. Modeling and calculation using Mathematica, Maple and MATLAB. M: Williams, 2008. [translated from English]/ John Edwards, Alex Penny 1104 P. ISBN 978-5-8459-1166-7, 0-13-065245-8.
- Кузнецова Виктория Николаевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «ЭСМиК» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: Оптимизация рабочих органов землеройных и землеройно-транспортных машин. Общее количество опубликованных работ: более 90. E-mail: dissovetsibadi@bk.ru*

УДК 656.135

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ В ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

С. М. Мочалин, Л. В. Тюкина

Аннотация. В статье рассматриваются организационно-управленческие подходы для организации доставки груза в прямой цепи поставок с позиций концепций «точно в срок», «точно в последовательности». Дается характеристика моно- и полипартионной доставки, приводятся возможные варианты этих доставок в зависимости от условий и ограничений представленных в заявке.

Ключевые слова: монопартионная доставка, полипартионная доставка, условия и ограничения доставки, «точно в срок», «точно в последовательности».

Введение

Одной из ключевых функций логистики является доставка грузов. Ключевыми принципами, которой является 6 правил логистики.

В условиях конкуренции приспособление к интересам клиентуры требует от перевозчиков своевременной реакции на эти запросы, в свою очередь это влечет за собой улучшение качества обслуживания, минимизацию времени исполнения заказов и строгое соблюдение согласованного графика поставок. На сегодня известно множество концепций доставки груза: «точно в срок», «точно в последовательности», «от двери до двери» и др.

Концепция «точно в срок» предполагает, сведение к минимуму простоев в ожидании материалов и обеспечение полной согласованности процессов доставки грузов при их взаимодействии.

Концепция «точно в последовательности» представляет, такую организацию логистических процессов, в результате которых заказанный груз доставляется не только точно вовремя, но и согласно заявленной последовательности, которая необходима [2].

Доставка каждой партии груза должна осуществляться согласно последовательности указанной грузополучателем в заявке.

Невыполнение условий и ограничений, по доставке груза, ведет к увеличению дополнительных затрат грузоотправителя. Для повышения эффективности управления операциями логистического процесса во всей цепи поставок (ЦП) необходимо использование данных принципов. Например, можно оперативно заменить маршрут, вид транспорта, но при этом важно не нарушать условия и ограничения по доставке.

Однако, несмотря на наличие проблем при применении концепций «точно в срок», «точно в последовательности» на практике,

вопрос развития данных концепций актуален. Актуальность развития концепций «точно в срок», «точно в последовательности» в транспортной логистике состоит не только в снижении производственных запасов и соответствующих издержек, но и в том, что фактически только в такой системе производство становится ясным, понятным и управляемым. Благодаря такой системе улучшаются отношения с заказчиками, улучшается положение фирмы на рынке, ее финансовое состояние, повышается конкурентоспособность.

Понятие моно-, полипартионной доставки грузов

В работе объектом исследования является доставка груза в прямой цепи поставок одним автомобилем, работа которого осуществляется по маятниковому маршруту с обратным не груженым пробегом. В ходе исследования заявок на доставку груза установлены следующие ограничения, накладываемые на этот процесс: регулярность поставки; объем перевозимого груза; грузоподъемность транспортного средства; количество автомобилей работающих в системе равно 1 ($A_c = 1 \text{ед.}$); совместимость времени работы грузоотправителя, грузополучателя.

Параметры заявки заданы: объем заказанного груза (Q), количество партий (n), время начала ездки (партии) (T_n), время окончания ездки (партии) ($T_{ок.}$), время начала доставки партии ($T_{н.д.}$), время окончания доставки партии ($T_{ок.д.}$).

В ходе проведенных исследований также были определены следующие условия доставки груза:

- грузоподъемность транспортного средства (q);
- класс груза – 1;
- сроки доставки ($T_{тв}$);

- объем перевозимого груза указанный в заявке (Q) не должен превышать пропускную способность цепи поставки (W_c);

- поступление груза к грузополучателю осуществляется точно в определенной последовательности.

На основе проведенных исследований выявлено, что доставки делятся на моно- и полипартионные.

Монопартионная доставка – такая доставка груза, которая осуществляется в рамках заявки одной партии.

Полипартионная доставка – такая доставка, в которой предъявленный объем груза доставляется за n -ое количество партий, где $n > 1$. Например: согласно полученной заявке грузополучателю необходимо доставить груз. Общий объем груза 80т., но 20т. необходимо доставить к 10.00ч., 30т. – к 14.00ч., 30т. – к 18.00ч. Таким образом, доставка груза будет осуществляться партиями:

1 партия - 20т. к 10.00ч.,

2 партия - 30т. – к 14.00ч.,

3 партия - 30т. – к 18.00ч.

Данные виды доставки можно классифицировать по следующим признакам проходящего материального потока в соответствии с условиями данной заявки:

1. Количество доставок за время работы ЦП:

- монопартионная доставка;

- полипартионная доставка.

2. Объем перевозимого груза за одну партию (для полипартионной доставки), за одну езду (для монопартионной доставки):

- с фиксированным объемом перевозимого груза за партию (езду);

- с нефиксированным объемом перевозимого груза за партию (езду).

3. Время ожидания грузополучателем очередной порции (партии) груза:

- с одинаковым временем ожидания;

- с различным временем ожидания.

4. Время ожидания автомобиля начала исполнения ездки (партии):

- без времени ожидания;

- с одинаковым временем ожидания;

- с различным временем ожидания.

5. Ограничение по времени начала и окончания партии (ездки):

- с ограничением времени начала партии (ездки);

- с ограничением времени окончания партии (ездки);

- с ограничением времени начала и окончания партии (ездки).

6. Однородность перевозимого груза за партию. Данный признак характерен только для полипартионной заявки:

- однородный;

- неоднородный.

Классификация монопартионной доставки

Для монопартионной доставки груза характерно:

- время доставки одной партии и общее время доставки совпадают;

- доставка всего объема заявки производится в рамках одной партии;

- фиксированный объем перевозимого груза за всю партию;

- тип груза во всей партии (заявке) однороден;

Монопартионную доставку можно классифицировать следующим образом:

1. объем перевозимого груза за езду (Q_e): с одинаковым по величине объемом перевозимого груза за езду; с разной величиной объема перевозимого груза за езду.

Непостоянство объема перевозимого груза за езду объясняется тем, что: заказчик сам может планировать количество (объем) груза доставляемого за езду; возможна некрatность грузоподъемности автомобиля и объема доставки; ассортимент груз может быть разнороден.

2. время ожидания грузополучателем очередной порции груза ($t_{ож}$): с одинаковым временем ожидания; с различным временем ожидания.

3. время ожидания автомобиля начала исполнения ездки ($t_{ож.а}$): без времени ожидания; с одинаковым временем ожидания; с различным временем ожидания.

4. ограничения времени доставки «точно в срок» ($T_{тв}$): ограничение времени окончания доставки; ограничение времени начала доставки; ограничение времени начала и окончания доставки.

Рассмотрим пример монопартионной доставки:

Согласно полученной заявке на перевозку груза, грузополучателю необходимо доставить за смену 30т. железобетонных изделий (плит перекрытия) к 15.00ч. ($T_{тв}$). Необходимо выполнить доставку груза с соблюдением заданных условий и ограничений «точно в срок». При данных условиях и ограничениях схематически доставка будет иметь вид как на рисунке 1.

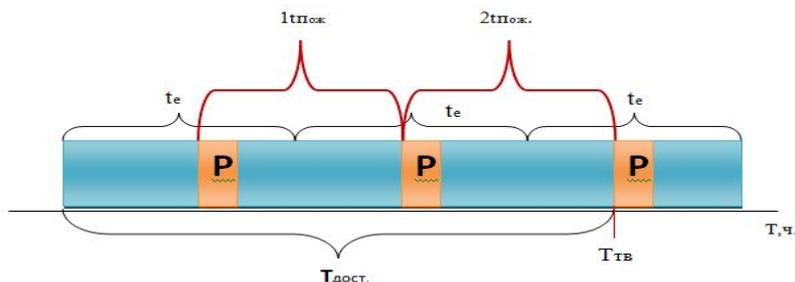


Рис. 1. Монопартионная доставка: - время ожидания автомобиля начала исполнения ездки ($t_{ож.е.}$) отсутствует; - время ожидания грузополучателя очередной порции груза ($t_{пож.}$) распределено равномерно.

Особенностями данной доставки является то, что время ожидания грузополучателя очередной порции груза распределено равномерно: $t_{пож.} > 0$, $1t_{пож.} = 2t_{пож.}$, время ожидания автомобиля начала исполнения ездки отсутствует $t_{ож.е.} = 0$, что в данном случае $t_{пож.} = t_e$.

Классификация полипартионной доставки. Для полипартионной доставки груза характерно: наличие более одного времени доставки «точно в срок»; доставка всего объема заявки производится за несколько партий; нефиксированный или фиксированный объем перевозимого груза за партию; тип груза может быть как однородным, так и неоднородным в рамках заявки; количество партий больше одной.

Доставка груза на основе планирования продаж и исполнения операций на производство осуществляются полипартионной доставкой [3].

Полипартионную доставку можно классифицировать следующим образом:

1. объема перевозимого груза за партию:

- фиксированный объем;
- нефиксированный объем.

2. времени ожидания грузополучателем доставки (разгрузки) очередной партии:

- с одинаковым временем ожидания;
- с различным временем ожидания.

3. времени ожидания автомобиля начала исполнения очередной партии:

- без времени ожидания;
- с одинаковым временем ожидания;
- с различным временем ожидания.

4. ограничения времени доставки «точно в срок»: ограничение времени окончания доставки; ограничение времени начала доставки; ограничение времени начала и окончания доставки; возможно сочетание всех типов временных ограничений в рамках одной заявки.

Приведем примеры полипартионной доставки:

Пример 1: согласно полученной заявке на перевозку груза, грузополучателю необходимо доставить за смену общий объем груза 60т., 3 партии песка по 20т. Первая партия объемом 20т. должна быть доставлена к 10.00ч. ($1T_{ТВ} = 10.00ч$). Вторая партия объемом 20т. должна быть доставлена к 14.00ч. ($2T_{ТВ} = 14.00ч$). Третья партия объемом 20т. должна быть доставлена к 18.00ч. ($3T_{ТВ} = 18.00ч$). При данных условиях и ограничениях схематически доставка будет иметь вид как на рисунке 2.

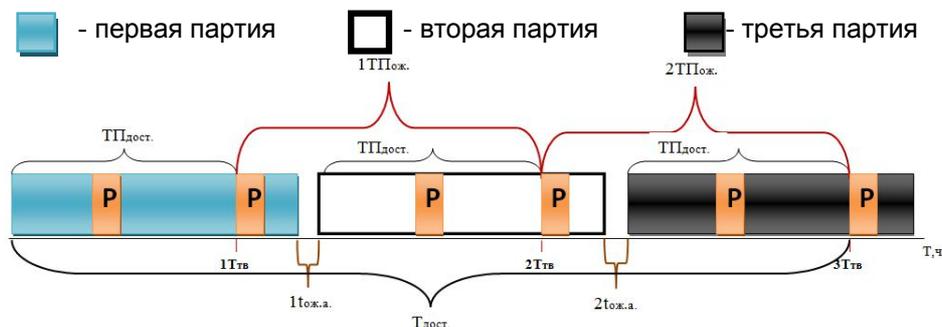


Рис. 2. Полипартионная доставка: - время ожидания автомобиля начала исполнения партии ($t_{ож.а.}$) распределено равномерно; - время ожидания грузополучателя очередной партии груза ($T_{Пож.}$) распределено равномерно; - объем перевозимого груза каждой партии const

Особенностями данной доставки является то, что время ожидания грузополучателя очередной порции груза распределено равномерно: $t_{ож.а} > 0$, $1t_{ож.а} = 2t_{ож.а}$, время ожидания грузополучателя очередной партии груза распределено равномерно $1T_{Пож.} = 2T_{Пож.}$.

Пример 2: согласно полученной заявке на перевозку груза, грузополучателю необходимо доставить за смену общий объем груза 50т., 3 партии песка, объем

перевозимого груза для каждой партии индивидуален. Первая партия объемом 20т. должна быть доставлена к 10.00ч. ($1T_{ТВ}=10.00ч$). Вторая партия объемом 10т. должна быть доставлена к 14.00ч. ($2T_{ТВ}=14.00ч$). Третья партия объемом 20т. должна быть доставлена к 16.00ч. ($3T_{ТВ}=16.00ч$). При данных условиях и ограничениях схематически доставка будет иметь вид как на рисунке 3.

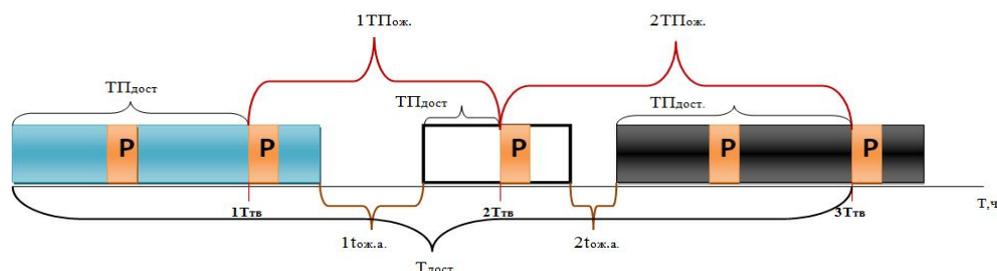


Рис. 3. Полипартионная доставка: - время ожидания автомобиля начала исполнения партии (тож.а) распределено неравномерно; - время ожидания грузополучателя очередной партии груза ($T_{Пож.}$) распределено неравномерно; - объем перевозимого груза индивидуален для каждой партии

В данном примере полипартионной доставки, особенностями является то, что время ожидания грузополучателя очередной порции груза распределено неравномерно: $t_{ож.а} > 0$, $1t_{ож.а} \neq 2t_{ож.а}$, время ожидания грузополучателя очередной партии груза распределено неравномерно $1T_{Пож.} \neq 2T_{Пож.}$,

Общим во всех приведенных примерах является то, что общее время доставки груза не должно быть больше времени работы системы - $T_{дост.} \leq T_{р.с.}$

Каждая партия в полипартионной доставке может быть рассмотрена как монопартионная доставка.

Грамотная организация доставки обеспечит соблюдение сроков доставки грузов и исключит дополнительные затраты.

Выводы

При реализации концепции «точно в срок» и «точно в последовательности» возникают определенные трудности и необходимы определенные условия. Возможными проблемами применения данной концепции могут быть: производственные потери при несоблюдении сроков поставок; недостоверная информация о финансовом состоянии поставщика и производителя; высокие штрафы для поставщиков из-за несоблюдения сроков поставок [1].

Можно сделать следующие выводы по статье:

1. Проанализированы параметры заявки на доставку груза в прямой цепи поставок и проведено обобщение;

2. Разработана классификация моно- и полипартионных доставок по определенным параметрам. Все ЦП (моно-, полипартионные доставки) характеризуются определенными классификационными признаками, которые необходимо учитывать при планировании работы системы доставки груза;

3. Выявлено, что условия доставки влияют на продвижение материального потока по ЦП.

Библиографический список

1. <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/just-in-time.html> Энциклопедия производственного менеджера (дата обращения 19.10.13).
2. Иванов Д. А. Управление цепями поставок. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 660 с.
3. Майкл Джордж. Бережливое производство + шесть сигм. Пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 360с.

ORGANIZATION OF CARGO DELIVERY IN THE DIRECT CHAIN OF DELIVERIES BY MOTOR TRANSPORT

S. M. Mochalin, L. V. Tyukina

The article considers the organizational and management approaches for organization of cargo delivery in the direct chain of supply from the position of concepts «just-in-time, just-in-sequence». Give the characteristics of mono - and polishipment delivery are possible solutions of these deliveries depending on the conditions and restrictions of the application.

Keywords: delivery, monoshipment shipping, polishment shipping, conditions and limitations of delivery «just-in-time, just-in-sequence».

Bibliographic list

1. <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/just-in-time.html> Encyclopedia production Manager
2. Ivanov D.A. supply chain Management. SPb. IZD-VO Politekh. University, 2009. - 660 p.
3. Michael George. Lean manufacturing and six Sigma. Lane. from English. - 3-e Izd. - M: Alpina Business books, 2007. – 360 p.

Мочалин Сергей Михайлович – доктор технических наук, профессор Сибирской государственной автомобильно-дорожной

академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований – разработка теоретических основ транспортной логистики. Имеет 117 опубликованных работ. e-mail: mochalin_sm@mail.ru.

Тюкина Людмила Владимировна - аспирантка Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований – разработка методов управления транспортно-складскими процессами в цепях поставки грузов. Имеет 2 опубликованные работы. e-mail: lyudmila.omsk@mail.ru

УДК 156.13

ВЛИЯНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ ПОД ПОГРУЗКОЙ-ВЫГРУЗКОЙ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ В НЕНАСЫЩЕННОЙ МАЛОЙ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

Б. С. Трофимов, Е. Е. Витвицкий

Аннотация. К результатам следует отнести: постановку задачи; процедуру решения, результаты проектирования (расписания, планы перевозок для двадцати четырех событий); оценку влияния вероятностной величины времени простоя под погрузкой-выгрузкой на функционирование автомобилей в ненасыщенной малой автотранспортной системе перевозок грузов

Ключевые слова: вероятностная величина времени простоя под погрузкой-выгрузкой; проектирование ненасыщенной малой автотранспортной системы перевозок грузов; планы перевозок грузов.

Введение

Наряду с вероятностной величиной средней технической скорости [1], величина времени простоя под погрузкой-выгрузкой вероятностно влияет на результаты работы автомобилей в ненасыщенной малой автотранспортной системе перевозок грузов (АТСПГ). Однако до настоящей работы данное утверждение не было подкреплено исследованиями [2, 3, 4 и др.].

Ранее [5], было доказано, что выполнение расчетов по модели профессора Николина В. И., а затем проверка расчетов путем построения расписаний – нецелесообразны, из соображений трудоемкости.

Основная часть

Воспользуемся исходными данными работы [6], примем условие $t_n = t_e$, величины $t_{не}$, $t_{не} - \sigma$, $t_{не} + \sigma$ возьмем из работы [7] и представим в таблице 1.

Таблица 1 — Значения параметра $t_{не}$

Номер события	Ситуация		
	$t_{не} = M, ч$	$t_{не} = M - \sigma, ч$	$t_{не} = M + \sigma, ч$
1	0,3	0,25	0,35
2	0,4	0,35	0,45
3	0,5	0,45	0,55
4	0,6	0,55	0,65
5	0,7	0,65	0,75
6	0,8	0,75	0,85
7	0,9	0,85	0,95
8	1	0,95	1,05

В настоящем примере принято, что перевозка выполняется на маятниковом маршруте, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок грузов, схема маршрута представлена на рисунке 1.

Проектирование малой ненасыщенной АТСПГ, при одновременной подаче автомобилей во все пункты погрузки, для случая применения маятникового маршрута, с обратным груженым не на всем расстоянии перевозок грузов, выполнено путем построения расписаний, пример которых представлен на рисунке 2.

По построенному расписанию (см. первую строку рис. 2), прямым счетом рассчитаем работу, выполненную каждым автомобилем в каждой группе по событию 1: первый автомобиль первой группы выполнил 10 ездов, из них: на первом звене 5 ездов, на втором 5 ездов. Тогда выработка в тоннах первого автомобиля первой группы за день составит $10 \cdot 5 = 50$ тонн. Выработка в тонно-километрах первого автомобиля первой группы за день составит $5 \cdot 5 \cdot 15 + 5 \cdot 5 \cdot 5 = 500$ т·км.

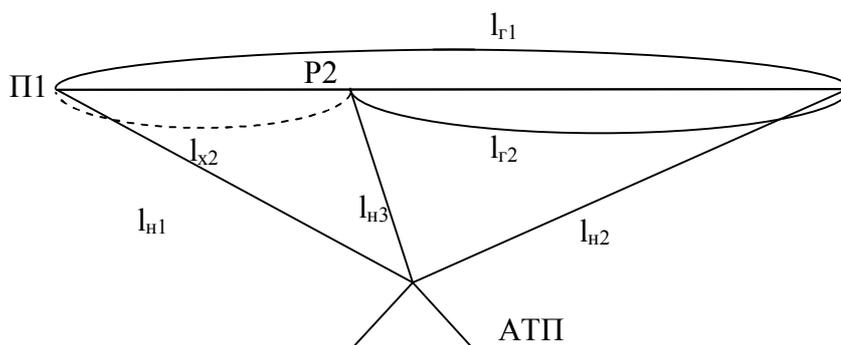


Рис. 1. Схема маятникового маршрута, с обратным груженым пробегом не на всем расстоянии перевозок груза

Второй автомобиль первой группы выполнил 9 ездов (см. вторая строка расписания рис.93), из них: на первом звене 4 ездки, на втором 5 ездов. Тогда выработка в тоннах второго автомобиля первой группы за день составит $9 \cdot 5 = 45$ тонн. Выработка в тонно-километрах второго автомобиля первой группы за день составит $4 \cdot 5 \cdot 15 + 5 \cdot 5 \cdot 5 = 425$ т·км.

Первый автомобиль второй группы выполнил 10 ездов (см. третья строка расписания рис. 93), из них: на первом звене 5 ездов, на втором 5 ездов. Тогда выработка в тоннах первого автомобиля второй группы за день составит $10 \cdot 5 = 50$ тонн. Выработка в тонно-километрах первого автомобиля второй группы за день составит $5 \cdot 5 \cdot 15 + 5 \cdot 5 \cdot 5 = 500$ т·км.

Второй автомобиль второй группы выполнил 9 ездов (см. четвертая строка расписания рис. 93), из них: на первом звене 4 ездки, на втором 5 ездов. Тогда выработка в тоннах второго автомобиля второй группы за день составит $9 \cdot 5 = 45$ тонн. Выработка в тонно-километрах второго автомобиля

второй группы за день составит $4 \cdot 5 \cdot 15 + 5 \cdot 5 \cdot 5 = 425$ т·км.

Первый автомобиль третьей группы выполнил 10 ездов (см. пятая строка расписания рис. 93), из них: на первом звене 5 ездов, на втором 5 ездов. Тогда выработка в тоннах первого автомобиля первой группы за день составит $10 \cdot 5 = 50$ тонн. Выработка в тонно-километрах первого автомобиля третьей группы за день составит $5 \cdot 5 \cdot 15 + 5 \cdot 5 \cdot 5 = 500$ т·км.

Второй автомобиль третьей группы выполнил 9 ездов (см. шестая строка расписания рис. 93), из них: на первом звене 4 ездки, на втором 5 ездов. Тогда выработка в тоннах второго автомобиля третьей группы за день составит $9 \cdot 5 = 45$ тонн. Выработка в тонно-километрах второго автомобиля третьей группы за день составит $4 \cdot 5 \cdot 15 + 5 \cdot 5 \cdot 5 = 425$ т·км.

Итого может быть: выполнено 57 ездов, перевезено 285 тонн груза и 2725 тонно-километров. Сведем полученные результаты в таблицу 2.

Таблица 2 — Результаты изменения работы для события 1 при $t_{нс} = 0,3 (M)$

Параметр, единицы измерения	№ автомобиля и группы						Итого
	1 ¹	2 ¹	1 ²	2 ²	1 ³	2 ³	
Z_e , ед.	10	9	10	9	10	9	57
Q , тонн	50	45	50	45	50	45	285
P , т·км	500	425	500	425	500	425	2725

где: 1¹ – первый автомобиль первой группы

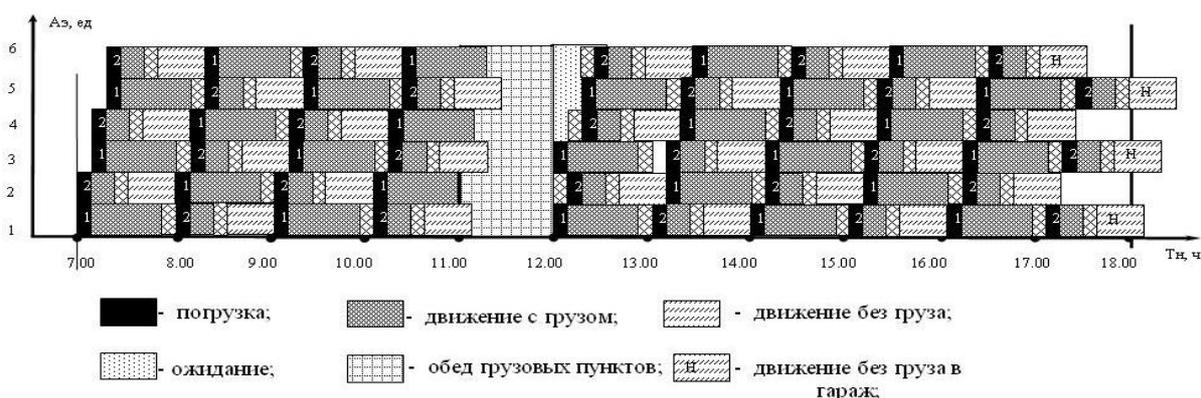


Рис. 2. Расписание работы автомобилей для события 1, при $t_{нс} = 0,3 (M)$

Выполним проектирование малой аналогично событию 1, при всех значениях ненасыщенной АТСПГ для событий 2-8, $t_{нс}$, результаты представим в таблицах 3-5.

Таблица 3 — Выполняемые ездки, для ситуации ($t_{нс} = t_{нс} - \sigma$)

События	$\Sigma_{план}$, ед.	№ автомобиля/номер группы						$\Sigma_{возм}$, ед.
		1/1	2/1	1/2	2/2	1/3	2/3	
1	57	10	10	10	10	9	9	58
2	50	8	9	8	9	<u>7</u>	8	49
3	52	8	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	43
4	44	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	40
5	38	<u>6</u>	7	6	6	6	<u>5</u>	36
6	35	6	6	6	6	7	5	36
7	33	6	6	<u>5</u>	5	5	5	32
8	31	<u>5</u>	5	5	5	<u>4</u>	5	29

Где: жирным шрифтом обозначена суммарное количество ездки, определенное величина показателя большая, чем плановая (см. табл.4), подчеркиванием обозначена по расписанию для ситуации ($t_{нс} = t_{нс} - \sigma$). величина меньшая, чем плановая; $\Sigma_{возм}$ –

Таблица 4 — Выполняемые ездки, для ситуации $t_{нс} = M$ (план перевозок)

События	№ автомобиля/номер группы						$\Sigma_{план} = \Sigma_{возм}$, ед
	1/1	2/1	1/2	2/2	1/3	2/3	
1	10	9	10	9	10	9	57
2	8	9	8	9	8	8	50
3	8	9	8	9	8	9	51
4	8	7	8	7	7	7	44
5	7	7	6	6	6	6	38
6	6	6	6	6	6	5	35
7	6	6	6	5	5	5	33
8	6	5	5	5	5	5	31

Таблица 5 — Выполняемые ездки, для ситуации $t_{не} = t_{не} + \sigma$

События	$\Sigma_{\text{план, ед.}}$	№ автомобиля/номер группы						$\Sigma_{\text{возм, ед.}}$
		1/1	2/1	1/2	2/2	1/3	2/3	
1	57	<u>9</u>	9	<u>9</u>	9	<u>8</u>	9	53
2	50	8	9	8	9	<u>7</u>	8	49
3	51	8	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	43
4	44	<u>7</u>	7	<u>6</u>	7	<u>6</u>	7	40
5	38	<u>6</u>	7	<u>6</u>	6	<u>6</u>	<u>5</u>	36
6	35	6	6	6	6	6	5	35
7	33	6	6	<u>5</u>	5	5	5	32
8	31	<u>5</u>	5	5	5	<u>4</u>	5	29

Заключение

Сравнивая данные таблиц 3 и 4 можно сделать вывод, о том, что в шести (75 %) событиях из восьми (100 %), при $t_{не} = t_{не} - \sigma$, план перевозок, рассчитанный с использованием средних величин ТЭП в малой ненасыщенной АТСПГ, не будет выполнен, а в двух (25 %) событиях из восьми (100 %) может возрасти провозная способность (но не выработка, как считалось ранее [1, 7 и др.]).

Сравнивая данные таблиц 4 и 5 можно сделать вывод, о том, что в семи (87,5 %) событиях из восьми (100 %), при $t_{не} = t_{не} + \sigma$, план в малой ненасыщенной АТСПГ не будет выполнен, а в одном (12,5 %) событии из восьми (100 %) может быть выполнение плана.

Библиографический список

1. Николин В. И. Применение положений теории вероятностей в грузовых автомобильных перевозках. Монография. Изд 2-е перераб. и доп./ В. И. Николин, Е. С. Хорошилова. – Омск: изд-во «Вариант-Сибирь», 2007. – 360 с.
2. Агуреев И. Е., Тропина В. М. Модель конкуренции двух автомобильных перевозчиков // Изв. ТулГУ. Техн. науки. - 2007. - Вып.1.
3. Витвицкий Е. Е., Трофимов Б. С. Применение положений теории вероятностей в малой автотранспортной системе перевозок грузов помашинными отправлениями// Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал «Автотранспортное предприятие». - 2012. – № 7.– С. 49-51
4. Витвицкий Е. Е., Трофимов Б. С. Учет вероятностных положений в практике планирования грузовых автомобильных перевозок в городах // Научно-практический журнал для специалистов высшего и среднего звена, главных инженеров, технических директоров, других представителей технического менеджмента автотранспортных предприятий и транспортных цехов журнал Грузовое и пассажирское автохозяйство. - 2013.– №2.
5. Трофимов Б. С., Витвицкий Е. Е., О некоторых результатах исследования влияния вероятностной величины времени простоя под

погрузкой-выгрузкой на функционирование автомобилей в ненасыщенной малой автотранспортной системе перевозок грузов // 67-я научно-практическая конференция «Теория, методы проектирования машин и процессов в строительстве». Секция №7 «Автотранспортное обеспечение строительных потоков». Сборник научных трудов №6 «Технология, организация и управление автомобильными перевозками. Теория и практика» – Омск: Полиграфический центр КАН, 2013.– с.132-141

6. Ловыгина Н. В. Оптимизация планирования перевозок грузов помашинными отправлениями с учетом влияния вероятностных факторов: автореф. дис. . канд. техн. наук / Н. В. Ловыгина. – Тюмень, 2010. – 19 с.

7. Николин В. И. Грузовые автомобильные перевозки. Монография. Изд 2-е перераб. и доп./ В. И. Николин, Е. Е. Витвицкий, С. М. Мочалин. – Омск: изд-во «Вариант-Сибирь», 2004. – 480 с.

IMPACT PROBABILITY VALUES DOWNTIME FOR LOADING-UNLOADING ON THE OPERATION OF THE VEHICLE IN THE UNSATURATED LOW ROAD TRANSPORT SYSTEM FREIGHT

B. S. Trofimov, E. E. Vitvitskiy

By the results are the following: the procedure for the calculation, the results of the design (timesheets, transport plans for the twenty-four events), evaluation of the effect of probability values of downtime for loading and unloading of vehicles on the operation of road transport in the unsaturated small cargo system

Keywords: probability value of downtime for loading-unloading, the design is not saturated with small trucking of freight, cargo plans.

Bibliographic list

1. Nicoline V. I. Application of the theory of probability in the road freight transport. Monograph. Ed 2nd rev. and add. / V. I. Nicoline , E. S. Khoroshilova . - Omsk publishing house " Option - Siberia ", 2007 . - 360 p.
2. Agureev I. E., Tropina V. M. model of competition between two motor carriers // Math. TSU . Tech . science. Issue 1 , 2007 .
3. Vitvitskiy E. E., Trofimov B. S. Application of the provisions of the probability of the road transport system in the small freight shipments pomashinnymi //

Industry Research and Production monthly magazine " Motor Transport Company " , 2012. - № 7. - P. 49-51

4. Vitvitskiy E. E., Trofimov B. S. Accounting provisions of probabilistic planning practice freight transport in cities // Scientific and practical magazine for senior and middle managers, chief engineers , technical directors, other members of the technical management of transport companies and transport departments magazine Cargo and passenger car fleet , in 2013 . - № 2

5. Trofimov B. S., Vitvitskiy E. E., Some results of the effect of probability values of downtime for loading and unloading of vehicles on the operation of road transport in the unsaturated small cargo system // The 67th scientific conference "Theory , Methods of Machinery and construction processes . " Section number 7, " Automotive software building flows ." Collection of scientific works of number 6, «Technology, organization and management of road

transport. Theory and Practice " - Omsk: Printing Center of CAS, 2013. - P.132 -141

6. Lovygina N. V. Optimization of planning pomashinnymi cargo shipments for the effects of probability factors : Author. dis. . Candidate. tehn. Science / NV Lovygin . - Tyumen , 2010 . - 19.

7. Nicoline V. I. Freight transport by road. Monograph . Ed 2nd rev. and add. / V.I. Nicoline, E.E. Vitvitskiy , S.M. Mochalin . - Omsk publishing house «Option -Siberia " , 2004. - 480p

Трофимов Борис Сергеевич – аспирант по специальности 05.22.10 Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). e-mail: kaf_oput@sibadi.org

Витвицкий Евгений Евгеньевич – доктор технических наук, профессор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). e-mail: kaf_oput@sibadi.org .

УДК 65.012.23

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА СЛУЖБЫ АВТОБУСА ОСОБО МАЛОГО КЛАССА

Н. В. Поживилов

Аннотация. Методика позволяет вычислить оптимальный срок службы автобуса особо малого класса, приобретаемого в лизинг, с учетом влияния линейных сходов и простоев подвижного состава в ТО и ремонте на автотранспортных предприятиях.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, срок службы, лизинг, методика, автобус.

Введение

Перед АТП стоит проблема оказания услуг при минимальных затратах на ее производство с целью обеспечения конкурентоспособности.

По мере увеличения пробега подвижного состава с начала эксплуатации увеличивается трудоемкость текущего ремонта, растут затраты на запасные части, увеличивается время простоя в ремонте [1]. Все это заставляет руководителей АТП задуматься о вопросе оптимального срока службы подвижного состава – на какой срок стоит приобретать транспортное средство?

В данной статье представлена методика определения оптимального срока службы автобуса особо малого класса, приобретаемого в лизинг, на предприятиях, занимающихся регулярными пассажирскими перевозками в условиях мегаполиса, с учетом особенностей, которые выдвигают современные условия эксплуатации.

Целью данной работы является сокращение экономических потерь от эксплуатации транспортных средств за пределами рационального срока службы и от недоиспользования ресурса и затрат на обновление парка автомобилей.

Задача. Оценить значимость основных факторов, влияющих на определение оптимального срока службы подвижного состава;

Объектом исследования является изменение показателей технической эксплуатации и финансовых показателей парка КТС М2 в условиях мегаполиса.

Предметом исследования являются эксплуатационные показатели и затраты АТП в условиях мегаполиса.

Результаты выполнения исследования могут быть использованы АТП при разработке стратегии замены подвижного состава на предприятии и будут способствовать повышению уровня транспортного обслуживания населения.

Основная часть. Условия применения методики

Линейные автобусы осуществляют пассажирские перевозки на соответствующих маршрутах, имея суточный план, фиксированную стоимость проезда одного пассажира, расписание следования по маршруту, которого должны придерживаться водители.

Подвижной состав на предприятии приобретается в лизинг. Срок лизинга (в месяцах) определяется на момент заключения договора между автотранспортным предприятием и лизингодателем до начала эксплуатации автобуса на предприятии.

Рассмотрим изменение экономических показателей за весь срок службы транспортного средства (рисунок 1).

В интервале n (критическая точка) прибыль перестает быть положительной или становится ниже критического значения, установленного руководством предприятия, и эксплуатация автомобиля становится убыточной или неэффективной для предприятия. Принимая решение о сроке службы автобуса, необходимо этим руководствоваться и не допускать эксплуатацию автобуса после этого интервала.

Зная значение этой точки, при закупке нового подвижного состава в лизинг рекомендуется заключать договор лизинга на срок не более того, который включает в себя период с критической точкой эксплуатации.

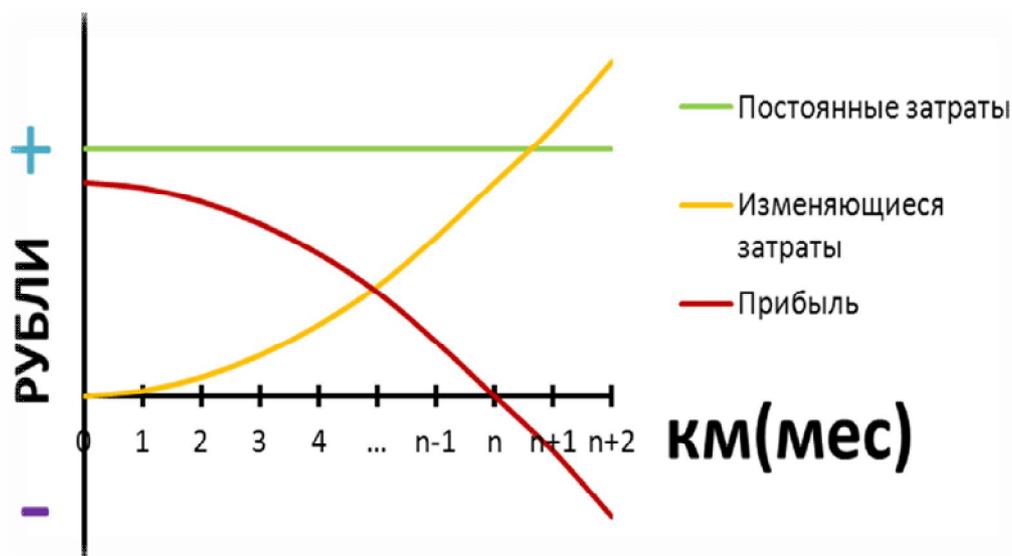


Рис. 1. Динамика экономических показателей в зависимости от наработки

Прежде чем сделать вывод и определить оптимальный срок службы автобуса, предприятию необходимо определить стратегию замены или приобретения нового подвижного состава. Существуют 3 варианта стратегии приобретения подвижного состава в лизинг:

- 1) По максимально накопленной прибыли
- 2) По максимальной средней прибыли за интервал срока службы
- 3) В зависимости от внешних факторов, влияющих на принятие решение о приобретении автобуса в лизинг.

Структура распределения планового дохода

Для получения данных графика динамики экономических показателей необходимо произвести сбор экономических данных парка и их анализ.

На рисунке 2 представлена развернутая структура распределения дохода на АТП. Доходы с выручки линейных автобусов распределяются на ряд затрат и прибыль.



Рис. 2. Структура распределения планового дохода на АТП

1) Топливо – одна из наиболее весомых затрат на эксплуатацию подвижного состава и составляет до 1/3 всех затрат АТП. Удельный расход топлива считать неизменным для одной модели автомобиля при возрасте не старше 5 лет и наработки не более 100 тыс. км пробега, после того, как автомобиль будет соответствовать этим двум критериям, считать удельный расход топлива на 5 % больше [2].

2) Лизинговые платежи (аренды автомобиля) – ежемесячные платежи за право пользования автобусом, согласно договору с лизингодателем.

3) З/П персонала и руководителей подразделений – средние ежемесячные выплаты заработной платы (сдельная или оклад) всем работникам.

4) Невыполнение плана – затраты, возникающие вследствие невозможности выполнить план. Носят случайный характер, не зависят от технического состояния и наработки автомобиля:

- сход автобуса с линии, связанный с ухудшением самочувствия водителя;
- неблагоприятные погодные и дорожные условия;

- ДТП с участием автобуса;
- прокол шины колеса автобуса;
- неопытность водителя и т.д.

5) Арендные платежи – ежемесячные выплаты аренды офисных помещений, зоны ремонта, стоянки, включая коммунальные услуги.

6) Прочее – затраты, не входящие в предыдущие пункты, не изменяющиеся с увеличением наработки автомобиля и составляющие не более 5 % от планового дохода.

7) Потери линейного времени (сходы) – сокращение плана суточной выручки, вследствие невозможности автобуса продолжать работу на линии из-за несоответствия технического состояния нормам.

8) Потери линейного времени (невыходы) – сокращение плана суточной выручки на сумму, соответствующую плану для автобусов, выход которых на линию невозможен.

9) Услуги сторонних организаций – затраты, возникающие вследствие невозможности или нецелесообразности ремонта автомобиля или отдельного агрегата автомобиля своими силами на собственной ПТБ.

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

10) Запасные части – затраты на запчасти необходимые для проведения ТО и текущего ремонта (ТР), поддержания подвижного состава в технически исправном состоянии.

11) Налоги – выплата денежных средств за прибыль, полученную в текущем месяце.

12) Прибыль – часть денежных средств, оставшаяся в распоряжение АТП после выплаты всех расходов и выплаты налогов государству.

Расчет показателей структуры распределения планового дохода и построение графика динамики экономических показателей предлагается производить для одного автобуса, характеризующего среднестатистический автобус на АТП. Для этого выделяется выборка автобусов, и вычисляются средние характеристики каждого экономического показателя. Данные о лизинговых платежах, заработной плате персонала, арендных платежах и прочих затратах вычисляются удельно для одного автомобиля в парке.

Применение методики на действующем АТП

Методика опробована на действующем предприятии, осуществляющем регулярные пассажирские перевозки в Москве. В парке

110 автобусов Iveco Daily, среднесуточный пробег одного автомобиля: 260 км, средний удельный плановый доход с 1 км пробега одного автобуса – 36 руб.

Предприятие имеет собственную ПТБ, арендует офисные помещения, помещение для ремонта подвижного состава и стоянку, приобретает автобусы в лизинг, с условием, что после окончания договора автомобиль переходит в собственность лизингодателя. Часть работ по поддержанию подвижного состава в исправном состоянии предприятие возлагает на сторонние организации за договорную оплату. Все сотрудники в штате имеют должностной оклад. Руководство предприятия устанавливает дневной план на прибыль автобуса в зависимости от сложности маршрута и может снизить его по субъективным причинам или из-за схода автобуса с линии.

В таблицу динамики экономических и эксплуатационных показателей (Таблица 1) заносим данные неизменяющихся, изменяющихся затрат и прибыли для различных интервалов эксплуатации одного среднестатистического автомобиля в парке на каждом интервале.

Таблица 1 — Таблица динамики экономических и эксплуатационных показателей автобуса Iveco Daily на АТП

№ по с/к	Наименование показателя	Интервал, тыс. км												
		0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200	200-225	225-250	250-275	275-300	300-325
1.	Неизменные затраты, руб.	654												
2.	Изменяемые затраты, руб.	78	99	119	127	129	130	129	125	128	132	141	153	176
2.1	Накопленное время простоя в ТО и ремонте (час)	12	26	36	42	46	47	46	45	43	41	41	42	46
2.2	Среднее количество сходов с линии за интервал	0,2	0,9	2,2	2	2,7	1,9	3	3,3	3,8	4,3	4,3	6,0	9,5
3.	Прибыль, руб.	218	197	177	169	167	166	167	171	168	164	155	143	120

Анализ применения методики на АТП

На основании таблицы 1 строится график динамики экономических показателей. Далее необходимо выявить критическую точку эксплуатации.

На рисунке 3 представлен график динамики экономических показателей на АТП. Показатели изменяются в зависимости от срока службы. Произведен пересчет наработки (км) в срок службы (мес.) в зависимости от среднегодового пробега автобуса в парке (94 тыс. км).

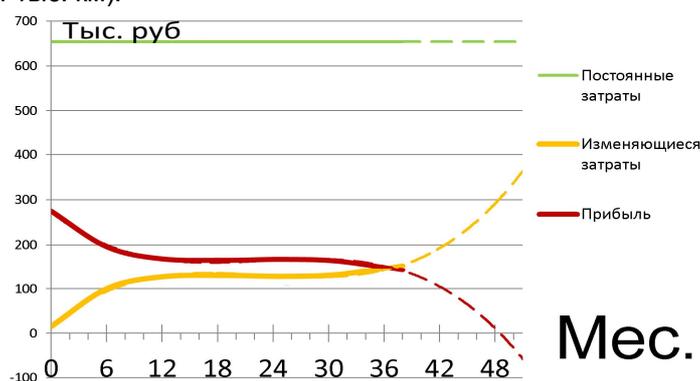


Рис. 3. График динамики экономических показателей на исследуемом АТП

В нашем случае АТП и компания-партнер, предоставляющая автобусы в лизинг, являются частью одной группы компаний. По условию лизинга, после окончания действия договора автомобиль переходит в собственность лизингодателя. Поэтому для наблюдаемого АТП целесообразной является стратегия замены подвижного состава «по

Кривую прибыли представляем в виде линии тренда (проводим аппроксимацию и сглаживание) для получения идеальной характеристики динамики прибыли для автобуса Iveco Daily «Север-Авто».

Из графика можно сделать вывод, что критическая точка эксплуатации находится в интервале 48-50 месяцев. Соответственно, предприятию не рекомендуется приобретать автобусы в лизинг на срок более 48 месяцев.

максимальной средней прибыли за интервал».

В таблице 2 приведены изменения средней прибыли за интервал и накопленной прибыли за весь срок эксплуатации (срок договора лизинга) для различных сроков лизинга.

Таблица 2 — Некоторые экономические показатели в зависимости от срока лизинга автобусов АТП

Экономические показатели (тыс. руб)	Срок лизинга (мес.)					
	33	36	39	42	45	48
Ежемесячные лизинговые платежи	64,6	62,0	60,5	58,2	55,3	53,2
Средняя прибыль за интервал	169,9	174,0	173,3	172,0	171,0	170,5
Накопленная прибыль за весь срок лизинга	5577	6264	6759	7224	7695	8184

На основании данных таблицы 1 и графика динамики экономических показателей на исследуемом АТП (рис. 3.) можно представить график динамики прибыли автобуса в зависимости от срока лизинга (рисунок 4).

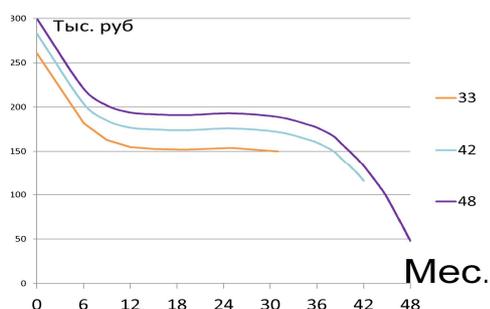


Рис. 4. Графическое представление динамики прибыли автобуса в зависимости от срока лизинга

На основании графика на рисунке 4 получаем показатели средней прибыли

автобуса АТП для различных сроков лизинга (рисунок 5).

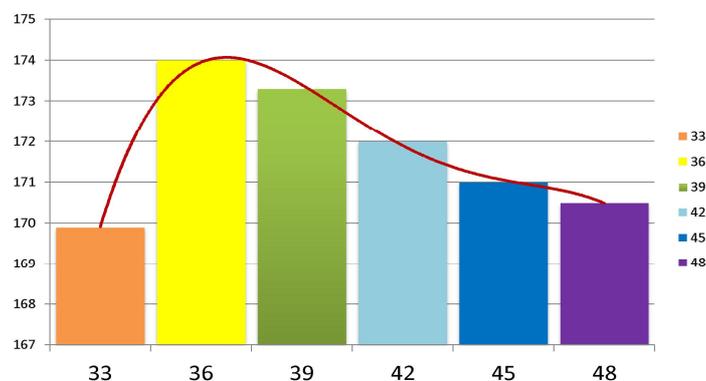


Рис. 5. Показатели средней прибыли автобуса АТП за интервал в зависимости от срока лизинга

Оптимальный срок службы автобусов Iveco Daily, на который необходимо заключать договор лизинга предприятию составляет 36 месяцев – т.к. именно при этом сроке лизинга АТП будет получать наибольшую среднюю прибыль за интервал. В настоящее время договора заключались в среднем на сроки 38-44 месяца.

Выводы

Общественный транспорт в мегаполисах должен развиваться быстрыми темпами и соответствовать современным тенденциям. Для того чтобы успешно конкурировать на рынке пассажирских перевозок, предприятиям необходимо использовать передовые технологии во всех областях, в том числе и в определении оптимального срока службы подвижного состава.

1. Методика определения оптимального срока службы автобусов приобретаемых в лизинг позволяет решить вопросы, связанные с определением срока оперативного лизинга.

2. Задачу нельзя решать линейно, к ней надо подходить комплексно, учитывая внешние условия, применяя различные стратегии определения оптимального срока договора лизинга.

3. Методика позволяет не только получить оптимальный для АТП срок лизинга новых автобусов, но и проанализировать изменение экономических и эксплуатационных показателей среднестатистического автобуса в парке.

4. Методика может корректироваться каждым конкретным АТП для своих условий, и применима для современных условий и подвижного состава.

Библиографический список

1. Кузнецов Е. С. Управление техническими системами: Учебное пособие/МАДИ(ТУ) - М., 2003. 247с.
2. Распоряжение Минтранса РФ от 14 марта 2008 г. N AM-23-р "О введении в действие методических рекомендаций "Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте".

THE TECHNIQUE OF DEFINITION OF OPTIMUM SERVICE LIFE OF THE BUS M2 CATEGORY

N. V. Pozhivilov

The technique allows to calculate optimum service life of the bus M2 category acquired in leasing on a fleet companies, taking into account influence of linear descents and delay times of a rolling stock because maintenance and repair process.

Keywords: passenger traffic, service life, leasing, technique, bus.

Bibliographic list

1. Kuznetsov E. S. Management of technical systems: Textbook / MAD I (TU)-M., 2003. 247p.
2. Regulation of the Ministry of Transportation on March 14, 2008 N AM-23-p "On introduction of the guidelines' application rates of fuels and lubricants for road transport."

Поживилов Никита Васильевич - аспирант кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). Основное направление научной деятельности Управление технической эксплуатацией автомобилей. Имеет 2 опубликованные работы. roj-nikita@mail.ru .

УДК 629.113.001

АНАЛИЗ МЕХАНИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛАСТИЧНОЙ ШИНЫ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ БЕГОВОГО БАРАБАНА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СТЕНДА

А. И. Федотов, А. В. Бойко, Ле Ван Луан

Аннотация. В статье произведен анализ механики взаимодействия эластичной шины с цилиндрической опорной поверхностью бегового барабана диагностического стенда, в сравнении с механикой её взаимодействия с плоской опорной поверхностью.

Ключевые слова: пятно контакта; распределенная нормальная нагрузка; распределенная касательные нагрузка; эластичная шина; цилиндрическая опорная поверхность; стенды с беговыми барабанами; коэффициент сцепления.

Введение

Силовое взаимодействие эластичной шины с опорной поверхностью, как известно, во многом определяется величиной коэффициента сцепления. С точки зрения физики коэффициенты сцепления шины с плоской и цилиндрической опорной поверхностью, имеющими одинаковое покрытие, должны быть равными. Однако, как пишет журнал «Автотранспортное предприятие» [2]: «Предлагаемые различными фирмами стенды для оценки технического состояния тормозной системы при проведении государственного технического осмотра, например, моделей ЛТК и стационарных стендов моделей СТС Новгородского завода ГАРО и зарубежной фирмы «Cartec» не могут дать объективные показатели поведения в транспортном потоке».

Проведенные исследования на кафедре «Автомобильный транспорт» Национального Исследовательского Иркутского государственного технического университета подтвердили низкое качество оценки технического состояния тормозной системы автомобилей при их диагностике на стендах с беговыми барабанами. Исследование повторяемости измерений показали, что измеренные 40 раз подряд значения тормозных сил одного и того же автомобиля TOYOTA-COROLLA, на одном и том же стенде СТМ-3500 варьируется в диапазоне $\pm 27,9\%$. Значения удельной тормозной силы варьируется в диапазоне $\pm 20\%$ [4].

Основная часть

Для выявления причин несоответствия результатов проверки технического состояния автомобиля в процессе стендовых и дорожных испытаний, был проведен анализ механики взаимодействия эластичной шины с плоской и цилиндрической опорной поверхностью.

Экспериментальные исследования проводились с помощью экспериментального комплекса, устройство и работа которого подробно описана в [5, 6, 7]. Исследования проводились с шиной AMTEL-175/65 R14, (давление в шине $P_w = 0,21$ МПа; нормальная нагрузка $R_z = 3150$ Н), при качении колеса по цилиндрической опорной поверхности бегового барабана диаметром 0,24 мм со скоростью 4 км/ч.

Проведенные эксперименты показывают, что для данной шины под действием тормозного момента происходит изменение длины пятна контакта рисунок 1. В случае увеличения продольной касательной силы (тормозной) происходит увеличение длины пятна контакта эластичной на 2,8 мм, т.е. на 5,7 % от длины пятна контакта эластичной шины при качении колеса в ведомом режиме рисунок 1. Величина максимального значения распределенной нормальной нагрузки уменьшается на 25 Н/мм, что составляет более 19 %, от максимального значения распределенной нагрузки в режиме качения колеса в ведомом режиме, рисунок 1.

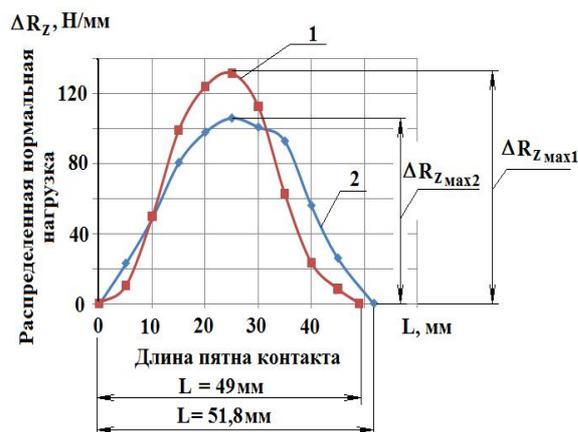


Рис. 1. Распределение нормальных нагрузок по длине пятна контакта при качении эластичной шины (AMTEL-175/65 R14; давление в шине $P_w = 0,21$ МПа; нормальная нагрузка $R_z = 3150$ Н) по цилиндрической опорной поверхности (диаметр бегового барабана 0,24 м): 1 – в ведомом режиме; 2 – в тормозном режиме (продольная тормозная сила $R_x = 2050$ Н)

Проведенные исследования позволили установить, что наблюдается определенный сдвиг вперед продольной касательной распределенной нагрузки по отношению к нормальной распределенной нагрузке по длине пятна контакта при качении эластичной шины по цилиндрической опорной поверхности в тормозном режиме рисунке 2.

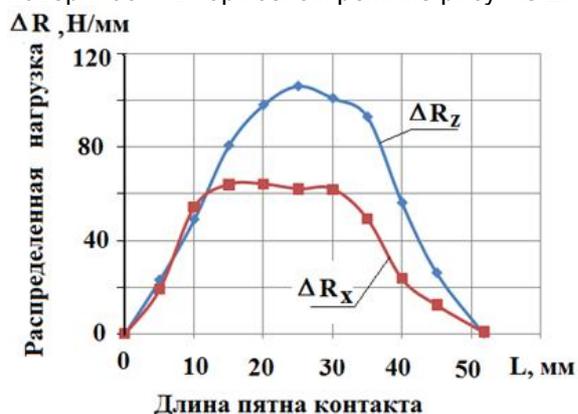


Рис. 2. Распределение нормальных и продольных касательных нагрузок по длине пятна контакта при качении колеса с эластичной шиной по цилиндрической опорной поверхности (диаметр бегового барабана 0,24 м) в тормозном режиме (продольная тормозная сила $R_x = 2050$ Н, марка шины AMTEL-175/65 R14, давление в шине $P_w = 0,21$ МПа; нормальная нагрузка $R_z = 3150$ Н)

Определенный сдвиг вперед продольной касательной распределенной нагрузки по отношению к нормальной распределенной нагрузке по длине пятна контакта при качении

эластичной шины по цилиндрической опорной поверхности в тормозном режиме наблюдается и у других типов шин, например, Yokohama Decibel, рисунке 3.



Рис. 3. Распределение нормальных и продольных касательных нагрузок по длине пятна контакта при качении эластичной шины (Yokohama Decibel 205/65R 15; давление в шине $P_w = 0,21$ МПа; нормальная нагрузка $R_z = 3150$ Н) по цилиндрической опорной поверхности (диаметр бегового барабана 0,24 м) в тормозном режиме (продольная тормозная сила $R_x = 2145$ Н)

Чтобы определить, как влияет смещение вперед продольной касательной распределенной нагрузки по отношению к нормальной распределенной нагрузке по длине пятна контакта на продольную тормозную силу, определим коэффициент сцепления по длине пятна контакта.

$$\varphi = \frac{\Delta R_x}{\Delta R_z} \quad (1)$$

Полученные результаты позволили установить, что в тормозном режиме в начале пятна контакта коэффициент сцепления может достигать значения более единицы, полученные результаты представлены на рисунке 4.

Нормальная реакция со стороны бегового барабана или от плоской опорной поверхности определяется по формуле [1]:

$$R_x = \int_X^L \Delta R_z dx \quad (2)$$

Касательная реакция в пятне контакта шины с опорной поверхностью любого профиля определяется по формуле [1]:

$$R_x = \int_X^L \Delta R_x dx \quad (3)$$

Зависимости коэффициента сцепления эластичной шины с цилиндрической опорной поверхностью стенда и дороги определялась по формуле [8]:

$$\varphi = \frac{R_x}{R_z} \quad (4)$$

Результат, полученный по формуле (4) позволил определить коэффициент сцепления колеса с эластичной шиной, который составляет 0,65, на цилиндрической опорной поверхности для колеса с эластичной шиной (марка Amtel фирмы AMTEL-175/65 R14, диаметр бегового барабана 0,24 м, нормальная нагрузка $R_z=3150$ Н, давление в шине $P_w=0,21$ МПа).



Рис. 4. Зависимость коэффициента сцепления колеса с эластичной шиной (марка AMTEL-175/65 R14) с цилиндрической опорной поверхностью бегового барабана по длине пятна контакта (диаметр бегового барабана 0,24 м, нормальная нагрузка $R_z=3150$ Н, давление в шине $P_w=0,21$ МПа)

Результаты исследования, выполненные распределение нормальных и продольных касательных нагрузок по длине пятна контакта при качении эластичной шины по плоской поверхности дороги в тормозном режиме (рисунок 5.) показывают, что величина распределенной продольной касательной нагрузки по длине пятна контакта смещена на зад по отношению к нормальной распределенной нагрузки по длине пятна контакта.

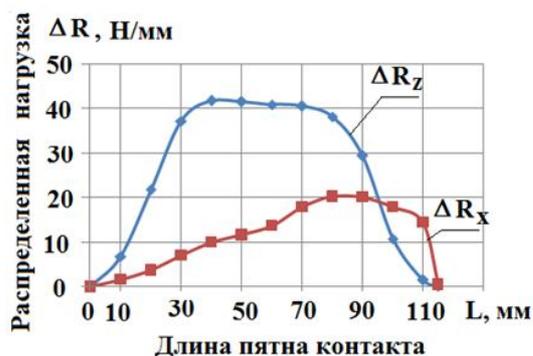


Рис.5. Распределение нормальных и продольных касательных нагрузок по длине пятна контакта при качении колеса с эластичной шиной по плоской поверхности дороги в тормозном режиме (нормальная реакция $R_z=3100$ Н; продольная тормозная сила $R_x=1350$ Н; марка шины AMTEL-175/65 R14; давление в шине $P_w=0,21$ МПа)

Результаты исследований позволили установить, что в тормозном режиме в конце пятна контакта коэффициент сцепления может достигать значения более единицы (выполненные расчеты по формуле 1), полученные результаты представлены на рисунке 6, коэффициент сцепления эластичной шины, полученный по формуле (4) составляет 0,44.

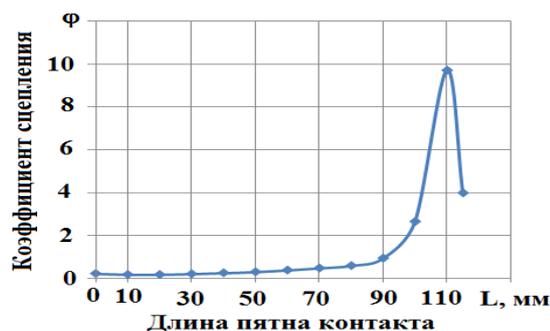


Рис. 6. Зависимость коэффициента сцепления колеса с эластичной шиной (марка AMTEL-175/65 R14) с плоской опорной поверхностью дороги по длине пятна контакта (нормальная нагрузка $R_z=3104$ Н, давление в шине $P_w=0,21$ МПа)

Заключение

Результаты проведенного исследования позволили установить, что при одинаковом качестве покрытия плоской и цилиндрической опорной поверхности, величина реализованного коэффициента сцепления эластичной шины будет значительно отличаться в пользу цилиндрической опорной поверхности.

Таким образом, реализованный коэффициент сцепления эластичной шины зависит не только от качества покрытия опорной поверхности, типа рисунка протектора и давления в ней, но и таких параметров, как кривизна опорной поверхности.

Библиографический список

1. Бойко А. В., Математическая модель для расчета нормальных и касательных напряжений в пятне контакта эластичной шины с дорогой и беговым барабаном диагностического стенда. // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2012. - № 11 (70). - С. 128-132.
2. Кулько П. А. Ушаков К. В. Государственный технический осмотр. Проблемы и решения. // Автотранспортное предприятие. – 2005. - № 9. - С.15-19.
3. Федотов А. И., Бойко А. В. Эффективность стендовых методов контроля тормозных систем автомобилей в условиях эксплуатации. /Сборник трудов. II международная научно-практическая конференция «Проблемы диагностики и

эксплуатации автомобильного транспорта» Иркутск: ИрГТУ. 2009 г. – С.115 – 125.

4. Федотов А. И., Бойко А. В. и др. О повторяемости измерения параметров процесса торможения автомобиля на стенде с беговыми барабанами. // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2008. - Т. 33. № 1. - С. 63-71.

5. Федотов А. И., Бойко А. В., Халезов В. П. Экспериментальный комплекс для исследования процессов происходящих в пятне контакта эластичной шины с беговым барабаном и дорогой. Сборник статей III всероссийской научно-практической конференции «Авиамашиностроение и транспорт Сибири», Иркутск: ИрГТУ, 11-12 апреля 2013 г. С.174-180.

6. Федотов А. И., Бойко А. В., Халезов В. П. Комплекс для исследования взаимодействия в пятне контакта шины с поверхностью бегового барабана и дороги. III Международная научно-практическая конференция «Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта» г. Иркутск: НИ ИрГТУ 31 мая – 2 июня 2011 г. С.218-223.

7. Федотов А. И., Бойко А. В., Халезов В. П. Экспериментальные исследования процесса взаимодействия эластичного колеса с беговым барабаном и дорогой. // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2012. - Т. 68. № 9. - С. 157-163.

8. Pacejka H.B. Some recent investigations into dynamics and frictional behavior of pneumatic tires // Phys. Tire tract. Theory and Exp. – New – York – London. – 1974.

ANALYSIS OF THE MECHANICAL INTERACTION BETWEEN ELASTIC TIRES WITH THE CYLINDRICAL SURFACE OF THE CHASSIS DYNAMOMETER TEST BED

A. I. Fedotov, A. V. Boiko, Le van Luan

The article has analyzed the mechanical interaction between elastic tires with the cylindrical surface of the chassis dynamometer test bed, in comparison to that of the tires with flat surface.

Keywords. Contact patch, normal distributed load, tangential distributed load, elastic tire, cylinder-supporting surface, chassis dynamometer test beds, the coefficient of cohesion.

Bibliographical list

1. Boiko A. V., Mathematical model to calculate normal and tangential shearing stresses in elastic tire contact patch with road and chassis dynamometer test bed. // Vestnik of Irkutsk State Technical University. - 2012. - № 11 (70). – P. 128-132.

2. Kulko P. A. Ushakov K. V. State Technical inspection. Problems and decisions // Motor company - 2005. - № 9 09. - P.15-19

3. Fedotov A. I., Boiko A. V. Efficiency of control methods bench brake systems in operation. /

Proceedings. II International Scientific and Practical Conference “Problems of diagnosis and operation of the vehicular transports”. Irkutsk: Istu. 2009. – p.115 – 125)

4. Fedotov A. I., Boiko A. V., Potapov A. S. About repetition of measuring parameter of braking process of vehicle in chassis dynamometer test bed. // Vestnik of Irkutsk State Technical University. - 2008. - № 1. - P. 63-71.

5. Fedotov A. I., Boiko A. V., Halezov V. P. Experimental complex for analysis of process in elastic tire contact patch with road and chassis dynamometer test bed. Collection of articles III All-Russian theoretical and practical Conference “air-machine construction and transport Siberia”, Irkutsk: Istu, 11-12 /04/ 2013. P.174-180

6. Fedotov A. I., Boiko A. V., Halezov V. P. Complex for analysis of interaction in elastic tire contact patch with chassis dynamometer test bed and road. III International theoretical and practical Conference “Problems of diagnosis and operation of the vehicular transports”, Irkutsk: ISTU 31.05– 2.06 2011. p.218-223.

7. Fedotov A. I., Boiko A. V., Halezov V. P. Experimental analysis of process interaction in elastic tire contact patch with chassis dynamometer test bed and road. // Vestnik of Irkutsk State Technical University. - 2012. - № 9. - P. 157-163.

8. Pacejka H. B. Some recent investigations into dynamics and frictional behavior of pneumatic tires // Phys. Tire tract. Theory and Exp. – New – York – London. – 1974.

Федотов Александр Иванович - доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобильный транспорт» Иркутский государственный технический университет. Основное направление научных исследований: Диагностика автомобилей на основе компьютерных технологий. Общее количество публикаций – 210. E-mail: fai@istu.edu

Бойко Александр Владимирович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт» Иркутский государственный технический университет. Основное направление научных исследований: Научные основы процессов взаимодействия эластичных шин с беговыми барабанами стендов при диагностировании автомобилей, их агрегатов и систем. Общее количество публикаций – 54. E-mail: veator@ramler.ru

Ле Ван Луан - аспирант кафедры «Автомобильный транспорт». Иркутский государственный технический университет. Основное направление научных исследований: Повышение качества контроля сцепления автомобильных шин с поверхностью беговых барабанов в условиях эксплуатации. Общее количество публикаций – 6. E-mail: levanluan2008@mail.ru.

УДК 621.868.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПОДКАПЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

Ю. А. Федотенко, И. А. Реброва, Д. В. Булаева

Аннотация. В статье рассмотрен способ удаления грунта под трубопроводом подкапывающей машиной. Обозначены актуальные направления исследования конструкции подкапывающей машины, описан план проведения экспериментальных исследований.

Ключевые слова: подкапывающая машина, магистральный нефтегазопровод, экспериментальные исследования.

Введение

К настоящему времени общая протяженность эксплуатируемых в России магистральных нефтегазотрубопроводов, включая промысловые, газораспределительные трубопроводы, приближается к одному миллиону километров (980 тыс. км). Поддержание действующих систем в исправном состоянии необходимо для безопасного функционирования всего топливно-энергетического комплекса страны [1]:

Отказы на магистральных трубопроводах наносят не только большой экономический ущерб из-за потерь продукта и нарушения непрерывного процесса производства в смежных отраслях, но могут сопровождаться загрязнением окружающей среды, возникновением пожаров и даже человеческими жертвами.

Анализ причин аварий и инцидентов магистральных трубопроводов показал, что одной из основных причин повреждения трубопроводов являются механические повреждения при проведении ремонтных работ трубопровода (рис. 1.)

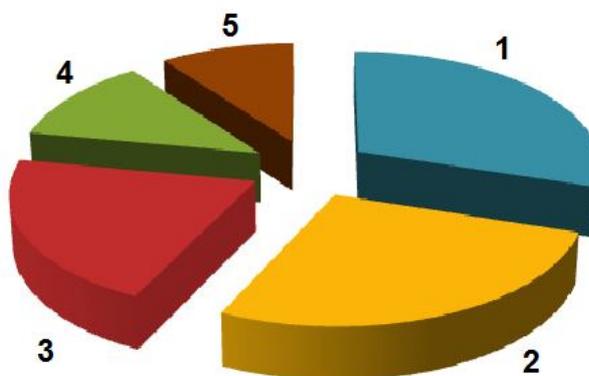


Рис. 1. Анализ причин аварий и инцидентов магистральных трубопроводов
 1 – технологические причины (35 %); 2- механическое воздействие при проведении земляных работ (23%); 3 - брак строительно-монтажных работ (20%);
 4 - коррозия (12%); 5 – заводской брак (10%);

Анализ основных причин механических повреждений, по которым происходят аварии и инциденты, можно разделить на 5 групп (рис. 2.): повреждение трубопровода рабочими органами землеройно-транспортных машин (40 %); повреждение патрубков (54 %); нанесение дефектов при выполнении земляных работ для устранения дефектов выборочным способом (4,5 %); при

монтаже и демонтаже ремонтных конструкций (1,5 %);

В связи с этим в нефтегазовой индустрии считается, что основой повышения надежности, безопасности и качества проводимых ремонтных работ магистральных трубопроводов является – применение эффективного технологического оборудования при проведении ремонтных и строительных работ трубопровода.

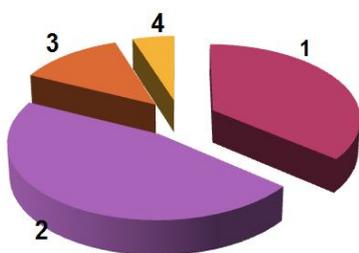


Рис. 2. Основные причины механических повреждений 1 – повреждение трубопровода рабочими органами ЗТМ (40 %); 2- повреждение патрубков (54 %); 3 - нанесение дефектов при выполнении земляных работ для устранения дефектов выборочным способом (4,5 %); 4 - при монтаже и демонтаже ремонтных конструкций (1,5 %);

Описание задачи

В проведении ремонтных работ участвует целый парк специализированных машин. В число этих машин входят бульдозеры, одноковшовые экскаваторы, подкапывающая машина, которая предназначена для разработки и удаления грунта из-под ремонтируемого трубопровода предварительно вскрытого сверху и боков, очистная машина для снятия оставшегося грунта и старой изоляции.

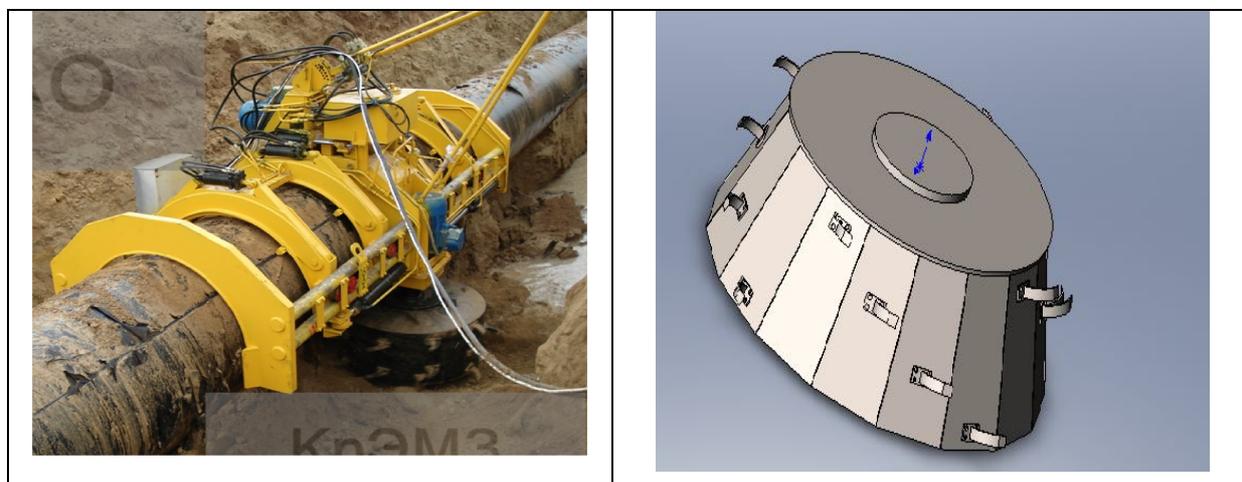


Рис. 3. слева: вскрытие трубопровода с использованием подкапывающей машины; справа: 3D модель рабочего органа подкапывающей машины

В промышленности применяются подкапывающие машины с роторными цилиндрическими рабочими органами. Крутящий момент на рабочие органы передается от электродвигателей. Для перемещения вдоль трубы машина имеет задний толкающий и передний тянущий приводы перемещения тележки с режуще-отвальным органом по трубопроводу. В качестве источника энергии для подкапывающей машины используют передвижную электростанцию, которая передвигается вдоль ремонтируемого трубопровода (рис 3.)

На сегодняшний день исключение из отряда специализированной техники подкапывающей машины и проведение ремонтных работ по вскрытию траншеи с помощью только бульдозеров и одноковшовых экскаваторов не могут обеспечить необходимую безопасность ремонтных работ, по причине того, что

одноковшовые экскаваторы имеют ряд существенных недостатков:

- плохая видимость оператора экскаватора, в процессе подкопа трубопровода;
- сложность конструкции - сложность поворота ковша в сторону в стесненных условиях, т. е. необходимо дополнительно расширять траншею;
- опасность повреждения трубопровода ковшом экскаватора.

По наблюдениям Фонда развития трубной промышленности, с 2006 года отмечается рост случаев массового использования бывших в употреблении труб при строительстве промышленных объектов и объектов жизнеобеспечения. По оценке российских трубных компаний, рынок б/у труб составляет около 700 тыс. тонн. Ориентировочная стоимость б/у труб составляет 17-25 тыс. рублей за тонну – это в разы меньше стоимости трубы. Только в России свыше 90

предприятий, которые тем или иным способом «восстанавливают» трубы.

Поэтому, исключая подкапывающую машину и очистную машину из отряда специализированной техники, мы исключаем возможность повторного использования трубы, так как извлечение трубы при помощи одноковшового экскаватора методом «выдергивания» наносит трубе дефекты, которые делают её непригодной для дальнейшего использования.

Однако при работе подкапывающей машины на связных и плотных грунтах на режущих роторах возникают большие сопротивления копания грунта, что приводит к снижению скорости передвижения машины, и именно поэтому на сегодняшний день подкапывающая машина - это машина с самой низкой скоростью передвижения из всего отряда специализированной техники. Очистка подтрубного пространства рабочими органами подкапывающей машины не в полной мере удовлетворяет условиям качества, установленные на рабочем органе подкапывающей машины режцы не обеспечивают максимальный вынос грунта из-под трубного пространства, практически они только рыхлят грунт, а не удаляют его в боковые приямки.

Следовательно, необходимо проведение теоретических и экспериментальных исследований для создания высокоэффективных рабочих органов подкапывающей машины.

Решение проблемы

Одним из актуальных направлений совершенствования конструкции подкапывающей машины на сегодняшний день является - разработка, выбор и обоснование конструктивных параметров режущих элементов рабочего органа подкапывающей машины, которые должны быть на основе теоретических и экспериментальных исследований.

Для проведения экспериментальных исследований разработан план эксперимента.

Цель экспериментальных исследований: получение экспериментальных зависимостей характеристик рабочего органа машины от

геометрических параметров режца рабочего органа подкапывающей машины.

Задачи экспериментального исследования:

1. Установить влияние геометрических параметров режца (Кривизна лопасти, ширина лопасти, длина лопасти и т.д.) на величину силы сопротивления копанию грунта;

2. Получить численные значения силы сопротивления копанию грунта режцами рабочего органа подкапывающей машины;

3. По результатам экспериментальных исследований рассчитать коэффициенты регрессии, составить математическое описание и провести оценку значимости коэффициентов регрессии;

4. Провести анализ адекватности (соответствия) полученного уравнения действительному течению процесса влияния геометрических параметров режца рабочего органа подкапывающей машины на величину силы сопротивления копанию грунта и качество очистки подтрубного пространства;

5. Используя полученное уравнение, установить рациональные геометрические параметры режца рабочего органа подкапывающей машины;

В качестве параметров оптимизации выбраны сила сопротивления копанию грунта (Н) и мощность электродвигателя (кВт). Варьируемыми факторами являются: кривизна, длина и ширина лопасти рабочего органа машины. Кроме того, планируется провести серии опытов при различных фиксированных значениях частоты вращения ротора рабочего органа.

Анализ априорной информации показал, что ранее подобных экспериментальных исследований не проводилось, поэтому принято решение проводить полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2^3 .

Уравнение модели эксперимента:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (1)$$

Для проведения экспериментальных исследований составлена матрица планирования эксперимента ПФЭ 2^3 с учетом взаимодействия факторов – геометрических параметров режца рабочего органа подкапывающей машины (табл 1.)

Таблица 1 — Матрица планирования эксперимента ПФЭ 2^3 с учетом взаимодействия факторов – геометрических параметров резца рабочего органа подкапывающей машины

№ опыта	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	
1	+	-	-	-	+	+	+	-	Y_1
2	+	+	-	-	-	-	+	+	Y_2
3	+	-	+	-	-	+	-	+	Y_3
4	+	+	+	+	+	-	-	-	Y_4
5	+	-	-	+	+	-	-	+	Y_5
6	+	+	-	+	-	+	-	-	Y_6
7	+	-	+	+	-	-	+	-	Y_7
8	+	+	+	+	+	+	+	+	Y_8

В данной матрице знак «плюс» соответствует максимальному нормированному значению варьируемого фактора, знак «минус» - минимальному.

Чтобы исключить влияние систематических погрешностей, вызванных влиянием внешней среды, будет использоваться метод рандомизации (random - случайный), который основан на принципе перевода систематических погрешностей в случайные. При постановке ПФЭ эксперимента 2^3 учитывая данные таблицы 1 принята следующая последовательность проведения экспериментальных исследований:

Таблица 2 - Последовательность постановки опытов экспериментального исследования ПФЭ 2^3

Кол-во опытов	1	2	3	4	5	6	7	8
1 серия	4	2	3	7	8	1	5	6
2 серия	2	4	6	8	5	7	3	1

Библиографический список

1. Федотенко Ю. А., Киселева Л. Н. Новые возможности подкопной машины // Вестник СибАДИ - 2007.- № 5. - С. 241 -244.

2. Завьялов А. М., Малых Д. А. Математическая модель взаимодействия рабочего оборудования подкапывающей машины с грунтом // Строительные и Дорожные машины. - 2004. - № 10. - С. 33-36.

THE LABORATORY EXPERIMENTS IN STUDY OF THE EARTH-MOVING MACHINE WORKING

Y. A. Fedotenko, I. A. Rebrova, D. V. Bulaeva

The way of moving off ground from the oil-gas pipeline by the earth-moving machine. Up-to-date trends in earth-moving design study as well as a plan of carrying laboratory experiments are observed.

Keywords: earth-moving machine, main road oil-gas pipeline, laboratory experiments.

Bibliographic list

1. Fedotenko Y. A., Kiseleva L. N. New opportunities of earth-moving machine // Vestnik SibADI (Bulletin) - 2007. - N 5. - P. 241 -244.

2. Zavyalov A. M., Malyh D. A. Mathematical model of interaction between earth-moving machine and soil // Construction and road machinery – 2004. - № 10. - P. 33-36.

Федотенко Юрий Александрович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: совершенствование конструкций машин и оборудования для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур. Общее количество опубликованных работ: 35. e-mail: fedotenko_ya@sibadi.org

Реброва Ирина Анатольевна - кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: совершенствование систем управления машин и оборудования для строительства и сервиса

нефтегазовых комплексов и инфраструктур. Общее количество опубликованных работ: 20. e-mail: ria-69@mail.ru

Булаева Дарья Валентиновна - аспирантка факультета «Нефтегазовая и строительная техника» обучающаяся по специальности 05.05.04. «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины» Сибирской

государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: Выбор и обоснование конструктивных параметров режущих элементов рабочего органа подкапывающей машины. Общее количество опубликованных работ: 13. e-mail: omichka07@mail.ru

УДК 621.878.23

ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМ ОРГАНОМ БУЛЬДОЗЕРНОГО АГРЕГАТА

В. В. Хохлов

Аннотация. В статье рассматривается последовательность работы гидроцилиндров рабочего органа бульдозерного агрегата. Получена поверхность земляного полотна при различных процессах управления рабочим органом. Проанализированы процессы управления и их влияние на точность формируемого земляного полотна.

Ключевые слова: процесс управления, земляное полотно, бульдозерный агрегат.

Введение

Основными параметрами, характеризующими геометрическое соответствие земляного полотна проекту, являются высотные отметки продольного профиля и поперечный уклон.

Управление положением рабочего органа бульдозерного агрегата в пространстве осуществляется двумя гидроцилиндрами. Поэтому последовательность их включения при изменении положения рабочего органа оказывает влияние на точность формирования земляного полотна [1].

Управление рабочим органом бульдозерного агрегата

На рисунке 1(а) представлена поверхность земляного полотна, формируемая при включении одного гидроцилиндра.

Направление движения базовой машины принято вдоль оси X со скоростью V_x . Первоначальное отклонение рабочего органа составляет угол α . Из рисунка 1(а) видно, что средняя точка p_0 перемещается по линии KL, что приводит, в зависимости от знака α , к заглублению или выглублению РО, изменению реакции грунта на РО, погрешности продольного профиля земляного полотна [2].

Величина погрешности вертикальной координаты продольного профиля в средней части после обработки углового рассогласования составит

$$y = -0,5l \cdot \alpha. \quad (1)$$

На рисунке 1(б) представлена поверхность земляного полотна, формируемая включением двух гидроцилиндров поочередно или одновременно. Эта последовательность позволяет избавиться от погрешности в установке РО по вертикальной координате. Сложность реализации этого процесса заключается в необходимости обеспечения синхронности работы двух гидроцилиндров.

Процесс управления, реализующий последовательность отработки продольного уклона одним гидроцилиндром, с последующей отработкой поперечного уклона представлен на рисунке 1 (в).

В этом случае значительно увеличивается время переходного процесса установки РО в заданное положение. Поочередная работа гидроцилиндров приводит к ошибкам как в угловом положении РО, так и по вертикальной координате. Величина этих погрешностей определится по следующим зависимостям [2]:

$$y_n = -0,5l \cdot \alpha; \quad (2)$$

$$a_n = \frac{-h_1}{l}. \quad (3)$$

На рисунках 1(г) и 1(д) представлены поверхности земляного полотна, формируемые при различных скоростях движения штоков гидроцилиндров (рисунок 1 (г)) и фиксированных скоростях движения (рисунок 1 (д)).

Толщина снимаемой стружки и реакция грунта на РО в процессе планировки остаются постоянными. Погрешности в установке угла α_n и вертикальной координаты y_n сведены к минимуму.

Уменьшается время переходного процесса установки РО в заданное положение.

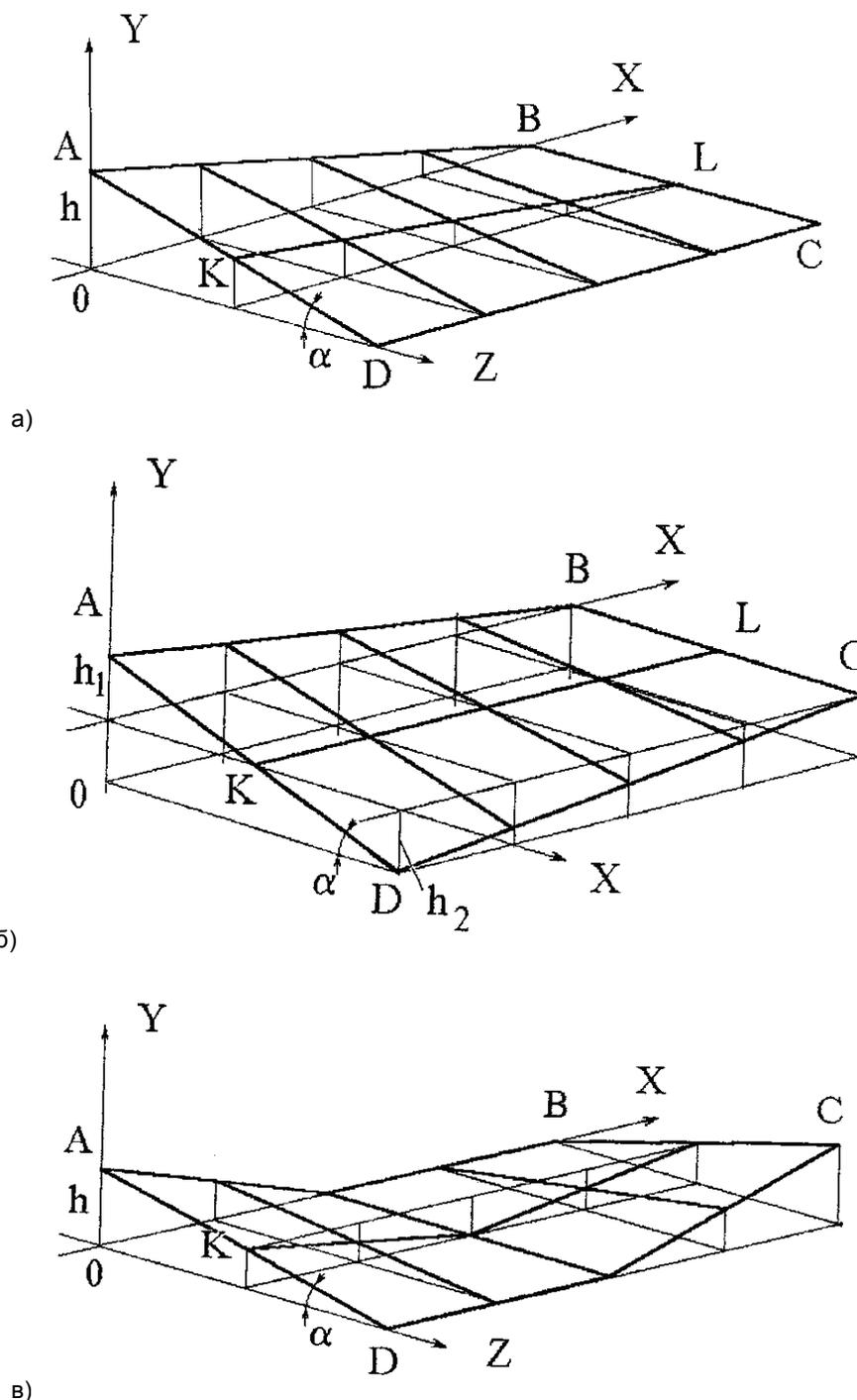


Рис. 1(а), (б), (в). Поверхность земляного полотна, формируемая рабочим органом

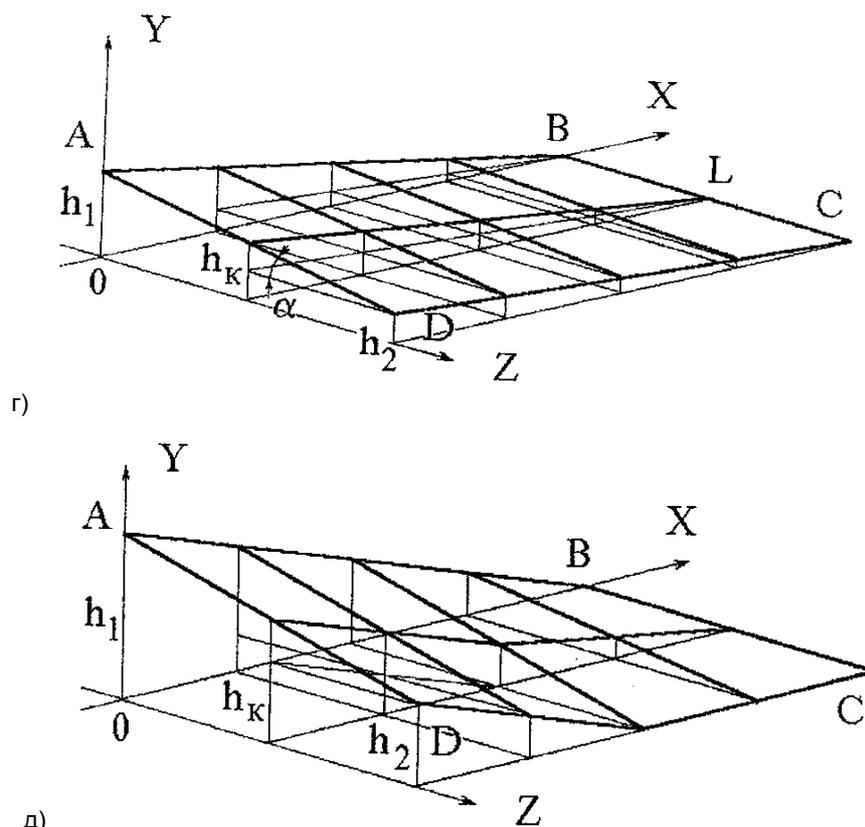


Рис. 1 (г), (д). Поверхность земляного полотна, формируемая рабочим органом

Заключение

Трудность реализации процесса управления по двум информационным параметрам заключается в необходимости обеспечения работы гидроцилиндров РО в определенной последовательности.

Библиографический список

1. Алексеева, Т. В., Щербаков В. С. Оценка и повышение точности землеройно-транспортных машин: Учеб. пособие. – Омск: СибАДИ, 1981. – 99 с.
2. Щербаков, В. С., Гольчанский, М. А., Титенко В. В. Анализ алгоритмов управления рабочим органом технологической машины. // Труды. – Омск: СибАДИ, 2002. – Вып. 4, ч. 4: Дорожные и строительные машины (исследования, испытания и расчет). – 345 с.

THE MANAGING PROCESS OF THE WORKING BODY OF THE BULLDOZER

V. V. Khohlov

This paper presents sequence of the bulldozer working body hydraulic cylinders work. The ground surface with different managing processes of the

working body is obtained. The managing processes and their effect on the forming ground surface accuracy are analyzed.

Keywords: managing process, ground surface, bulldozer.

Bibliographic list

1. Alekseeva, T. V., Scherbaakov, V. S. Evaluation and improvement of the accuracy of earth-moving machines: Tutorial. – Omsk: SibADI, 1981. – 99 p.
2. Scherbaakov, V. S., Golchansky, M. A., Titenko, V. V. The analysis of the working body control algorithms of the technological machine. // Proceedings. – Omsk: SibADI, 2002. – Issue. 4, p. 4: Road and construction machinery (research, testing and design). – 345 p.

Хохлов Василий Вадимович – аспирант кафедры «Механика» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Область научных интересов – рабочее оборудование землеройно-транспортных машин. Имеет 3 публикаций, адрес электронной почты – vasilij.chochlov@liebher.com.

РАЗДЕЛ II

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 624.012.4

РАСПОРНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ КАК СЛУЧАЙНОЕ ЯВЛЕНИЕ

Ю. В. Краснощеков, А. А. Комлев

Аннотация. В статье рассмотрен механизм возникновения распорных усилий в железобетонных элементах. Приведена методика расчета распорных усилий.

Ключевые слова: распорность, железобетонные конструкции, метод сил, нормальный закон распределения случайных величин.

Введение.

Одна из особенностей действительной работы конструктивных систем связана с явлением распорности, обусловленным ограничением свободы деформаций элементов при их взаимодействии. В проявлении распорности заключается, в частности, основное отличие реальных условий опирания изгибаемых элементов от идеальных, принимаемых в расчетных схемах с абсолютно подвижными или неподвижными опорами. Сопrotивление опорных конструкций вызывает действие распорных усилий, место приложения, величина и знак которых зависят от конструктивных особенностей, характера нагружения и деформирования взаимодействующих элементов.

Распорное взаимодействие проявляется, например, при изгибе балочных элементов в стесненных условиях железобетонных дисков перекрытий. В процессе испытаний и эксплуатации конструктивных систем настилов и перекрытий получены данные, свидетельствующие об эффективном действии распоров, влияющих на жесткость, трещиностойкость и прочность железобетонных элементов [1]. Распоры в разной степени влияют на напряженно - деформированное состояние элементов, но особенно велико влияние при наличии жестких упоров в момент образования трещин и непродолжительном нагружении.

Механизм возникновения распоров изучен достаточно полно, однако результаты исследований распорного взаимодействия пока не получили должного теоретического обобщения. Методы расчета железобетонных конструкций, работающих с распором, трудоемки для практического применения и сомнительны по надежности. Как следствие этого, влияние распоров при проектировании несущих систем в настоящее время учитывают крайне редко, а недооценка их искажает представление о действительной работе конструкций, ведет к необоснованному накоплению запасов жесткости и прочности и переоценке надежности.

Величина распорных усилий в значительной степени зависит от податливости опорных связей и жесткости железобетонных элементов, поэтому их определение возможно лишь с привлечением деформированных схем расчета. Сложность расчета проявляется и в том, что многие детали работы распорных систем еще требуют изучения. От решения проблемы распорности зависит состояние проблемы взаимодействия элементов здания в целом. Складывается впечатление, что распорные усилия поддаются искусственному регулированию и это целесообразно использовать при проектировании конструктивных систем зданий.

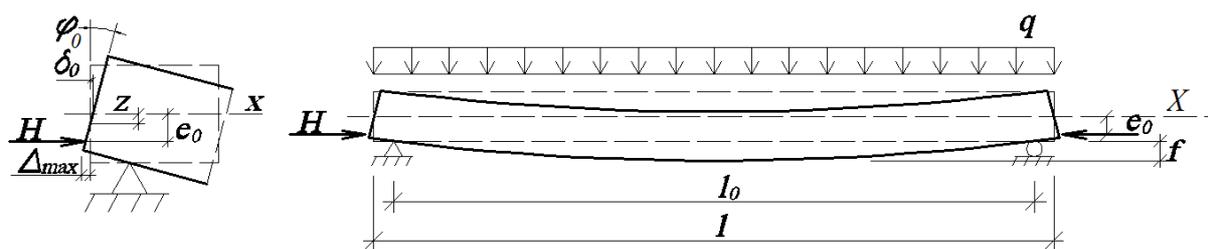


Рис.1. Расчетная схема распорной системы и схема перемещения торца элемента при изгибе

Основная часть

Для выявления условий возникновения распоров рассмотрим балочный элемент на двух шарнирных опорах и перемещения его торца при свободном изгибе (рис. 1). Перемещения торцов определяются поворотом на угол φ_0 вследствие удлинения нижних растянутых и укорочения верхних сжатых волокон балок и оси элемента. Максимальное перемещение торца от первоначального положения имеет место в уровне верхнего волокна, так как при изгибе происходит укорочение продольной оси элемента на величину δ_0 . Поворот плоскости торца осуществляется вокруг поперечной оси, положение которой определяется из соотношения

$$z = \delta_0 / \operatorname{tg} \varphi_0 = \delta_0 / \varphi_0. \quad (1)$$

Равенство $\operatorname{tg} \varphi_0 = \varphi_0$ принято на основании опытных данных, согласно которым угол поворота опорного сечения железобетонных изгибаемых элементов невелик и обычно не превышает 1° .

Укорочение продольной оси легко определить по известной функции изгиба $f(x)$ из разности длин дуги и хорды, стягивающей ее. При условии малых прогибов достаточную точность обеспечивает формула:

$$\delta_0 = 0,25 \int_0^l (df / dx)^2 dx. \quad (2)$$

В частном случае равномерного нагружения элемента с изгибной жёсткостью D поперечной нагрузкой q получено:

$$\delta_0 = 17q^2 l^7 / 80640D^2; \varphi_0 = ql^3 / 24D \text{ и} \\ z = 17ql^4 / 3360D.$$

Как было отмечено, распор проявляется при стеснении свободных перемещений торцов продольными связями. Из схемы перемещения торца видно, что при расположении продольной связи ниже оси поворота торца, т.е. при $e_0 > z$, элемент испытывает действие распорного сжимающего усилия, выше - растягивающего.

Возможность действия сжимающего усилия зависит от высоты элемента, которая при прямоугольном сечении, например, должна быть не менее $2z$. Разделив полученное значение z на максимальное значение прогиба $f = 5ql^4 / 384D$, получим условие действия сжимающего распора в другом виде: $e_0 > 0.39f$. При ограничении прогибов, например, в виде неравенства $f < l/100$ имеем условие $e_0 > 0.0039l$, а для элементов прямоугольного сечения $l/h < 130$. Последнее условие свидетельствует о возможности появления распоров практически в любых реальных конструкциях из железобетона.

Из схемы 1 можно получить приближенное значение удлинения нижних волокон статически определимой балки прямоугольного сечения

$$\Delta_0 = (h - 2z)\varphi_0. \quad (3)$$

Очевидно, что сжимающие распорные усилия не будут возникать, если существует возможность смещения вправо подвижной опоры на величину Δ_0 . Именно из этого исходит расчётная схема 1, принимаемая для статически определимых балок. Но всегда ли возможна подвижка опор и какова её вероятность? В реальных конструкциях теоретически определить численное значение или измерить её практически невозможно из-за малости величины. В таких условиях целесообразно принять эту величину случайной (т.е. $\Delta_0 = \tilde{\Delta}_0$) в диапазоне значений от 0 до Δ_{\max} при крайне малой вероятности отсутствия распорных усилий, когда $\tilde{\Delta}_0 = \Delta_{\max}$, или максимального их значения, когда $\tilde{\Delta}_0 = 0$.

Используя предпосылку случайной природы подвижности опор, можно получить при известной изменчивости расчётные значения Δ_0 для расчёта строительных конструкций по предельным состояниям

первой Δ_{01} или второй группы Δ_{02} . Если при расчёте по предельным состояниям первой группы положительным влиянием распоров можно пренебречь из соображений надёжности, то при достаточной величине распорных усилий и необходимой обеспеченности их значений для расчёта по 2 группе предельных состояний учёт влияния распоров может быть достаточно эффективным.

Учитывая, что подвижность опор зависит от множества факторов, связанных с многообразными условиями возведения и эксплуатации здания, примем нормальный закон распределения случайной величины перемещения $\tilde{\Delta}_0$. Тогда для предельных состояний 1 группы

$$\Delta_{01} = \bar{\Delta}_0 (1 \pm 3v_{\Delta}), \quad (4)$$

где $\bar{\Delta}_0$ – среднее значение перемещения и v_{Δ} – коэффициент вариации.

Из условия $\Delta_{01} \approx 0$ получено $v_{\Delta} = 1/3$.

При $\bar{\Delta}_0 = \frac{\Delta_{\max}}{2}$ для расчётов по 2 группе предельных состояний

$$\Delta_{02} = \bar{\Delta}_0 (1 + 1.64v_{\Delta}) = 0.77\Delta_{\max}. \quad (5)$$

При заданной изменчивости можно уточнять расчётные значения Δ_0 .

Величина распорных усилий определяется в зависимости от Δ_0 .

К сожалению, приемлемой методики расчёта распоров, возникающих при стесненном изгибе железобетонных балок, в настоящее время нет.

Наиболее удобным для расчёта является метод сил, в котором неизвестным является распор H , а основной системой - статически определимая балка (рис. 2.).

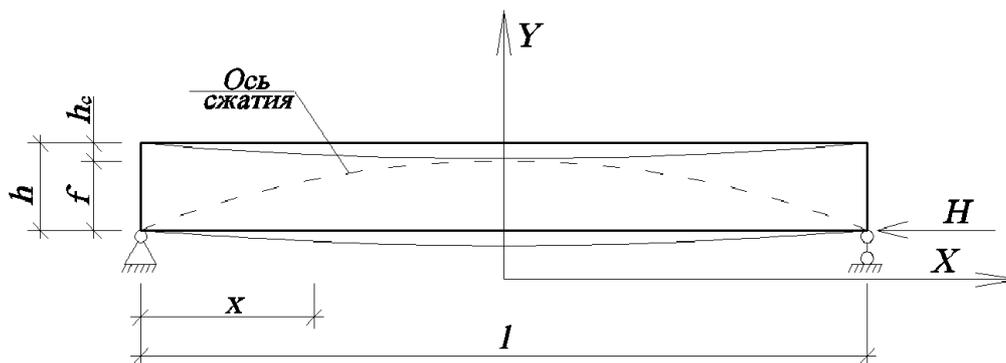


Рис. 2. Расчетная схема распорной балки

Моменты M_1 от единичного неизвестного $H_1 = 1$ определяем относительно криволинейной оси, соответствующей линии главных сжимающих напряжений и имеющей форму арки (далее ось сжатия). При равномерно распределенной вдоль пролета нагрузке q очертание оси примем по квадратной параболе со стрелой подъема $w_0 = h - f - h_c/2$. Здесь h – высота балки и h_c – высота сжатой зоны в середине пролета. Тогда уравнение оси сжатия запишем в виде, соответствующем началу координат в середине пролета

$$w_x = w_0 (1 - 4x^2/l^2). \quad (6)$$

Моменты M_1 от единичного неизвестного $H_1 = 1$ равны

$$M_1 = -1 \cdot w_x = -w_0 (1 - 4x^2/l^2). \quad (7)$$

Нормальные силы от $H_1 = 1$

$$N_1 = -\cos \varphi \quad (8)$$

Моменты M_q от внешней нагрузки в каждой половине арки

$$M_q = ql^2 \cdot (1 - 4x^2/l^2)/2. \quad (9)$$

Каноническое уравнение метода сил для раскрытия статической неопределенности системы исходит из равенства перемещений опор в уровне действительного расположения продольных связей от распора и внешней нагрузки и имеет вид

$$H\delta_{11} = \delta_{1q}. \quad (10)$$

Перемещения по направлению неизвестного усилия определяются интегрированием по длине криволинейной оси сжатия с учетом осевой жёсткости D_0

$$\delta_{11} = \int \frac{M_1^2}{D} ds + \int \frac{N_1^2}{D_0} ds \cdot u \cdot \delta_{1q} = \int \frac{M_1 M_q}{D} ds. \quad (11)$$

Заменим интегрирование по длине s криволинейной оси арки интегрированием по пролету, учитывая, что

$$ds = dx / \cos \varphi, \quad (12)$$

где φ – угол наклона оси.

При этом

$$\delta_{11} = \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} \frac{M_1^2}{D} dx / \cos \varphi + \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} \cos \varphi \cdot dx \cdot u \cdot \delta_{1q} = \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} \frac{M_1 M_q}{D} dx / \cos \varphi \quad (13)$$

Используя известные зависимости, представим

$$1 / \cos \varphi = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi} = \sqrt{1 + \left(\frac{dw}{dx}\right)^2} \quad (14)$$

Из уравнения (6) получим выражение для производной

$$\frac{dw}{dx} = -\frac{8w_0 x}{l^2} \quad (15)$$

Вычисление коэффициентов (13) А. Р. Ржаницын рекомендует выполнять методом численного интегрирования, используя формулу Симпсона [2] с учетом симметрии балки

$$\int_a^b y dx = \frac{b-a}{3n} (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + \dots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_n) \quad (16)$$

Выводы

Следуя этим рекомендациям и разделив пролет на $n = 10$ равных отрезков, при $b = l/2$, $a = -l/2$ в табличной форме выполнен расчёт круглопустотных плит перекрытия с параметрами $l = 6$ м, $w_0 = 0,17$ м и $\lambda \approx 100$ (λ – гибкость)

Таблица 1 — Пример расчёта

x/l	$-M_1 / w_0$	$1 / \cos \varphi$	$(M_1 / w_0)^2 / \cos \varphi$	$\cos \varphi$	M_q / ql^2	$M_1 M_q / w_0 ql^2 \cos \varphi$
0	1	1	2·1	2·1	0,125	2·0,125
0,1	0,96	1,0003	2·0,9219	2·0,99 97	0,12	2·0,1175
0,2	0,84	1,0010	4·0,7063	4·0,99 90	0,105	4·0,0950
0,3	0,64	1,0023	2·0,4105	2·0,99 77	0,08	2·0,0597
0,4	0,36	1,0041	4·0,1301	4·0,99 59	0,045	4·0,0207
0,5	0	1,0064	1·0	1·0,99 36	0	1·0

Получили

$$\delta_{11} = 2 \frac{w_0^2 l}{3 \cdot 10 D} 8.0104 + 2 \frac{1}{3 \cdot 10 D_0} 13.2208 =$$

$$= (0.0004277 + \frac{1.1307}{\lambda^2}) l^3 / D = (0.0004277 +$$

$$+ 0.0001131) l^3 / D$$

$$\text{и } \delta_{1q} = 2 \frac{w_0^2 q l^3}{3 \cdot 10 D} 1.0672 = \frac{0.00201 q l^4}{D}$$

Из уравнения (10) получаем максимальное значение распорного усилия

$$H_{\max} = \frac{\delta_{1q}}{\delta_{11}} \quad (17)$$

Для рассматриваемого случая имеем $H_{\max} = H_1 = 22,32$ тс. При обратно пропорциональной зависимости распорных усилий от перемещений опор и случайном значении $\tilde{\Delta}_0 = 0.77 \Delta_{\max}$ имеем $H_2 = (1 -$

$0,77) \cdot 22,32 = 5,13$ тс. Полученное значение распорного усилия достаточно велико, чтобы пренебрегать его влиянием на трещиностойкость и деформации плит перекрытия.

Библиографический список

1. Краснощеков Ю. В. Научные основы исследований взаимодействия элементов железобетонных конструкций: Монография. – Омск: СибАДИ, 1997. – 276 с.
2. Ржаницын А. Р. Строительная механика. – М.: Высш. школа, 1982. – 400 с.

CASUAL PHENOMENON SYSTEMS CONSTRUCTIVE ELEMENTS TRAST FORCE

U. V. Krasnoshchekov, A. A. Komlev

In article the mechanism of emergence of thrust force efforts in reinforced concrete elements is considered. The method of calculation of thrust force efforts is given.

Keywords: thrust force, reinforced concrete construction, method of forces, normal law of distribution of random variables.

Bibliographic list

1. Krasnoshchekov Yu. V. Scientific bases of researches reinforced concrete elements interaction: Monograph. – Omsk: SibADI, 1997. – 276 pages.
2. Rzhnitsyn A. R. Construction mechanics. – M: Higher School, 1982. – 400 pages.

Краснощечков Юрий Васильевич - доктор технических наук, доцент кафедры – Строительные конструкции Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направления

научной деятельности: Исследование взаимодействия и совместной работы элементов строительных конструкций. E-mail: uv1942@mail.ru

Комлев Андрей Александрович - ст. преподаватель кафедры – Строительные конструкции Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основное направления научной деятельности: Совершенствование конструкций и методов расчета на основе учета распорного взаимодействия элементов. E-mail: komlev-12@yandex.ru

УДК 621.88.086: 624.046

СТАТИЧЕСКАЯ РАБОТА Z- И С-ОБРАЗНЫХ СВЯЗЕЙ В СОСТАВЕ ДВУХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ

С. А. Макеев, Д. А. Кузьмин

Аннотация. Предложена методика определения толщины гибких тонкостенных профилированных связей в составе двухслойных панелей, используемых в машиностроении и строительстве. Изложен новый способ определения сил, действующих на связи.

Ключевые слова: двухслойные панели, тонкостенные связи, критическая сила, геометрическая нелинейность, продольно-поперечный изгиб.

Введение

Создание легких и прочных конструкций в современной промышленности является актуальной задачей. Во многих ее отраслях широко используются металлические двухслойные плоские и цилиндрические панели из холодногнутых тонкостенных профилированных листов, которые применяются в качестве несущих и ограждающих элементов: элементы в составе машин и авиатехники, стенки резервуаров, кожухи и защитные оболочки, несущие покрытия, стеновые панели и т.п.

Слои в таких панелях связаны между собой тонкостенными холодногнутыми пластинчатыми элементами различного профиля (Z, Ω, С, Е – образного сечения), называемыми связевыми элементами. Связевые элементы работают в режиме изгиба с растяжением-сжатием, объединяют внешний и внутренний слои, обеспечивая жесткость панели, передачу усилий между слоями и совместность работы слоев панели (рис. 1, [1]).

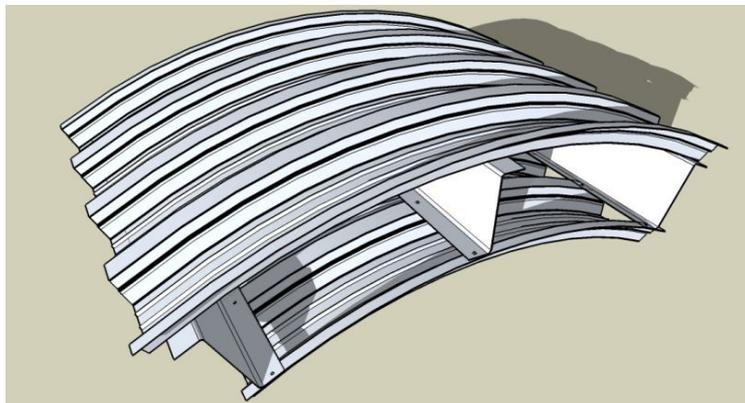


Рис. 1. Внешний вид цилиндрической двухслойной панели со связями в виде Z-профилей

На сегодняшний день отсутствует методика назначения геометрических параметров связевых элементов плоских и цилиндрических панелей, которые обеспечивали бы их прочность, устойчивость и жесткость при совместной работе слоев.

Расчеты таких панелей производят с помощью конечно-элементных моделей, зачастую с применением натурального эксперимента. И то, и другое весьма трудоемкие процессы, требующие большого количества времени и существенной материальной базы. Как альтернатива этому В. Д. Белым, З. Н. Соколовским и С. А. Макеевым была разработана математическая модель двухслойных панелей, которая основана на представлении слоев панелей стержнями эквивалентной жесткости, соединенными между собой стержневыми связевыми элементами [2].

Определение толщины Z- и С-образных связей

При нагружении двухслойной панели внешней нагрузкой одним из наиболее опасных факторов для связевых элементов конструкции является потеря ими устойчивости при сжатии [3].

Основной задачей настоящего исследования является корректировка стержневой модели связей с учетом их пластинчатого конструктивного исполнения, а также определение толщины связевых тонкостенных пластинчатых элементов из условия, что потеря общей или местной устойчивости связевого элемента не допустима.

Для определения критической нагрузки, действующей на такие профили, была создана КЭ модель Z-профиля (рис. 2). При этом установлено, что по своей статической работе Z- и С-профили идентичны.

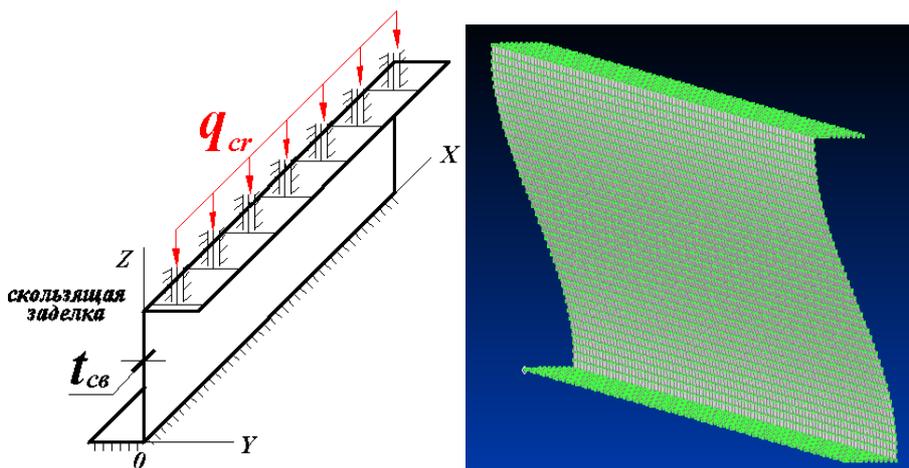


Рис. 2. Потеря общей устойчивости Z-профиля

Поскольку критическая нагрузка на стенку Z-профиля при расчетах в виде пластины МКЭ и в виде стержня по схеме Эйлера на устойчивость не одинакова (табл. 1), предложено определять критическую силу по приведенной формуле:

$$P^{cr} = \frac{\pi^2 EJ_x}{(\mu_1 \cdot h_{св})^2}, \quad (1)$$

где P_{cr} , Н – приведенная к сосредоточенной погонная критическая нагрузка на Z-профиль; E , Н/мм² – модуль упругости стали; $h_{св}$, мм – высота связевого элемента; J_x , мм⁴ – момент инерции связевого Z-профиля;

μ_1 – предложенный коэффициент приведения (рис. 3).

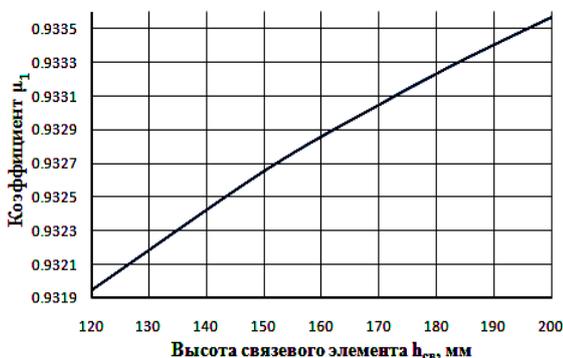


Рис. 3. Коэффициент приведения для Z-, С-профиля

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Расчет связевого Z-профиля длиной 500 мм на устойчивость

Высота Z-профиля, мм	Толщина, мм	Критическая сила, Н				
		МКЭ	Стержень по Эйлеру	Разница, %	Приведенная формула (1)	Разница, %
170	0.9	2382.06	2074.67	12.9	2383.07	-0.04
170	0.7	1120.83	976.15	12.91	1121.25	-0.04
150	0.7	1440.85	1253.81	12.98	1441.41	-0.04
150	1	4200.34	3655.41	12.97	4202.37	-0.05
200	0.7	808.87	705.27	12.81	809.21	-0.04
200	1.2	4074.55	3553.06	12.80	4076.72	-0.05
120	0.4	420.73	365.54	13.12	420.88	-0.04
Проверка на произвольном Z-профиле						
185	0.85	1693.5	-	-	1694.296	-0.05

Таким образом, зная продольную силу N_j , действующую на j -й Z-профиль в составе двухслойной панели (определяется автоматически в процессе расчета, [2]), толщина Z-профиля $t_{св}$, обеспечивающего его продольную устойчивость определяется по формуле:

$$t_{св} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot P^{cr} \cdot \gamma_f \cdot (\mu_1 \cdot h_{св})^2}{\pi^2 \cdot E \cdot B}}, \quad (2)$$

где B , мм – длина связевого элемента, $500 \leq B \leq 1000$ мм,

γ_f – коэффициент запаса устойчивости.

Выводы

1. На основе численных экспериментов разработана методика определения критической нагрузки на Z- или С-профиль единичной ширины.

2. Разработанная методика апробирована в программном комплексе по расчету двухслойных плоских и цилиндрических панелей. Определена толщина связей, обеспечивающая их устойчивость при заданной внешней нагрузке на панель.

3. Расхождение в расчетах на устойчивость методом конечных элементов с предложенным способом не превышает 2-5 %.

Определение силовых факторов, действующих на связи

В разработанной ранее модели связи между верхним и нижним профилированными слоями моделируются упругими элементами стержневого типа (рис. 4.), работающими в режиме продольно-поперечного изгиба [1-3].

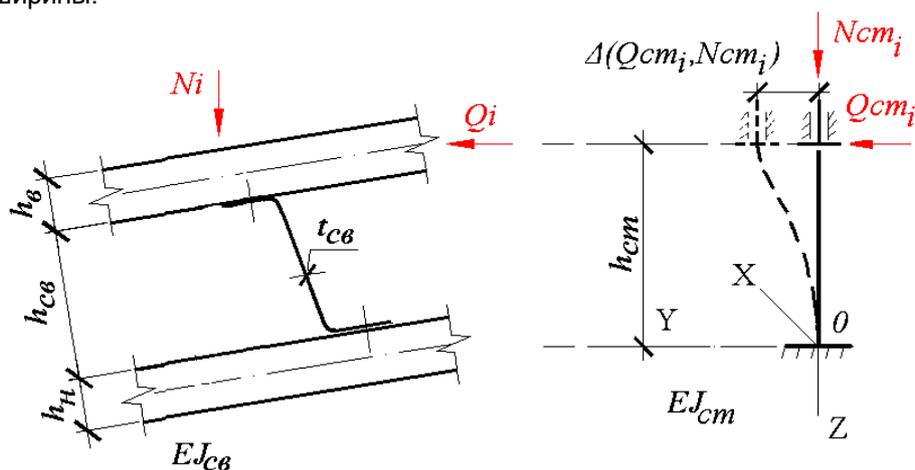


Рис. 4. Z-профиль и его расчетная схема в составе двухслойной панели

Силовые факторы, действующие на Z-профиль, приведены на рисунке 5.

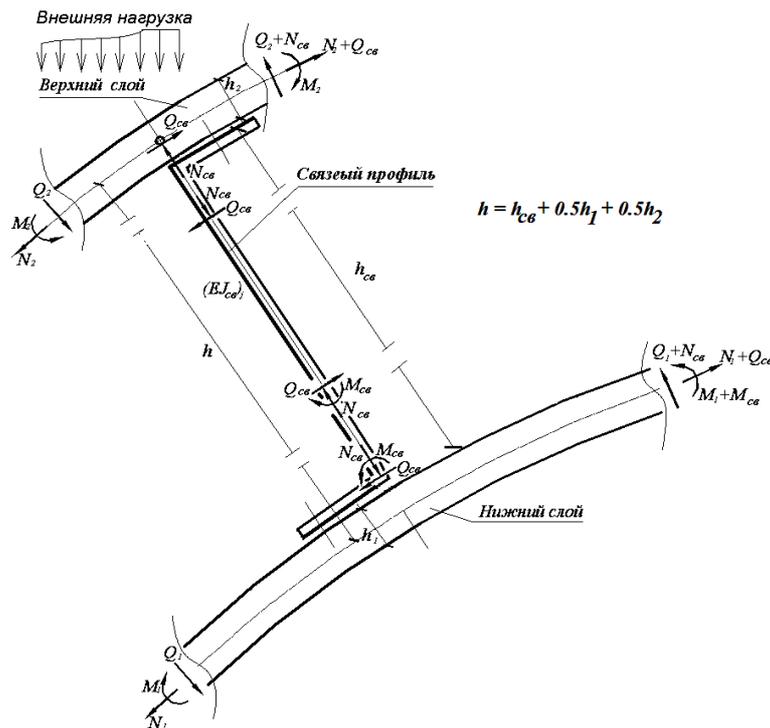


Рис. 5. Силовые факторы при переходе через связевый Z-профиль

Поскольку Z- или С-профиль по своей статической работе близки к стержню, для математического описания силовых факторов, проявляющихся при переходе через связевый элемент, использованы выведенные ранее формулы [3].

Деформации в этом случае будут отличаться от деформаций реальной

пластины. Поэтому формулы [3] скорректированы на поправочный коэффициент K_n , полученный при сопоставлении результатов стержневой и пластинчатой модели при конечно-элементном моделировании, тем самым стержень приведен к пластине:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\Delta \cdot k^3 \cdot EJ_x}{\left(\frac{(1 - \cos kh)^2}{\sin kh} - kh + \sin kh \right) \cdot K_n}, N_{cei} < 0, \end{array} \right. \quad (3)$$

$$Q_{cei} = \frac{12 \cdot \Delta \cdot EJ_x}{h^3}, \quad N_{cei} = 0 \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\Delta \cdot k^3 \cdot EJ_x}{\left(\frac{(1 - \cosh kh)^2}{\sinh kh} + kh - \sinh kh \right) \cdot K_n}, N_{cei} > 0, \end{array} \right. \quad (5)$$

где

$$k = \sqrt{\frac{|N_{cej}| \cdot K_n}{EJ_x}}, \quad (6)$$

$$J_x = \frac{B \cdot t_{cm}^3}{12}, \quad (7)$$

$$\Delta = w_2 - w_1 + \varphi_i \cdot h, \quad (8)$$

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

здесь
 $K_{\Gamma} = 0.87$ – коэффициент приведения стержня к пластине,
 $Q_{смj}$, Н – сдвигающая сила, действующая на стержень;
 $N_{смj}$, Н – продольная сила, действующая на стержень, определяется из условия несжимаемости связей по алгоритму Ньютона;
 h , мм – высота стержня;
 $B = 1000$ мм – длина связевого элемента;
 $t_{см}$, мм – толщина стержня, равна толщине связевого элемента;
 E , Н/мм² – модуль упругости первого рода;

w_1, w_2 , мм – тангенциальные перемещения круговых или прямолинейных стержней, моделирующих соответственно работу внешнего и внутреннего слоев цилиндрической или плоской панели;

φ_i , рад – угол поворота сечения кругового стержня (нижнего слоя) в месте расположения соответствующего связевого элемента.

Сравнительные результаты расчетов Z-профиля МКЭ в геометрически нелинейной постановке и по формулам (3-8) приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Сравнительные результаты определения максимальных перемещений Z-профиля (продольно-поперечный изгиб)

Высота $h_{св}$, мм	Толщина $t_{св}$, мм	Сжимающая сила $N_{св}$, Н	Сдвигающая сила $Q_{св}$, Н	Перемещение Δ , мм			Перемещения стержня, мм	
				МКЭ (пластина)	Стержень	%	С коэф. 0.87	%
200	0.7	300	40	12.80	16.14	-26.0	12.8	-0.16
200	0.7	400	60	23.50	32.08	-36.5	23.87	-1.57
200	0.7	50	100	21.40	25.08	-17.2	21.61	-0.98
200	0.7	50	30	6.48	7.52	-16.0	6.48	0.00
200	0.8	300	100	17.90	21.77	-21.6	18.01	-0.61
200	0.8	200	100	16.20	19.24	-18.7	16.25	-0.31
200	0.8	20	40	5.53	6.37	-15.1	5.53	0.00
200	0.8	1000	20	15.30	61.51	-302	15.48	-1.18
200	1	1000	200	23.60	30.94	-31.1	23.99	-1.65
200	1	700	100	9.84	12.07	-22.6	9.85	-0.10
200	1	400	200	16.60	19.81	-19.3	16.72	-0.72
200	1.2	400	200	8.92	10.42	-16.8	8.92	0.00
200	1.2	700	500	23.90	28.75	-20.2	24.25	-1.46
200	1.2	1500	500	30.90	39.83	-28.9	31.67	-2.49
200	1.2	800	400	19.80	23.83	-20.3	19.98	-0.91
150	0.7	100	200	18.10	21.36	-18.0	18.38	-1.55
150	0.7	500	100	12.90	16.28	-26.2	13.05	-1.16
150	0.9	400	300	13.80	16.31	-18.1	13.87	-0.51
150	0.9	600	500	24.30	29.78	-22.5	24.98	-2.80
150	0.9	1000	300	17.60	22.12	-25.6	17.86	-1.48
170	0.7	100	50	6.83	7.97	-16.6	6.83	0.00
170	0.7	400	100	19.00	24.13	-27.0	19.27	-1.42
170	0.9	400	100	7.02	8.33	-18.6	7.03	-0.14
170	0.9	500	300	21.80	26.55	-21.7	22.19	-1.79

По результатам расчетов можно сделать вывод, что введение коэффициента приведения K_p позволяет существенно увеличить точность определения

деформаций Z-профиля при продольно-поперечном изгибе.

В таблице 3 представлены аналогичные расчеты Z-профиля в режиме изгиба с растяжением.

Таблица 3 — Сравнительные результаты определения максимальных перемещений Z-профиля (изгиб с растяжением)

Высота $h_{св}$, мм	Толщина $t_{св}$, мм	Растягивающая сила $N_{св}$, Н	Сдвигающая сила $Q_{св}$, Н	Перемещение Δ , мм			Перемещения стержня, мм	
				МКЭ (пластина)	Стержень	%	С коэф. 0.87	%
170	0.9	500	300	14.5	16.34	-12.6	14.58	-0.55
170	0.7	300	200	19.5	22	-12.8	19.73	-1.18
150	1	1000	300	7.13	7.98	-11.9	7.14	-0.14
200	1.2	800	400	13.5	15.16	-12.3	13.51	-0.07
200	0.8	500	200	19.2	21.31	-10.9	19.34	-0.73

В расчете принято допущение о центральном приложении растягивающей силы к стенке Z-профиля.

Таким образом, при применении системы уравнений (3-8) к известной математической модели двухслойных панелей [1, 4], становится возможным определять уточненные силовые факторы и деформации связевых элементов.

Выводы

1. На основе численных экспериментов разработана методика определения силовых параметров, действующих на Z- или С-профиль в составе двухслойных панелей при нагружении.

2. Разработанная методика апробирована в программном комплексе по расчету двухслойных плоских и цилиндрических панелей. Тем самым произведено уточнение напряженно-деформированного состояния связей и, как следствие, панелей в целом.

3. Расхождение в расчетах силовых параметров связей методом конечных элементов в геометрически нелинейной постановке с помощью предложенной методики не превышает 5 %.

4. Предложенная методика в 2-3 раза сокращает время расчета силовых параметров связей двухслойных плоских и цилиндрических панелей в сравнении с расчетом конечно-элементными методами.

Библиографический список

1. Макеев, С. А. Математическая модель бескаркасного двухслойного арочного свода на основе листового стального профилированного продольно-гнутого проката / С. А. Макеев, А. В. Рудак // Строительная механика и расчет сооружений. – 2009. – № 2. – С. 2–5.

2. Белый, В. Д. Разработка уточненной модели связей в составе двухслойного цилиндрического свода / В. Д. Белый, Д. А. Кузьмин // Материалы 64-й НТК ГОУ «СибАДИ» в рамках Юбилейного Межд. конгресса «Креативные подходы в образовательной, науч. и производ. деятельности», посвященного 80-летию академии. – Омск: СибАДИ, 2010. Кн. 2. - С. 179-182.

3. Белый, В. Д. Уточнение моделей связей в составе двухслойного цилиндрического свода / В. Д. Белый, Д. А. Кузьмин // Материалы 64-й НТК ГОУ «СибАДИ» в рамках Юбилейного Межд. конгресса «Креативные подходы в образовательной, науч. и производ. деятельности», посвященного 80-летию академии. – Омск: СибАДИ, 2010. Кн. 2. - С. 175-178.

4. Кузьмин, Д. А. Математическая модель тонкостенных связей в составе трехслойных цилиндрических покрытий // Вестник СибАДИ. – 2012. - №4 (26). – С. 41-48.

5. Кузьмин, Д. А. Арочный профлист как эффективный несущий элемент в строительстве / Д. А. Кузьмин, С. А. Макеев, А. К. Яковлева // Материалы научн.-практ. конф. « Модернизация жил.-строит. комплекса в субъектах Сибирского Федерального округа». – Омск: ИПК Макшеевой Е. А., 2011. с. 76-79.

6. Макеев, С. А. Устойчивость элементов связей в составе трехслойной тонкостенной металлической оболочки / С. А. Макеев, Д. А. Кузьмин // Омский науч. вестник. Приборы, машины и технологии. - 2011. - № 3 (103). - С. 103-107.

STATIC WORK OF Z- AND C-PROFILED LINKS IN DOUBLE-SKINNED PANELS

S. A. Makeev, D. A. Kuzmin

A technique of calculating required thickness of the thin-shaped profiled links in double-skinned panels used in engineering is applied. A new method of determining the forces loading the linking elements through computer is introduced.

Keywords: thin-shaped links, double-skinned panels, critical force, geometric nonlinearity, longitudinal-transverse bending.

Bibliographic list

1. Makeev, S. A. Mathematical model of frameless double layer arch set on the basis of the profiled steel sheet longitudinally curved steel / S. A. Makeev, A.V. Rudak // Structural Mechanics and payment structures. - 2009. - №2.-Pp.2-5.

2. Bely, V. D. Development of improved model relationships in the two-layer barrel vault / V. D. Bely, D. A. Kuzmin // Proceedings of the 64th STC SEI "SibADI" in the Jubilee Int. Congress "Creative approaches in the educational, scientific and production activities ", dedicated to the 80th anniversary of the Academy. - Omsk SibADI, 2010. B. 2. - Pp. 179-182.

3. Bely, V.D. Refinement of models relations in the two-layer barrel vault / V.D. White, D. A. Kuzmin // Proceedings of the 64th STC SEI "SibADI" as part of the Jubilee Int. Congress "Creative approaches to educational, scientific and production activities ", dedicated to the 80th anniversary of the Academy. - Omsk SibADI, 2010. B.2. - Pp. 175-178.

4. Kuzmin, D. A. Mathematical model of thin links in the three-layered cylindrical surfaces // Vestnik SibADI. - 2012. - № 4 (26). - P. 41-48.

5. Kuzmin, D. A. Arched steel sheet as an effective bearing element in the construction / D. A. Kuzmin, S. A. Makeev, A. K. Yakovleva // Materials scientific and practical conf. "Modernization civil building complex in the subjects of the Siberian Federal District "- Omsk: IPK Maksheeva E. A., 2011. pp. 76-79.

6. Makeev, S. A. Stability relations of elements in the three-layer thin metal shell / S. A. Makeev, D. A. Kuzmin // Omsk Scientific Bulletin. Instruments, machines and technology. - 2011. - № 3 (103). - Pp. 103-107.

Makeev Сергей Александрович - доктор технических наук, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» Сибирская автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: «Строительные конструкции, здания и сооружения», «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры». Общее количество опубликованных работ: 80. e-mail: makeev608079@mail.ru.

Кузьмин Дмитрий Андреевич - старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции» Сибирская автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: «Строительные конструкции, здания и сооружения». Общее количество опубликованных работ: 16. e – mail dimitri_kuzmin@mail.ru

УДК 69.059.72

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВДАВЛИВАНИЯ СОСТАВНЫХ СВАЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И УСИЛЕНИИ ФУНДАМЕНТОВ

А. С. Нестеров, В. А. Гриценко

Аннотация: Рассмотрены конструкции составных свай применяемые для погружения методом вдавливания при реконструкции и усилении фундаментов и оснований. Уделено внимание вопросам анализа существующих технических решений.

Ключевые слова: фундамент, основание, реконструкция, усиление, домкрат, погружение свай, метод вдавливания, технология, эффективность.

Введение

На основании анализа отечественного и зарубежного опыта реконструкции зданий и сооружений можно сделать заключение, что применение динамических и вибрационных методов погружения свай или шпунта в грунты как внутри реконструируемых зданий, так и в непосредственной близости от них может причинить последним непоправимый вред. Привести к осложнению напряженно деформированного состояния грунтового

основания. Вызвать неравномерные осадки фундаментов. Установлено, что статические способы погружения обладают большим преимуществом по сравнению другими безударными технологиями, такими как буровые и буроинъекционные методы. К статическим способам погружения относится статическое вдавливание свай.

Основная часть

Основным достоинством технологии вдавливания является: практическое

отсутствие динамических нагрузок, как на саму сваю, так и на фундаменты окружающих зданий и сооружений, что исключает неравномерные осадки, трещины, разрушения и т.п., отпадает необходимость в усиленном армировании ствола сваи, класс бетона для вдавливаемых свай может быть значительно снижен [1].

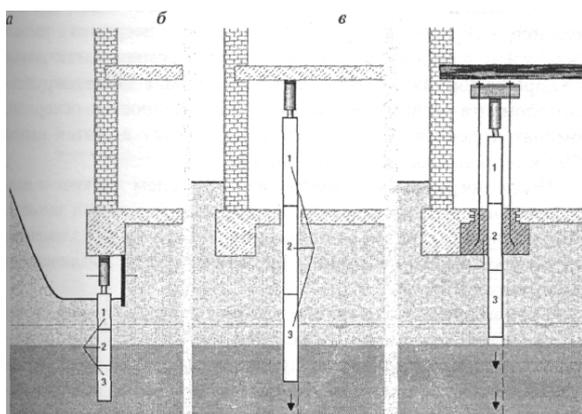


Рис. 1. Варианты усиления фундаментов сваями вдавливания «Мега»: а — за счет упора домкрата в перекрытие подвала; б - за счет упора домкрата в усиливаемый фундамент; в — за счет анкерки вдавливающего механизма в монолитный «ростверк»; 1 - головной элемент; 2 - рядовой элемент; 3 - нижний элемент

За рубежом широкое распространение получило вдавливание свай типа «Мега» которые называются многосекционными так как состоят из сборных коротких элементов, как правило, железобетонных круглого или квадратного сечения. Секции свай последовательно стыкуют по мере вдавливания домкратом до той длины, при которой обеспечивается требуемое предельное сопротивление либо достигается контрольная величина фактического отказа сваи. Упорным элементом домкрата может служить подошва существующего фундамента, специальная упорная продольная железобетонная балка или инвентарное упорное устройство (рис. 1.).

Секции свай выполняются с вертикальным сквозным каналом, диаметр которого составляет примерно одну треть от наружного поперечного размера или диаметра сваи. Канал используется для проверки непрерывности ствола вдавливаемой сваи и ее вертикальности. После достижения требуемого предельного сопротивления сваи канал заполняется мелкозернистым бетоном, который образует

монолитный сердечник, повышающий жесткость сваи «Мега» [3].

Стыкование круглых рядовых секций в процессе вдавливания осуществляется с помощью наружных или внутренних тонких стальных бандажей, обеспечивающих только соосность секций свай при погружении. Монолитный сердечник способствует улучшению работы стыка свайных секций, играющего роль фиксатора. Первую секцию погружают с бетонным башмаком, высота которого равна диаметру сваи.

Глубина котлована зависит от выбранной длины элемента. Дно котлована должно быть ниже подошвы существующего фундамента не менее чем на 1,5 м. На глубину котлована влияет так же уровень подземных вод. Выравнивающая распределительная балка из металла или железобетона на стойках размещается под подошвой существующего фундамента ее задача равномерно распределить нагрузку от домкрата при нагружении сваи. Нижний первый элемент сваи с острием устанавливается на дно котлована под выравнивающую балку и задавливают в грунт с помощью гидродомкрата. Домкрат размещают между элементом сваи и выравнивающей балкой.

Когда нижний элемент сваи вдавлен, домкрат и подкладки убирают и на торец первого элемента устанавливают очередной элемент сваи (рис. 2.). На торцевые поверхности соприкасающихся элементов укладывается выравнивающий слой из быстросхватывающегося цементного раствора, а на место стыковки монтируют соединительную гильзу. Стыковка и погружение элементов сваи производится до тех пор, пока свая не достигнет необходимой несущей способности, которую определяют по манометру установленному на домкрате.

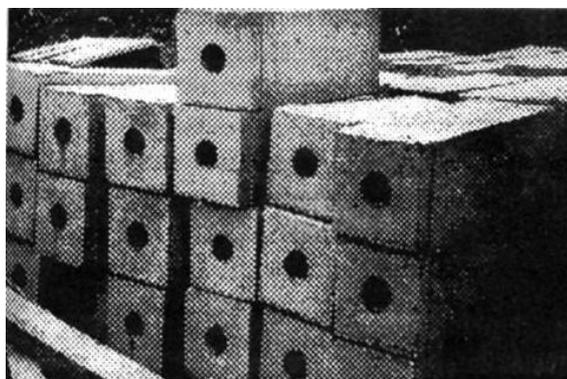


Рис. 2 . Элементы свай типа «Мега»

Последним устанавливают головной элемент сваи, размеры которого значительно увеличены по сравнению с размерами рядового элемента. При этом нагрузка на домкрат должна превышать расчетную в 1,8 раза. После этого достигнутую нагрузку фиксируют с помощью стальных балок или специальных стоек. Согласно финским техническим условиям, за пять обжатий суммарная осадка сваи не должна превышать 10 мм.[4].

Когда головной элемент оказывается полностью заклиненным, домкрат демонтируют. В отверстие находящееся в центре задавленных элементов, опускают арматуру, затем инъецируют раствор цемента. Пространство между стойками или стальными балками омоноличивают тощим бетоном В5. Опытные данные свидетельствуют, что допускаемая нагрузка на сваю сечением 300x300 мм составляет не более 400 кН, на сваю сечением 200x200 мм около 200 кН.

При производстве работ одновременно вдавливалось не более двух свай в разных захватках. Причем каждая следующая свая вдавливалась рядом с предыдущей. Давление фиксировалось по манометру и применялось на последнем этапе из расчета в 1,25 раза выше приходившейся на сваю расчетной нагрузки. Такое решение принималось в расчете на то, что осадки здания при разработке грунта на захватке под следующую сваю не будут возрастать. Так как при проведении реконструкции, временные конструкции, разгружающие фундамент, такие как поперечные балки или подкосы не применялись. Надо отметить, что свод правил СП 24.13330.2012 для вновь строящихся зданий рекомендует при вдавливании свай применять коэффициент надежности равным 1,2. Поэтому превышение расчетной нагрузки на сваю на 25 % не будет иметь решающего значения при определении осадки свайного фундамента реконструируемого здания.

Включение свай в работу осуществлялась в два этапа. Когда вдавливаемая свая получала необходимую нагрузку, ее закрепляли применяя метод предварительного напряжения. Специальной конструкцией из уголков голову сваи прижимали к наддомкратной балке и вторично давали свае полную нагрузку, компенсируя упругую составляющую полной деформации. После чего производили расклинивание головы сваи

стальными пластинами заводя их в зазор между балкой и головой сваи, предупреждая тем самым упругий отказ сваи. После того домкрат снимался, полость сваи заполнялась бетонной смесью, затем заполнялся бетоном и весь шурф.

В лаборатории геотехники и фундаментостроения ФБГОУ СибАДИ разработана технология усиления фундаментов методом статического вдавливания составных свай оригинальной конструкции, имеющими пластиковую оболочку и ствол из бетона с низким содержанием цемента или пескобетона.

В качестве оболочки предлагается использовать трубы из полипропилена (рис.3.), обладающие высокой прочностными свойствами, выдерживающими довольно значительные напряжения на сжатие и растяжение.

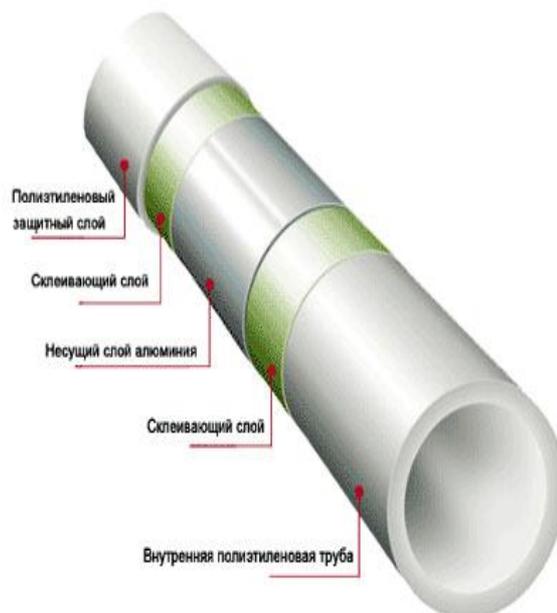


Рис. 3. Конструкция трубы из полипропилена

Особый интерес представляет тепловая универсальность полипропилена: трубы из него эксплуатируются при температурах от -10°C до $+90^{\circ}\text{C}$. Что является актуальным для Западно-Сибирского региона, так как глубина сезонного промерзания грунта колеблется от 2,2 м на юге (Омская область) до 3,9 на севере (Ханты-Мансийский автономный округ). Верхняя часть сваи может находиться в зоне отрицательных температур. Благодаря эластичности материала, вода в полипропиленовых трубах может замерзать, не разрушая их.

Таблица 1 — Основные физико-механические свойства материала PPRC (тип 3) ТУ 2248-032-00284581-98

Наименование	Методика измерений	Величина
Плотность	ГОСТ 15139	0,9 г/см ³
Предел текучести при растяжении	ГОСТ 11262	24-25Н/мм ² (24-25 МПа)
Предел прочности при разрыве	ГОСТ 11262	34-35Н/мм ² (24-25 МПа)
Относительное удлинение в момент достижения предела текучести	ГОСТ 11262	50 %

Полипропилен принадлежит к классу полиолефинов и, как все представители этого класса, является экологически чистым продуктом, перенося свое качество на изготовленные из него изделия и обеспечивая безопасность ведения технологического процесса.

Проблема усиления подземной части зданий и сооружений практически всегда представляет собой сложную инженерно-техническую задачу, тем более в условиях плотной городской застройки. Особую технологическую сложность приобретают эти работы в центральной части города, имеющую объекты культурно-исторического наследия, а так же археологические объекты. Часто бывает необходима комплексная оценка технического состояния как, конструкций здания так и инженерно-геологических особенностей грунтов основания. С каждым годом увеличивается число объектов к производству работ по реконструкции которых предъявляются повышенные требования. К этому необходимо прибавить ужесточение комплекса экологических и природоохранных требований.

В этом отношении система усиления фундаментов объектов обладающих исторической или культурной ценностью с применением свай, погружаемых методом вдавливания, выгодно отличается от других технологий. Одно из главных ее преимуществ заключается в том, что после завершения работ по вдавливанию известна несущая способность свай.

Кроме того при вдавливании свай грунт в основании сооружения (в межсвайном пространстве) уплотняется, что приводит к увеличению его модуля деформации, а следовательно к снижению осадок сооружения. Другими бесспорными преимуществами погружения свай вдавливанием, являются: отсутствие динамических воздействий на грунт; контроль усилия нагружения каждой сваи; бесшумность и экологическая безопасность

работ; возможность устройства свай без выемки грунта.

Опыт работ по усилению фундаментов и оснований показывает перспективность применения вдавливания многосекционных свай для усиления фундаментов реконструируемых и аварийных зданий, а также для устройства новых фундаментов стен и оборудования в стесненных условиях.

Выводы

1. Оборудование должно быть малогабаритным и приспособленным для работы в стесненных условиях.

2. При производстве работ динамическое воздействие на конструкции сооружения и грунт основания должно быть сведено к минимуму.

3. Технология производства работ по усилению фундаментов должна быть экологически безопасной и желательно позволяющей производить работы без эвакуации живущих или работающих в здании людей.

4. На этапе подготовительных работ необходимо произвести усиление конструкций с целью вывешивания несущих стен в местах вдавливания свай с целью уменьшения дополнительных деформаций.

5. Необходимость производить контроль усилия нагружения вдавливаемых свай, который позволяет добиться точного соответствия силы расчетного сопротивления свай проектным значениям.

6. Включение свай в работу должно быть осуществлено сразу после окончания производства работ.

Библиографический список

1. Пономаренко Ю. Е. История и перспективы развития средств механизации для вдавливания свай в Западно-Сибирском регионе./ Ю. Е. Пономаренко, А. С. Нестеров, М. П. Мартюшов // Механизация строительства. -2003.- № 8. - С. 13-17.

2. Пономаренко Ю. Е. Применение оборудования для погружения свай вдавливанием в г. Омске. / Ю. Е. Пономаренко, А. С. Нестеров. Омский научный вестник.— Серия: Приборы, машины, технологии.— 2009. —№3 (83). —С. 145–148.

3. Магнушев Р. А. Современные свайные технологии: учебное пособие / Р. А. Магнушев, А. В. Ершов, А. И. Осокин; М.: Издательство АСВ; СПб ГАСУ, 2007. –160 с.

4. Фрейдман Б. Г. Перспективы развития метода вдавливания свай // Геотехника: актуальные теоретические и практические проблемы. Межвузовский теоретический сборник трудов. – СПб.: СПбГАСУ, 2006. –С.174–176.

5. Савинов А. В. Применение свай, погружаемых вдавливанием, для усиления и устройства фундаментов в условиях реконструкции исторической застройки г. Саратова. – Саратов: СГТУ, 2000.–124с.

6. Новский А. В. Опыт возведения и усиления фундаментов в условиях плотной городской застройки г. Одессы / А. В. Новский, В. А. Новский, В. Г. Суханов, Е. И. Мищенко, – СПбГАСУ, 2005. – С. 62–68.

7. Конач В. М. Современные технологии усиления оснований и фундаментов // Архитектура и строительство России . – 2008. - №6. - С. 36-39.

STRENGTHENING OF THE BASE BY MEANS OF THE PILE PRESSING METHOD

A. S. Nesterov, V. A. Gritcenco

Foundation walls of memorial pleases reinforced with different technologies scheme and geo materials was tested. The strengthening of the building site was observer. The main stream of foundation were pile pressing considered.

Keywords: base, steel pile, geo-synthetic materials, foundation reinforced, pile pressing effect.

Bibliographic list

1. Ponomarenko YU. E. History and prospects of development of means of mechanization for cave-in of piles in West Siberian regione./ Yu. E. Ponomarenko, A. S. Nesterov, L. S. Martyushov // Construction Mechanization. - 2003 . - No. 8. - Page 13-17.

2. Ponomarenko YU. E. Use of the equipment for immersion of piles by cave-in in Omsk. / Yu. E.

Ponomarenko, A. S. Nesterov. Omsk scientific messenger. – Series: Devices, cars, technologies. – 2009 . – №3 (83). – Page 145-148.

3. Magnushev R. A. Modern pile technologies: manual / Ruble. A. Mangushev, A. V. Ershov, A. I. Osokin; M: ASV publishing house; SPb GASU, 2007. –160 p.

4. Freydmann B. G. Prospects of development of a method of cave-in of piles // Geotechnics: actual theoretical and practical problems. Interuniversity theoretical collection of works. – SPb.: SPbGASU, 2006. – P. 174-176.

5. Savinov A. V. Application of the piles immersed by cave-in, for strengthening and the device of the bases in the conditions of reconstruction of historical building of Saratov. – Saratov: SGTU, 2000. – 124 p.

6. Novsky A. V. Opyt of construction and strengthenings of the bases in the conditions of dense city building of of Odessa / A. V. Novsky, V. A. Novsky, V. G. Sukhanov, E. I. Mishchenko, – SPbGASU, 2005. – p. 62-68.

7. Konash V. M. Modern technologies of strengthening of the bases and bases // Architecture and construction of Russia. - 2008. - No. 6. - P. 36-39.

Нестеров Андрей Сергеевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геология, основания и фундаменты» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности - Фундаментостроение. Общее количество опубликованных работ: 33. e-mail: kaf_igof@sibadi.org

Гриценко Виталий Алексеевич - ст. преподаватель кафедры «Инженерная геология, основания и фундаменты» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности - Обследование фундаментов, инженерно-геологические изыскания. Общее количество опубликованных работ: 17. e-mail: kaf_igof@sibadi.org

УДК 625.7

ПРИМЕНЕНИЕ КАЛИФОРНИЙСКОГО ЧИСЛА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ДИНАМИЧЕСКОГО КОНУСНОГО ПЕНЕТРОМЕТРА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА

Т. В. Семенова, Г. В. Долгих, Б. Н. Полугородник

Аннотация. Выполнен анализ стандартного лабораторного CBR-теста, на основании которого сделан вывод, что параметр прочности грунта CBR можно применять не только при разработке эмпирических методов проектирования дорожных одежд, но и при оценке качества уплотнения грунта. Приведены различные корреляционные зависимости между CBR и модулем упругости грунта, глубиной погружения динамического конусного пенетromетра, а так же получены формулы, связывающие CBR с коэффициентом уплотнения грунта.

Ключевые слова: Калифорнийское число несущей способности грунта, CBR, коэффициент уплотнения, модуль упругости, динамический конусный пенетromетр.

Постановка научной задачи

В методах проектирования дорожных одежд [1-4] параметры прочности и деформируемости грунтов характеризуются сцеплением, углом внутреннего трения и модулем упругости. Определение параметров предельной прямой Кулона – Мора может быть выполнено при помощи трехосных испытаний или методом прямого среза. Определение модуля упругости необходимо выполнять в условиях трехосного сжатия, прикладывая к образцу удерживающие напряжения соответствующие возникающим в земляном полотне. В настоящее время известно достаточно большое количество математических моделей, позволяющих рассчитывать величину модуля упругости в зависимости от значений максимального и минимального

главного напряжения [5]. Все эти зависимости получены за рубежом и требуют применения статических и динамических стабилометров.

При помощи полевых штамповых испытаний или лабораторных экспериментов калифорнийское число несущей способности грунта (*CBR*), представляющее собой отношение давлений, которые необходимо приложить к исследуемому грунту и щебню для того, чтобы деформировать их на одинаковую величину.

Полевые и лабораторные методы определения *CBR* разработал О.Д. Портер в 20-х г. XX в. для Калифорнийского дорожного департамента [6]. Суть методов состоит в определении зависимости деформаций от давлений и последующего использования в эмпирических методах проектирования дорожных одежд (таблица 1).

Таблица 1 — Формулы для определения толщины дискретных слоев дорожной одежды

Автор	Формула
G.M. Hammit [7]	Толщина щебеночного слоя, in (дюйм) $h \approx (0,176 \cdot \lg N + 0,12) \cdot \sqrt{\frac{P}{8,1 \cdot CBR} - \frac{F}{3,14}}$
S.L. Webster, S.J. Alford [8] Giroud J.P, Noira, L. [9]	Толщина щебеночного слоя, in (дюйм) $h \approx \frac{0,19 \cdot \lg N}{CBR^{0,63}}$

где, *N* – количество проходов транспортных средств, расч. ед; *P* – расчетная нагрузка на колесо, lb (фунты); *F* – площадь контакта шины с покрытием in² (дюйм²).

В настоящее время известно множество корреляционных зависимостей связывающих *CBR* с параметрами прочности и деформируемости грунтов. Это позволяет определять величину *CBR* по данным, полученным при выполнении экспериментальных работ на строительной площадке.

Вследствие этого появляется возможность применения *CBR* как для проектирования дорожных одежд, так и для оценки качества строительных работ.

Методика определения калифорнийского числа несущей способности в лабораторных условиях (стандарт ASTM D 1883 – 07)

Для определения калифорнийского числа несущей способности применяются машины для *CBR* испытаний. В соответствии с требованиями стандарта ASTM D 1883 – 07 [10] машина для *CBR* испытаний должна: обеспечивать измерение деформаций и требуемую скорость деформирования (1,27

мм/мин) и быть снабжена средствами, позволяющими снимать показания нагрузки ступенями не более 44 Н.

Лабораторный тест по определению *CBR* основан на вдавливании в образец грунта цилиндрического плунжера диаметром 5 см и площадью поперечного сечения 19,4 см² [11]. Предельную глубину принимают 0,1 или 0,2 дюйма (2,5 и 5 мм). Образцы грунта изготавливают в приборах Проктора, используя цилиндрическую форму диаметром 152,4 мм. Изготовление образцов выполняют, соблюдая требования, предъявляемые [12, 13] к оригинальному [12] или модифицированному методу [13]. Авторы отмечают, что максимальные стандартные плотности и оптимальные влажности, полученные оригинальным [12] или модифицированным методом Проктора [13] могут быть пересчитаны в соответствующие значения, получаемые российским методом стандартного уплотнения [14]. Для этого достаточно воспользоваться коэффициентами стандарта [14].

Для изготовления образца используют грунт, прошедший сквозь сито с ячейками 19 мм. Материал, оставшийся на этом сите, отбраковывают, заменяя равным количеством более мелкого материала [10]. Для теста изготавливают три образца с одинаковой влажностью, но при различном количестве ударов уплотняющей нагрузки по слою. Это нужно для того, чтобы из одного и того же грунта изготовить образцы с различной плотностью сухого грунта. Один образец изготавливают при том же числе ударов, что при стандартном уплотнении [12, 13], два других образца при меньшем и большем числе ударов по слою. Последующие испытания таких образцов позволяют определить зависимость *CBR* от плотности сухого грунта или коэффициента уплотнения.

После выполнения всех подготовительных процедур начинают прикладывать нагрузку так, чтобы скорость проникновения плунжера составляла 1,27 мм/мин (0,05 дюйма/мин). При проникновении плунжера на требуемые глубины снимают показания нагрузки. Требуемыми значениями глубины проникновения являются значения 0,025, 0,05, 0,075, 0,1, 0,125, 0,15, 0,175, 0,2, 0,3, 0,4 и 0,5 дюйма [10], что соответствует 0,64, 1,27, 1,91, 2,54, 3,18, 3,81, 4,45, 5,08, 7,62, 10,16 и 12,7 мм.

Обработку результатов начинают с построения графика «глубина проникновения – давление» [10]. График получается в виде кривой, начальный участок которой зачастую оказывается вогнутым. Вогнутую часть графика использовать нельзя, она должна быть скорректирована. Для откорректированных величин глубин проникновения определяют соответствующие им значения давления. Величина *CBR* определяется отношением найденных давлений к стандартным давлениям, которые необходимо приложить для погружения плунжера на 0,1 и 0,2 дюйма (2,54 и 5,08 мм) соответственно в щебень [10]. Полученное отношение умножают на 100 %.

Определив *CBR* для каждого из трех образцов, выполняют построение графика, отображающего его зависимость от плотности сухого грунта. При помощи

графика определяют величину *CBR* для максимальной стандартной плотности или требуемой плотности сухого грунта в земляном полотне.

Зависимость между модулем упругости и *CBR*

Исследования зарубежных специалистов показывают, что модуль упругости коррелирует с величиной *CBR*. Наиболее простой является эмпирическая зависимость W. Heukelom и C.R. Foster [15], W. Heukelom и A.J.G. Klomp [16], в соответствии с которой модуль упругости вычисляют по формуле:

$$E \approx 10 \cdot CBR; CBR \approx 0,1 \cdot E. \quad (1)$$

Формула (1) применима при *CBR* < 10 %.

В 1961 г. W.P.M Black выполнил исследования, в результате которых появились зависимости подобные формуле (1), но связывающие *CBR* с недренированной прочностью грунтов (сопротивление недренированному сдвигу) [17]. Такие линейные корреляционные зависимости широко применялись вплоть до конца XX века. Так G.H. Gregory и S.A. рекомендуют использовать формулу [18]

$$c_u = 1,613 \cdot CBR; CBR = 0,62 \cdot c_u. \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) имеют определенные недостатки, связанные с тем, что *CBR* только косвенно характеризует прочность материалов на сдвиг и их жесткость. При экспериментальном определении *CBR* реализуются недренированные испытания статической нагрузкой, а дорожные конструкции воспринимают динамические циклические нагрузки. Фактические напряжения в дорожных одеждах меньше, чем в тестируемом образце, когда выполняется определение *CBR*.

Тем не менее, уравнения подобные (1) и (2) применяются достаточно широко в работах S. F. Brown, E. T. Selig и M. P. O'Reilly [19, 20], P. A. Garnica, G. N. Pérez и L. A. Gomes [21], F. A. Reyes Lizcano [22], A. Sawangsuriya и T. B. Edil [23].

В таблице 2 приведены эмпирические формулы подобные (1), а также в виде более совершенных степенных зависимостей.

Таблица 2 — Эмпирические формулы для определения модуля упругости

Автор или документ	Формула для расчета модуля упругости при измерении в	
	psi (фунт/дюйм ²)	кПа
W. Heukelom и A.J.G. Klomp [16]	$E = 1,5 \cdot CBR$	$E = 10,342 \cdot CBR$
Witczak [24], Sukumaran [25], Puppala [26]	$E = 1,42 \cdot CBR$	$E = 9,79 \cdot CBR$
Green and Hall [27]	$E = 5,409 \cdot CBR^{0,71}$	$E = 37,294 \cdot CBR^{0,71}$
Witczak [24], Sukumaran [25]	$E = 3 \cdot CBR^{0,65}$	$E = 20,684 \cdot CBR^{0,65}$
Powell et al. [28]	$E = 2,555 \cdot CBR^{0,64}$	$E = 17,616 \cdot CBR^{0,64}$

Из анализа данных таблицы 2 следует, что модуль упругости и калифорнийское число несущей способности могут быть взаимосвязаны друг с другом линейной или степенной зависимостью.

$$E = A \cdot CBR \quad CBR = A^{-1} \cdot E. \quad (3)$$

$$E = A \cdot CBR^B \quad CBR = A^{-1/B} \cdot \sqrt[B]{E}. \quad (4)$$

Учитывая связь калифорнийского числа несущей способности с плотностью сухого грунта или коэффициентом уплотнения (см. рис. 1) формулы (3) и (4) можно представить в виде:

$$\left. \begin{aligned} CBR &= f(\rho_d) = F(k_y); \\ E &= A \cdot f(\rho_d) = A \cdot F(k_y); \\ E &= A \cdot f^B(\rho_d) = A \cdot F^B(k_y). \end{aligned} \right\} (5)$$

Из анализа (5) следует, что для вычисления коэффициента уплотнения грунта достаточно установить его взаимосвязь с модулем упругости или калифорнийским числом несущей способности.

Из анализа исследований [29] следует, что взаимосвязь модуля упругости с коэффициентом уплотнения и влажностью грунта можно представить в обобщенном виде

$$E = a \cdot k_y^b \cdot e^{(c \cdot W^2 - d \cdot W)}, \quad (6)$$

где W – относительная влажность, определяемая отношением влажности грунта W_e к влажности на границе текучести W_l ($W = W_e / W_l$); a , b , c и d – параметры уравнения регрессии, зависящие от вида грунта.

Решая (6) относительно коэффициента уплотнения получим

$$k_y = \frac{1}{a} \cdot b \sqrt[b]{\frac{E}{\exp(c \cdot W^2 - d \cdot W)}}, \quad (7)$$

Подставляя в зависимость (7) формулу (4) получим:

$$k_y = \frac{1}{a} \cdot b \sqrt[b]{\frac{A \cdot CBR^B}{\exp(c \cdot W^2 - d \cdot W)}}, \quad (8)$$

Формула (8) является наилучшим приближением коэффициента уплотнения от CBR , относительной влажности и параметров грунта (A , B , a , b , c и d). Эта зависимость позволяет определять коэффициент уплотнения грунтов в зависимости от величины CBR , измеренной на месте производства работ.

Для оценки калифорнийского числа несущей способности грунта земляного полотна могут быть применены различные установки и портативные приборы для выполнения штамповых испытаний или динамический конусный пенетрометр.

По мнению авторов динамический конусный пенетрометр наиболее предпочтителен, потому что позволяет проводить испытания на глубину до 80 см и интерпретировать результаты в виде непрерывной по глубине функции изменения коэффициента уплотнения.

Определения калифорнийского числа несущей способности и коэффициента уплотнения по показаниям динамического конусного пенетрометра

При оценке качества строительства земляного полотна применяется большее число приборов, измеряющих параметры прочности и деформируемости грунтов и связывающие эти показатели с коэффициентом уплотнения. Из большого многообразия приборов для экспресс оценки степени уплотнения грунтов особое место занимает динамический конусный пенетрометр. Суть этого метода состоит в измерении глубины проникновения конуса от одного удара груза массой.

Для выявления эмпирической зависимости калифорнийского числа несущей способности грунта (CBR) от индекса динамического проникновения конуса (DCPI) выполнены обширные исследования [30–34]. В таблице 3 приведены корреляционные

зависимости между калифорнийским числом несущей способности грунта (CBR) и сопротивлением проникновению конуса (DSP), равно и индексом динамического проникновения конуса (DCPI).

Таблица 3 — Корреляционные зависимости между CBR и *DSPI*

Автор	Материал	Формула
M. Livneh [30]	Зернистые материалы и связные грунты	$\log(CBR) = 2,56 - 1,16 \cdot \log(DCPI)$
M. Livneh [31]		$\log(CBR) = 2,45 - 1,12 \cdot \log(DCPI)$
J. R. Harison [32]		$\log(CBR) = 2,55 - 1,14 \cdot \log(DCPI)$
S. L. Webster, R. H. Grau и Т. P. Williams [33]	Различные виды дисперсных грунтов	$\log(CBR) = 2,46 - 1,12 \cdot \log(DCPI)$
J. Coonse [34]	Связные грунты	$\log(CBR) = 2,6 - 1,07 \cdot \log(DCPI)$

Из анализа данных таблицы 3 следует, что коэффициенты эмпирических формул являются индивидуальными параметрами для каждого грунта, но они могут быть установлены испытаниями непосредственно на строительной площадке.

Результаты исследований [30–34] свидетельствуют от том, что корреляционная связь *CBR* с *DCPI* может быть записана в общем виде, а именно формулой:

$$\log(CBR) = f - g \cdot \log(DCPI), \quad (9)$$

где, *DSPI* – индекс проникновения конуса, мм/удар; *f* и *g* – параметры уравнения регрессии, зависящие от вида тестируемого материала.

Используя основные свойства логарифмов и применяя правило антилогарифмирования, получим формулу:

$$CBR = 10^f \cdot DCPI^{-g}. \quad (10)$$

Подставив (10) в (8) получим

$$k_y = \frac{1}{a} \cdot b \sqrt{\frac{A \cdot (10^f \cdot DCPI^{-g})^B}{\exp(c \cdot W^2 - d \cdot W)}}, \quad (11)$$

Зависимость (11) позволяет производить оценку коэффициента уплотнения грунта на месте производства работ.

Заключение

Разработанный метод позволяет производить оценку коэффициента уплотнения по данным измерения либо калифорнийского числа несущей способности, либо глубины проникновения оригинального динамического конуса пенетromетра от одного удара. Эти испытания могут быть произведены непосредственно на строительной площадке.

Применение динамического конусного пенетromетра позволяет производить непрерывную оценку коэффициентов уплотнения по глубине земляного полотна. Это достигается тем, что от каждого удара измеряется *DSPI*, по величине которого при известной относительной влажности судят о значении коэффициента уплотнения.

Эти испытания можно рассматривать как дополнительные к регламентируемым нормативными документами, что позволяет сгущать сетку контроля коэффициента уплотнения. Таким образом, появляется возможной улучшить качество контроля степени уплотнения земляного полотна и повысить однородность плотности, прочности и деформируемости грунта в сооружении.

Библиографический список

1. ОДН 218-046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. – М.: ГСДХ Минтранса России, 2001. – 146 с.
2. SN RK 3.03-19-2006. Designing pavements nonrigid type - Astana, 2007. 86 p.
3. INVIAS - Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos en vías con Bajos, Medios y Altos volúmenes de Tránsito. Bogotá D.C., Colombia. 2002.
4. Sétra-LCPC. French Design Manual for Pavement Structures. 1994. 26 p.
5. Александров А. С. Пластическое деформирование гнейс - и диабаз материалов при воздействии повторяющихся нагрузок // А. С. Александров, Н. Ю. Киселева // Известия высших учебных заведений: Строительство. - 2012. - № 6. - С. 49-59.
6. Porter O. J. Development of the Original Method for Highway Design // in Development of CBR Flexible Pavement Design Method for Airfields. A Symposium ASCE Transactions 115 1950. Pp. 461-467.

7. Hammitt G. M. Thickness Requirements for Unsurfaced Roads and Airfields. Bare Base Support; Project 3782-65 // US Army Corps of Engineers, Technical Report S-70-5, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi. 1970.
8. Webster S. L., Alford S. J. Investigation of Construction Concepts for Pavements Across Soft Ground // Technical Report S-78-6, US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS. 1978.
9. Giroud J. P., Noira L. Geotextile - Reinforced Unpaved Road Design // Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 107, No. GT9, September 1981. Pp. 1233-1254.
10. ASTM D 1883 – 07. Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.
11. Sathawara J. K., Patel A. K. Comparison between soaked and unsoaked CBR // International Journal of Advanced Engineering Research and Studies (IJAERS) Vol. II / Issue III / April-June, 2013. Pp. 132-135.
12. ASTM D 698-07. Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort.
13. ASTM D 1557-07. Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort.
14. ГОСТ 22733-2002 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.
15. Heukelom W., Foster C.R. Dynamic Testing of Pavements. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 86, No. SM1, 1960. Pp. 1-28.
16. Heukelom W., Klomp A.J.G. Dynamic Testing as a Means of Controlling Pavements During and After Construction. Proc., of 1st International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements. 1962.
17. Black W.P.M. A Method of estimating the California Bearing Ratio of cohesive soils from plasticity data // Geotechnique, 1962. Vol. 12, No. 4, Pp. 271-282.
18. Gregory G. H., Cross S. A. Correlation of California Bearing Ratio with Shear Strength Parameters. 1989. Transportation Research Board, Vol.1. Pp. 148-153.
19. Brown S. F., Selig E. T. The Design of Pavement and Rail Track Foundations. Cyclic Loading of Soils. Capítulo 6, 1991. Pp. 249 – 305
20. Brown S.F., O'Reilly M.P. The Relationship between California Bearing Ratio and Elastic Stiffness for Compacted Clays // Ground Engineering. - 1990. Pp. 27-31.
21. Garnica P. A., Pérez G. N., Gomes L. A. Módulo de Resiliencia en Suelos Finos y Materiales Granulares // Publicación Técnica No. 142, Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) - Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Sanfandila, México. 2001.
22. Reyes Lizcano F.A. Diseño Racional de Pavimentos // Pontificia Universidad Javeriana y Escuela Colombiana de Ingeniería, 1ra edición, Bogotá D.C., 2003.
23. Sawangsuriya A., Edil T. B. Evaluating Stiffness and Strength of Pavement Materials // Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Geotechnical Engineering 158, Issue GE4 2005. Pp. 217-230.
24. Witczak M. W., Qi X., Mirza M. W. Use of Nonlinear Subgrade Modulus in AASHTO Design Procedure // Journal of Transportation Engineering, Vol. 121, No. 3 1995. Pp. 273-282.
25. Sukumaran B., Kyatham V., Shah A., Sheth D. Suitability of Using California Bearing Ratio Test to Predict Resilient Modulus // Proceedings: Federal Aviation Administration Airport Technology Transfer Conference, 2002. 9 p.
26. Puppala A. J. Estimating Stiffness of Subgrade and Unbound Materials for Pavement Design // NCHRP Synthesis 382, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC 2008. 139 p.
27. Green J. L., Hall J. W. Nondestructive Vibratory Testing of Airport Pavements Volume I: Experimental Test Results and Development of Evaluation Methodology and Procedure // Federal Aviation Administration Report No. FAA-RD-73-205-1 (September 1975), p 214.
28. Powell W. D., Potter J. F., Mayhew H. C., Nunn M. E. The Structural Design of Bituminous Roads // Transport and Road Research Laboratory, TRRL Laboratory Report 1132, Department of Transport, Berkshire, United Kingdom.
29. Сиденко В. М., Батраков О. Т., Покутнев Ю. А. Дорожные одежды с парогидроизоляционными слоями. М.: Транспорт 1984. –144 с.
30. Livneh M. Validation of Correlations between a Number of Penetration Tests and In Situ California Bearing Ratio Tests. Transp. Res. Rec. 1219. Transportation Research Board, Washington, D.C., 1987 Pp. 56-67.
31. Livneh M., Ishai I. and Livneh N.A. Automated DCP Device Versus Manual DCP Device. Rd. and Transport Res., 1992. Vol. 1, No. 4.
32. Harison J. R. Orrelation between California Bearing Ratio and Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soils., Proc. Instn. Of Civ. Engrs., London, Part 2, 1987. Pp. 83-87.
33. Webster S. L., Grau R. H., Williams T. P. Description and Application of Dual Mass Dynamic Cone Penetrometer., Final Report, Department of Army, Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS. 1992.
34. Coonse J. Estimating California Bearing Ratio of Cohesive Piedmont Residual Soil Using the Scala Dynamic Cone Penetrometer. Master.s Thesis (MSCE), North Carolina State University, Raleigh, N.C. 1999.

**CALIFORNIA APPLICATION NUMBER
OF CARRYING CAPACITY AND DYNAMIC CONE
PENETROMETRY TO ASSESS THE QUALITY
OF COMPACTED SOIL**

T. V. Semenova, G. V. Dolgih, B. N. Polugorodnik

The analysis of standard laboratory CBR-test, on the basis of which concluded that the soil strength parameter CBR can be applied not only in the development of empirical methods of designing

pavements, but also in the evaluation of soil compaction. Shows the different correlations between CBR and modulus of soil, depth of immersion of the dynamic cone penetrometer, as well as derived formulas relating CBR to soil compaction ratio.

Keywords: California Bearing Ratio, CBR, compaction ratio, modulus of elasticity, dynamic cone penetrometer.

Bibliographic list

1. ODN 218-046-01. Designing non-rigid pavements. - M.: GSDH Russian Ministry of Transport, 2001. 146 p.
2. SN RK 3.03-19-2006. Designing pavements nonrigid type - Astana, 2007. 86 p.
3. INVIAS - Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos en vías con Bajos, Medios y Altos volúmenes de Tránsito. Bogotá D.C., Colombia. 2002.
4. Sétra-LCPC. French Design Manual for Pavement Structures. 1994. 26 p.
5. Alexandrov A. S Plastic deformation gneiss - diabase and materials when exposed to repetitive stress / A. S. Alexandrov, N. Y. Kiseleva // Proceedings of the institutions of higher education: Building, 2012. Number 6. Pp. 49-59.
6. Porter O. J. Development of the Original Method for Highway Design // in Development of CBR Flexible Pavement Design Method for Airfields. A Symposium ASCE Transactions 115 1950. Pp. 461-467.
7. Hammitt G.M. Thickness Requirements for Unsurfaced Roads and Airfields. Bare Base Support; Project 3782-65 // US Army Corps of Engineers, Technical Report P. 70-5, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi. 1970.
8. Webster S. L., Alfrod S. J. Investigation of Construction Concepts for Pavements Across Soft Ground // Technical Report S-78-6, US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS. 1978.
9. Giroud J. P., Noira L. Geotextile - Reinforced Unpaved Road Design // Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 107, No. GT9, September 1981. Pp. 1233-1254.
10. ASTM D 1883 – 07. Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.
11. Sathawara J. K., Patel A. K. Comparison between soaked and unsoaked CBR // International Journal of Advanced Engineering Research and Studies (IJAERS) Vol. II / Issue III / April-June, 2013. Pp. 132-135.
12. ASTM D 698-07. Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort
13. ASTM D 1557-07. Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
14. GOST 22733-2002. Soils. Laboratory methods for determining the maximum density - Moscow: State Committee of Russia, SUE CES 2003.
15. Heukelom W., Foster C. R. Dynamic Testing of Pavements. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 86, No. SM1, 1960. Pp. 1-28.
16. Heukelom W., Klomp A. J.G. Dynamic Testing as a Means of Controlling Pavements During and After Construction. Proc., of 1st International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements. 1962.
17. Black W. P.M. A Method of estimating the California Bearing Ratio of cohesive soils from plasticity data // Geotechnique, 1962. Vol. 12, No. 4, Pp. 271-282.
18. Gregory G. H., Cross S. A. Correlation of California Bearing Ratio with Shear Strength Parameters. 1989. Transportation Research Board, Vol.1. Pp. 148-153.
19. Brown S. F., Selig E. T. The Design of Pavement and Rail Track Foundations. Cyclic Loading of Soils. Capítulo 6, 1991. Pp. 249 – 305
20. Brown S. F., O'Reilly M. P. The Relationship between California Bearing Ratio and Elastic Stiffness for Compacted Clays // Ground Engineering, 1990. Pp. 27-31.
21. Garnica P. A., Pérez G. N., Gomes L. A. Módulo de Resiliencia en Suelos Finos y Materiales Granulares // Publicación Técnica No. 142, Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCI) - Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Sanfandila, México. 2001.
22. Reyes Lizcano F. A. Diseño Racional de Pavimentos // Pontificia Universidad Javeriana y Escuela Colombiana de Ingeniería, 1ra edición, Bogotá D. C., 2003.
23. Sawangsuriya A., Edil T. B. Evaluating Stiffness and Strength of Pavement Materials // Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Geotechnical Engineering 158, Issue GE4 2005. Pp. 217-230.
24. Witczak M. W., Qi X., Mirza M.W. Use of Nonlinear Subgrade Modulus in AASHTO Design Procedure // Journal of Transportation Engineering, Vol. 121, No. 3 1995. Pp. 273-282.
25. Sukumaran B., Kyatham V., Shah A., Sheth D. Suitability of Using California Bearing Ratio Test to Predict Resilient Modulus // Proceedings: Federal Aviation Administration Airport Technology Transfer Conference, 2002. 9 p.
26. Puppala A. J. Estimating Stiffness of Subgrade and Unbound Materials for Pavement Design // NCHRP Synthesis 382, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC 2008. 139 p.
27. Green J. L., Hall J. W. Nondestructive Vibratory Testing of Airport Pavements Volume I: Experimental Test Results and Development of Evaluation Methodology and Procedure // Federal Aviation Administration Report No. FAA-RD-73-205-1 (September 1975), p 214.
28. Powell W. D., Potter J. F., Mayhew H. C., Nunn M.E. The Structural Design of Bituminous Roads // Transport and Road Research Laboratory, TRRL Laboratory Report 1132, Department of Transport, Berkshire, United Kingdom.
29. Sidenko V. M., Hinds O. T., Y. A. Pokutnyi Pavements with parogidroizolyatsionnymi layers. M.: Transport 1984. - 144 p.

30. Livneh M. Validation of Correlations between a Number of Penetration Tests and In Situ California Bearing Ratio Tests,. Transp. Res. Rec. 1219. Transportation Research Board, Washington, D.C., 1987 Pp. 56-67.

31. Livneh M., Ishai I. and Livneh N.A. Automated DCP Device Versus Manual DCP Device.. Rd. and Transport Res., 1992. Vol. 1, No. 4.

32. Harison J. R. Orrelation between California Bearing Ratio and Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soils,. Proc. Instn. Of Civ. Engrs., London, Part 2, 1987. Pp. 83-87.

33. Webster S. L., Grau R. H., Williams T. P. Description and Application of Dual Mass Dynamic Cone Penetrometer,. Final Report, Department of Army, Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS. 1992.

34. Coonse J. Estimating California Bearing Ratio of Cohesive Piedmont Residual Soil Using the Scala Dynamic Cone Penetrometer. Master.s Thesis

(MSCE), North Carolina State University, Raleigh, N.C. 1999.

Семенова Татьяна Викторовна – кандидат технических наук, доцент Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог. e-mail: semenova_tv@sibadi.org.

Долгих Геннадий Владимирович - аспирант кафедры СЭД, Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научной деятельности - Совершенствование методов расчета нежестких дорожных одежд. E-mail : gennadiy1987_87@mail.ru

Полугородник Борис Николаевич – студент Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ).

УДК 625.731

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЛАВАЮЩИХ НАСЫПЕЙ

В. В. Сиротюк, Е. А. Носов, Д. Э. Рябов

Аннотация. Рассматриваются современные конструктивно-технологические решения при строительстве плавающих насыпей земляного полотна автомобильных дорог на слабых основаниях. Плавающую насыпь предлагается строить не из блоков пенополистирола заводского изготовления, а в виде монолитной конструкции из вспененного полимерного материала, армированного георешётками.

Ключевые слова: плавающая насыпь, вспененный армированный полимерный материал.

Введение

В соответствии с [1] к слабым следует относить связные грунты, имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания менее 0,075 МПа (при испытании прибором вращательного среза) или модуль осадки более 50 мм/м при нагрузке 0,25 МПа (модуль деформации ниже 5,0 МПа). Обычно к слабым грунтам относят торф и заторфованные грунты, илы, сапропели, глинистые грунты с коэффициентом консистенции свыше 0,5, иольдиевые глины, грунты мокрых солончаков и т.п.

Слабым считается основание, в пределах активной зоны которого имеются слои слабых грунтов мощностью не менее 0,5 м. Основные проблемы при строительстве автомобильных дорог на слабых основаниях связаны со значительными, неравномерными и продолжительными осадками оснований и деформациями дорожных конструкций.

Известен ряд конструктивно-технологических решений при сооружении земляного полотна, зависящих от строительных свойств слабого основания и категории дороги [2]:

- насыпи, опирающиеся на прочное минеральное дно (свайные эстакады, насыпи с полным удалением слабого грунта из основания и заменой его кондиционным грунтом);

- проведение мероприятий, улучшающих строительные свойства слабого основания (частичное удаление слабого грунта, устройство вертикальных дрен и дренажных прорезей, глубинное уплотнение слабых грунтов грунтовыми сваями, химическое укрепление слабых грунтов, укрепление основания геосинтетическими материалами);

- земляное полотно, проложенное непосредственно на поверхности слабого основания – плавающие насыпи.

Очевидно, что строительство дорог с плавающими насыпями требует минимальных затрат, но эти конструкции подвержены наибольшим деформациям, поэтому применялись, как правило, при строительстве временных дорог и дорог низких категорий.

Основная часть

Основной принцип конструирования и расчёта плавающих насыпей заключается в снижении удельной нагрузки на слабое основание за счёт уменьшения веса дорожной конструкции.

При применении облегчённой насыпи для обеспечения устойчивости основания исходят из условия [3]

$$p_0 \leq p_{без}^{нач}, \quad (1)$$

где p_0 - расчётная нагрузка; $p_{без}^{нач}$ - безопасная нагрузка на основание.

Требуемая доля лёгкого материала в единице объёма насыпи устанавливается по формуле

$$\gamma_n^{mp} = \frac{p_{без}^{нач}}{h_n}, \quad (2)$$

где γ_n - удельный вес грунтовой части насыпи; γ_n^{mp} - средневзвешенный удельный вес насыпи, при котором обеспечивается условие (1); Δ - разность между удельными весами грунта и лёгкого материала, используемого в насыпи.

Величина γ_n^{mp} вычисляется по формуле

$$\gamma_n^{mp} = \frac{p_{без}^{нач}}{h_n}, \quad (3)$$

где h_n - расчётная высота насыпи.

В России накоплен значительный опыт по сооружению облегчённых насыпей при строительстве дорог через болота [4]. При этом в нижней части насыпи использовался торф, имеющий малую плотность (10-20 кг/м³) в сухом состоянии, но значительную осадку под нагрузкой (300-400 мм/м). Модуль упругости торфяного слоя не превышает 1-3 МПа. Поэтому верхняя часть насыпи всегда досыпалась минеральным грунтом значительной толщины (1,5-2,0 м), что утяжеляло плавающую насыпь и приводило к большим осадкам и деформациям земляного полотна. Кроме того, торф может поглощать воду до весовой влажности более 1000 %, значительно меняя расчётные параметры.

Мировая практика свидетельствует о том, что из всех лёгких материалов для устройства облегчённых насыпей наибольший эффект даёт применение EPS-блоков из пенополистирола (рис.1.).

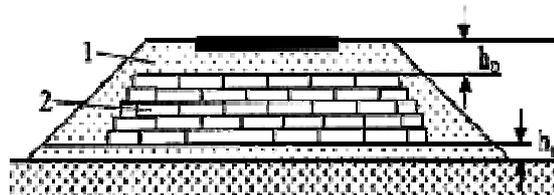


Рис. 1. Схема конструкции насыпи с использованием блоков пенополистирола:
1 - песчаный грунт; 2 - пенополистирол;
 h_p - рабочий слой (из песчаного грунта);
 h_n - монтажный слой

Наряду с геосетками, геотекстилем и геомембранами пенополистирол относится к категории геосинтетических материалов [5]. В дорожном строительстве России применяются изделия из пенополистирола для теплоизолирующих прослоек в виде плит толщиной до 100 мм, изготавливаемых методом экструзии (XPS-плиты).

Строительство лёгких насыпей из EPS-блоков за рубежом началось 30 лет назад. С тех пор применение блоков ежегодно растёт, особенно в Японии, а также в Скандинавских странах, США, Германии, Англии, Франции, других странах. В мире построено более 3000 дорожных объектов с применением EPS-блоков в объёме более 2,5 млн. м³. Более 50 % объёма приходится на Японию, для которой характерно широкое распространение слабых грунтов и высокая сейсмическая активность [6, 7].

Основные области применения облегчённых насыпей из EPS-блоков:

- участки автомобильных дорог на слабом основании (особенно подходы к мостовым сооружениям);
- строительство автомобильных дорог на участках возможных оползней;
- устройство заполнения за подпорными стенками.

Освоено строительство насыпей высотой более 16 м. Для закрытия откосов применяются традиционные грунты. Толщина этого слоя должна быть не менее 0,25 м. (уточняется по величине безопасной ширины площадки при уплотнении). Вертикальные откосы из EPS-блоков могут защищаться железобетонными панелями, гофрированной сталью и другими материалами.

Строительство облегчённых насыпей с применением EPS-блоков по сравнению с традиционными насыпями имеет следующие основные преимущества [8, 9]:

- значительное сокращение величины и времени прохождения осадки;
- простота технологии и сокращение сроков строительства;
- производство работ в неблагоприятных погодных условиях;
- значительное снижение затрат на содержание автомобильных дорог при неравномерных осадках и длительной вторичной консолидации основания, характерных для обычных насыпей;
- уменьшение требуемой ширины и площади полосы отвода благодаря возможности устройства более крутых или вертикальных откосов;
- снижение боковой нагрузки на мостовые устои и подпорные стенки;
- снижение нагрузки на сооружения, расположенные под насыпью, например тоннели метрополитена, трубопроводы;
- высокая долговечность с сохранением первоначальных расчётных параметров;
- значительное снижение гравитационных нагрузок на основания насыпей и инерционных сил, возникающих при землетрясениях.

Сравнительно высокая стоимость EPS-блоков (среднемировая цена 1 м³ - 50 долларов США) может компенсироваться долговременными преимуществами, указанными выше.

Низкая плотность материала EPS-блоков (20-50 кг/м³), составляющая 1 % - 2 % от плотности грунта, применяемого в традиционных насыпях, в сочетании с достаточной прочностью, позволяет нести нагрузки от автотранспорта, железнодорожных составов, самолётов, лёгких зданий и сооружений, опорных элементов мостов.

Установлено [9], что допускаемая нагрузка не должна превышать 30 % от предела прочности EPS на сжатие. При большей величине нагрузки возникают проблемы, связанные с ползучестью этот материала. В зарубежной практике наибольшее распространение получили блоки с плотностью 20 кг/м³ и прочностью 100 кН/м². Блоки с более высокой прочностью (до 180 кН/м²) применяются при постоянных нагрузках, превышающих 30 кН/м².

В настоящее время разработано техническое задание на создание в разных климатических зонах РФ наблюдательных полигонов (стационарных пунктов наблюдения) с целью исследования работоспособности и сроков службы дорожных конструкций. На этих

полигонах планируется строительство опытных участков насыпей из EPS-блоков. При этом следует учесть ряд факторов, которые негативно влияют на EPS-насыпи, например: мелкие грызуны, ультрафиолетовое излучение, горюче-смазочные материалы, которые могут разрушать пенополистирол. Отсутствие жёстких связей между EPS-блоками и слоями (связи осуществляются с помощью специальных коннекторов – рис. 2.) снижает общую устойчивость земляного полотна.

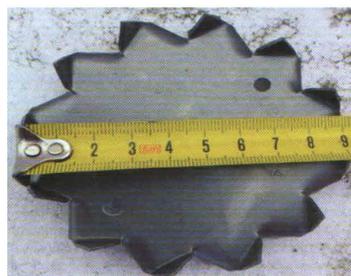


Рис. 2. Вид и размеры коннекторов для крепления EPS-блоков в насыпи

Кроме того, существует возможность гидростатического всплытия насыпи из пенополистирола на подтапливаемых территориях [10, 12]. Насыпь будет устойчива к гидростатическому всплытию, если будет выполнено следующее условие:

$$\frac{P_{EPS} + 2P_{воды} + Q}{F_{воды}} \geq K_{зап}, \quad (4)$$

где $K_{зап}$ - коэффициент запаса по всплытию (1,1); $F_{воды}$ - подъёмная сила воды, кН/м; $P_{воды}$ - удерживающая сила воды, действующая на откосы, кН/м; P_{EPS} - вес массива EPS-блоков, кН/м, Q - вес дополнительного пригруза, кН/м.

При расчёте по всплытию дополнительная транспортная нагрузка обычно не учитывается, т.к. она действует кратковременно и может отсутствовать в условиях гидростатического всплытия.

В Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете (СПбГАСУ) в содружестве с ЗАО «Экотранс-Дорсервис» предложена конструкция и технология строительства комбинированной насыпи [11, 13] посредством применения EPS-блоков и пенобетона (рис. 3.). Комбинированная дорожная конструкция, обеспечивает пожаробезопасность насыпи. Нижний и промежуточный слои из пенобетона придают устойчивость и безопасность всей конструкции, снижая риск возникновения гидростатического всплытия.

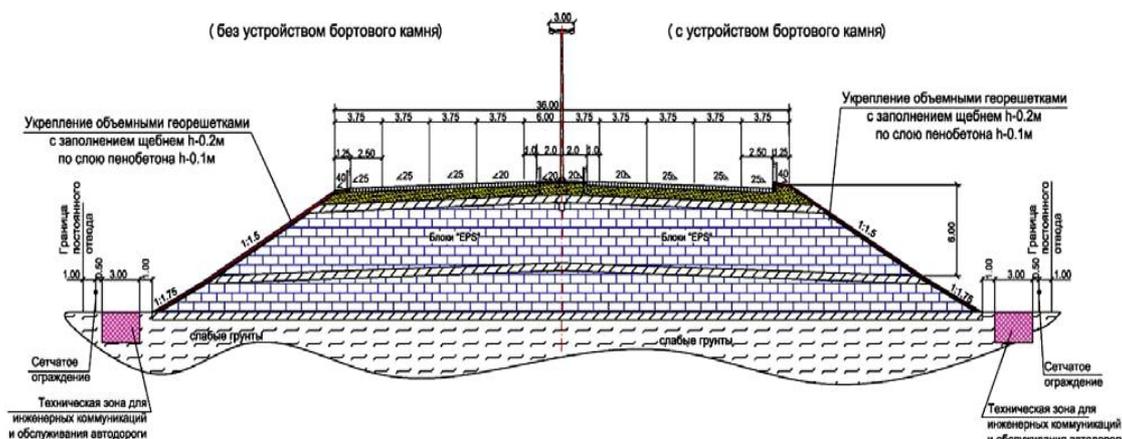


Рис. 3. Схема комбинированной дорожной насыпи на слабых грунтах с применением EPS-блоков и пенобетона

Промежуточный слой из пенобетона обеспечивает жёсткость, устойчивость конструкции, а также выравнивает поверхность, что в дальнейшем позволяет производить укладку следующего, второго массива из EPS-блоков быстро и без корректировок.

Откосы комбинированной дорожной насыпи укреплены пенобетоном, который защищает EPS-блоки от вероятных воздействий агрессивных веществ в процессе эксплуатации дороги. Наличие в конструкции пеножелезобетонной плиты способствует выравниванию верхнего слоя блоков и более равномерному распределению нагрузки. Также к пеножелезобетонной плите могут крепиться дорожные конструкции, например шумозащитные экраны, опоры освещения и т. д.

Наряду с вышеуказанными преимуществами комбинированной насыпи, следует отметить высокую стоимость этой конструкции, организационную и технологическую сложность строительства (особенно – укладку монолитного пенобетона на откосах, пеножелезобетонной плиты и т.п.).

Авторами предложено новое конструктивно-технологическое решение, значительно отличающееся от рассмотренных в данной статье (Заявка на изобретение зарегистрирована в ФБГУ ФИПС 24.10.2013 г., № 2013147555).

Задачей изобретения является разработка способа устройства плавающей насыпи из монолитного, армированного вспененного материала, приготавливаемого на месте строительства, обладающего требуемой несущей способностью и относительно низкой стоимостью (по сравнению с прототипами).

Указанный технический результат достигается тем, что предложен способ сооружения плавающей насыпи, включающий нанесение на поверхность слабого грунтового основания жидкого слоя вспененного полимерного материала заданной ширины. На образовавшуюся поверхность которого после наступления полимеризации укладывают армирующий геосинтетический материал, затем повторяют процесс укладки слоёв необходимое число раз до достижения требуемой высоты и геометрии плавающей насыпи (рис.4.).

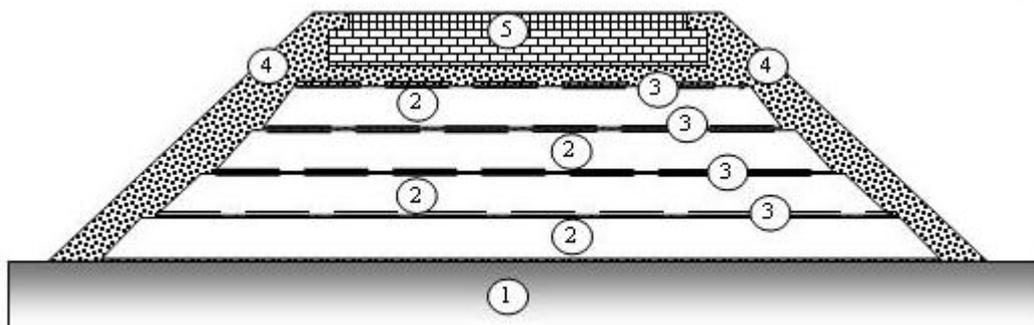


Рис. 4. Конструкция плавающей насыпи: 1 – слабое грунтовое основание; 2 – слои вспененного полимерного материала; 3 – армирующий геосинтетический материал; 4 – минеральный грунт; 5 – дорожная одежда с укрепленным основанием

Насыпь из вспененного полимерного материала засыпают минеральным грунтом толщиной не менее 0,3 м и устраивают дорожную одежду, нижний слой которой должен быть укреплен вяжущим. При этом общая высота нижней части насыпи из вспененного полимерного материала h_n и высота верхней части из минерального грунта вместе с дорожной одеждой $h_{мч}$ определяется из условий (1) и (4).

Возможность достижения монолитности конструкции достигается тем, что все слои из полимерной пены скрепляются между собой в процессе их нанесения и последующей полимеризации непосредственно в конструкции насыпи. Повышенная жесткость и прочность достигаются применением армирующих прослоек из геосинтетических материалов.

Идея создания подобной конструкции и технологии была продиктована и экономическими соображениями. Многие страны, где применяют EPS-блоки, по площади не превышают размеры среднего субъекта РФ. А перевозка «воздуха» на тысячи километров в нашей стране удваивает стоимость EPS-блоков. Поэтому стоимость конструкции с этими блоками зачастую становится сопоставимой со стоимостью конструкции на свайном основании.

Стоимость предлагаемой нами конструкции снижается ввиду того, что компоненты полимерной пены поступают на строительную площадку в жидком или твердом виде, когда их плотность в 35-40 раз выше, чем у полимерных блоков заводского изготовления. Поэтому значительно улучшаются логистические показатели этого решения (транспортные, складские затраты и т.д.).

На строительной площадке пену можно получать с помощью мобильных пеногенерирующих установок. Эти установки позволяют изготавливать полимерную пену с разной кратностью (соотношение между твердым и газообразным веществом), плотностью и прочностью, что позволяет регулировать плавающую способность и прочность материалов дорожной конструкции по высоте, ширине или в объеме, что, в конечном счете, позволяет еще и снизить стоимость плавающего земляного полотна. На заключительном этапе строительства полимерную часть плавающей насыпи засыпают минеральным грунтом, а затем устраивают дорожную одежду. Проведены первоначальные исследования некоторых

физико-механических свойств образцов пенополистирола изготовленных с помощью портативного пенообразователя в виде балок (100x100x400 мм) без армирования и с армированием двусоориентированной георешеткой из полипропилена с размером ячеек 30x30 мм. Определены: плотность, предел прочности при сжатии, на растяжение при изгибе; на растяжение; коэффициента Пуассона, модуль деформации.

Армирование не существенно изменяет показатели плотности, прочности при сжатии и коэффициента Пуассона, но значительно (до 50 %) увеличивает прочность на растяжение и растяжение при изгибе, модуль деформации.

В качестве примера была рассчитана дорожная конструкция с основанием из монолитного армированного пенопропилена при строительстве улицы Широтная в г. Сочи, которую проектировали и строили специалисты НПО «Мостовик». Участок строительства отличался сложными грунтово-гидрологическими условиями (глинистые заторфованные грунты в текучепластичном состоянии на глубину до 18 м, грунтовые воды на глубине 0,5-1,0 м.). В принятом проекте основание устраивалось из буронабивных свай с гибким ростверком (рис. 5.).

Выполнено моделирование предлагаемого варианта дорожной конструкции методом конечных элементов с использованием программного продукта «Лира» (рис. 6.).

Моделирование показало, что предлагаемая дорожная конструкция удовлетворяет требованиям по прочности и предельным деформациям.

Проведена оценка стоимости строительства конкурирующих вариантов дорожных конструкций ресурсным методом с помощью программного комплекса «Гранд – Смета». Сравнение показало, что предлагаемый вариант с основанием дорожной одежды из монолитного армированного пенополистирола дешевле проектной конструкции со свайным основанием в два раза.

Таким образом, по всем показателям предлагаемая дорожная конструкция более эффективна, чем проектная. Однако заказчик справедливо отказался от реализации конструкции с пенополистиролом, обосновывая это недостаточной изученностью вопроса, отсутствием опыта проектирования, строительства, а также нормативных документов по рассматриваемому вопросу.

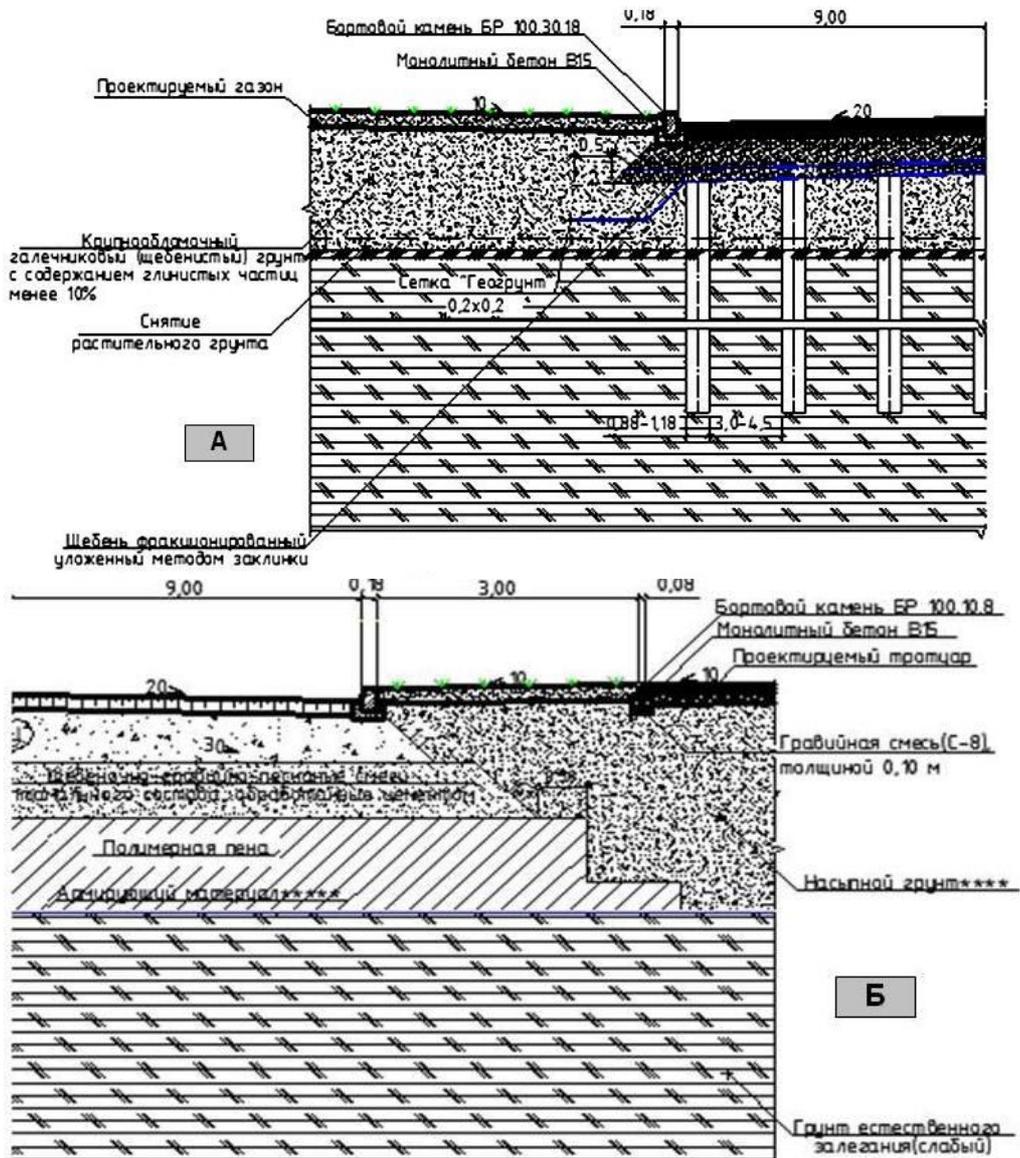


Рис. 5. Дорожные конструкции на ул. Широтная: А – проектная; Б – предлагаемая

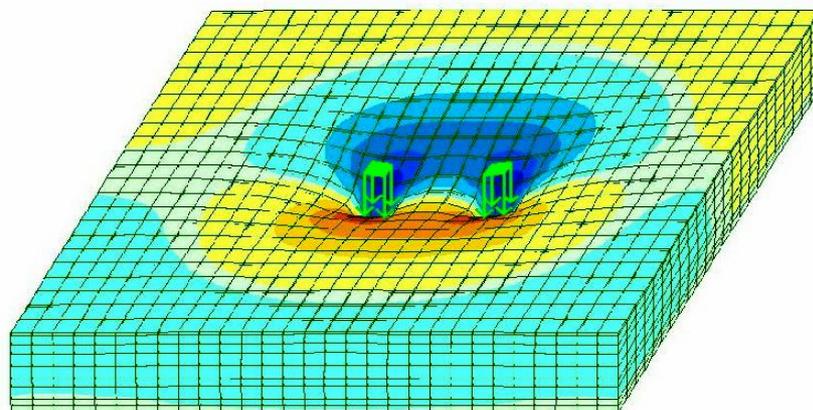


Рис. 6. Модель покрытия под действием нагрузки АК-11.5

Заключение

Исследования по рассматриваемому вопросу продолжаются.

Полистирол не является единственно возможным и самым лучшим полимером для рассматриваемых нами целей. Мы опираемся на имеющиеся разработки различных составов и технологий получения модифицированного полистирола путём совмещения гомополимера стирола с синтетическими каучуками, сополимеризации с другими мономерами, полимеризации производных стирола и др. Эти пластмассы обладают повышенной стойкостью к возгоранию, ударным воздействиям.

Необходима оптимизация предлагаемого конструктивно-технологического решения плавающей насыпи и решение ряда сложных задач:

- установить требуемую плотность и прочности по толщине и ширине насыпи, толщины слоёв, вид армирующего материала;
- подобрать (создать) мобильную пеногенерирующую установку с заданными параметрами по производительности и структуре выпускаемого вспененного полимера;
- изучить экологические аспекты применения новых материалов;
- решить вопросы о формировании вспененного полимера при низких температурах (предлагаемое решение можно использовать и в северных условиях – на заболоченных территориях, при строительстве на переувлажнённых и льдонасыщенных промороженных основаниях и т.п., где редко встречаются кондиционные грунты);
- построить опытно-производственные конструкции и осуществить их мониторинг;
- предложить методы расчёта предлагаемых конструкций;
- подготовить нормативно-методическую базу и многое другое.

Библиографический список

1. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* Министерство регионального развития РФ. - М., 2013. -135 с.
2. Указания по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на болотах /«Союздорпроект». – М.: СИ, 1963. -32 с.
3. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. М.: ФГУП "Информавтодор", 2004. -280 с.

4. Методические рекомендации по использованию торфа в нижней части насыпи при строительстве автомобильных дорог на болотах / Минтрансстрой СССР. - М.: Союздорнии, 1973. -21 с.

5. ГОСТ Р 55028-2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2013. -12с.

6. Медрес Е. П. Комбинированная дорожная насыпь на слабых грунтах с применением EPS-блоков и пенобетона / Вестник гражданских инженеров. С-Петербург. -2012. -№ 5 (34). - С. 199 – 203.

7. Arellano D., Horvath J. S., Stark T. D. Geofam Applications in the Design and Construction of Highway Embankments. - Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2004. - Ch. 1, 5.

8. Евтюков С. А., Медрес Е. П. Проектирование и строительство облегченных насыпей с применением EPS-блоков // Автомобильные дороги. -2007. -№10. -С.73-75.

9. Евтюков С. А., Медрес Е. П., Рябинин Г. А., Спектор А. Г. Строительство, расчет и проектирование облегченных насыпей. - СПб.: Изд. ИД «Петрополис», 2009. -260 с.

10. Евтюков С. А., Медрес Е. П. Строительство дорожных насыпей на слабых грунтах: подходы и методы //Наука и транспорт. Транспортное строительство. - СПб. -2012. -№4. –С.31-33.

11. Медрес Е. П. Комбинированная дорожная насыпь на слабых грунтах с применением EPS-блоков и пенобетона // Вестник гражданских инженеров. -2012. -№ 5 (34). -С. 199–203.

12. Матюсова Е. Ю. Гидростатическое всплытие трапецидальной насыпи из пенополистирола. подбор пригруза // Современные проблемы науки и образования. -2012. -№ 4; URL: www.science-education.ru/104-6820.

13. Медрес Е. П., Евтюков С. А. Эффективность применения технологий строительства дорожных насыпей на слабых грунтах // Мир дорог. -2013. - №66/март. - С.32-34.

14. ОДМ 218.56.003-2010 Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог / Росавтодор. - М.:»Информавтодор», 2010. -140 с.

MODERN STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FLOATING IN CONSTRUCTION ROAD EMBANKMENT

V. V. Sirotyuk, E. A. Nosov, D. E. Ryabov

Deals with modern design and technology solutions in the construction of embankments floating roadbed roads on weak foundations. Floating proposed to build a mound of the blocks of expanded polystyrene are not prefabricated and monolithic construction in the form of a foamed polymeric material reinforced geogrid.

Keywords: floating embankment, reinforced foamed polymeric material.

Bibliographic list

1. Set of rules 34.13330.2012 Highways. Building Regulations 2.05.02-85* Updated edition. Ministry of Regional Development. - M., 2013. -135 p.
2. Design information roadbed roads in swamps / "Soyuzdorproekt." -M.: SI, 1963. -32 p.
3. Manual of engineering roadbed roads on soft soils. Moscow: Federal State Unitary Enterprise "Informavtodor" 2004. -280 p.
4. Guidelines on the use of peat in the bottom of the embankment for construction of highways in the swamps / Mintransstroy USSR. -M.: Soyuzdornii, 1973. -21 p.
5. State standart R 55028-2012 Public road. Geosynthetic materials for road construction. Classification, terminology and definitions. -M.: Standartinform, 2013. 12 p.
6. Madras E.P. Combined road embankment on soft soils using EPS-blocks and foam concrete / Bulletin of Civil Engineers. St. Petersburg. -2012. - № 5 (34). -p. 199-203.
7. Arellano D., Horvath J. S., Stark T. D. Geofoam Applications in the Design and Construction of Highway Embankments. - Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2004. - Ch. 1, 5.
8. Evtukov S. A., Madras E. P. Design and construction of embankments using lightweight EPS-blocks // Roads. -2007. - № 10. -P.73-75.
9. Evtukov S. A., Madras E. P. Ryabinin G. A., Spector A. G. Construction, analysis and design of lightweight embankments. SPb.: Ed. ID "Petropolis", 2009. -260 p.
10. Evtukov S. A., Madras E. P. Construction of road embankments on soft soils: approaches and

methods // Science and Transportation. Transport construction. SPb. -2012. - № 4. -P.31-33.

11. Madras E. P. Combined road embankment on soft soils using EPS-blocks and foam concrete // Bulletin of Civil Engineers. -2012. - № 5 (34). -C. 199-203.

12. Matusova E. J. Hydrostatic ascent trapezoidal road embankment of styrofoam. selection cantledge // Modern problems of science and education. -2012. - № 4; URL: [www.science-education.ru / 104-6820](http://www.science-education.ru/104-6820).

13. Madras E. P., Evtukov S. A. Effectiveness of construction technology of road embankments on soft soils // World of roads. -2013. - № 66/march. -P32-34.

14. Road guidance document 218.56.003-2010 Recommendations for use of geosynthetic materials in the construction and repair of roads / Rosavtodor. - M.: "Informavtodor", 2010. -140 p.

Сиротюк Виктор Владимирович – доктор технических наук, профессор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Общее количество опубликованных работ: 240. E-mail: SirVV@yandex.ru

Евгений Александрович Носов - Инженер Дизайн институт Научно-Производственное объединение "Мостовик". Количество публикаций: 2. E-mail: nosov_evg@mail.ru

Рябов Дмитрий Эдуардович - Студент факультета "мосты и Дороги", Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). E-mail: dmitrir01@yandex.ru

РАЗДЕЛ III

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 004.942

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ УКЛАДКИ ДОРОЖНЫХ ПЛИТ

С. А. Зырянова, С. Н. Паркова

Аннотация. В статье приводится расчет кинематических параметров промышленных/строительных манипуляторов, с помощью программного продукта MATLAB инструмента Robotics Toolbox.

Ключевые слова: строительный манипулятор, метод однородных координат, зона обслуживания, шарнирные и призматические соединения кинематических пар.

Введение

Проектирование и моделирование в автоматизированном режиме сложных динамических систем, таких как строительные манипуляторы, при использовании мощной электронно-вычислительной техники, позволяет сократить время принятия проектно-конструкторских решений при создании или модернизации машины, ее типовых узлов и агрегатов; существенно снижает затраты на стадии разработки.

Исследование строительного манипулятора для укладки дорожных плит на базе его математического описания (математической модели)

Основными характеристиками манипуляторов являются число степеней подвижности, маневренность, грузоподъемность. Строительные манипуляторы в большинстве случаев должны обеспечивать поступательные движения рабочих органов по трем координатам; их поворот вокруг одной, двух или трех осей; вращательные движения относительно одной оси с одновременным поступательным перемещением относительно двух других или два вращательных движения и одно поступательное перемещение в радиальном направлении.

Двигательные способности манипулятора определяются его кинематической структурой, т.е. видом и расположением кинематических пар. Кинематическим управлением называют управление манипулятором, описываемым кинематической моделью. Кинематическая цепь манипулятора состоит из кинематических пар вращательного и поступательного типов. В этом случае число степеней свободы механизма равно числу подвижных звеньев. Характерной особенностью

кинематической схемы является то, что она представляет плоский механизм, то есть все звенья лежат в плоскости, проходящей через звено поворота. Эта особенность характерна для всех строительных манипуляторов. Второй характерной особенностью является то, что оси вращения и перемещения кинематических пар либо параллельны друг другу, либо взаимно перпендикулярны. Для осуществления произвольного перемещения и ориентации объекта манипулирования в пространстве необходимо, чтобы манипуляционная система имела 6 степеней подвижности. При большем их числе механизм обладает избыточностью и для управления им необходимо вводить ограничения [1].

Для описания сложносочлененных пространственных систем в настоящее время применяется метод обобщенных координат, который позволяет преобразовать системы координат (поворот и перенос координатных осей) путем перемножения на соответствующие матрицы размером 4×4 . Данный способ упрощает переход из одной системы координат в другую [2].

Поскольку любая математическая модель является идеализированным объектом, необходимо с этой целью принять основные допущения, позволяющие не учитывать мало значимые параметры при рассмотрении физических процессов, происходящих в системе объекта исследования.

При описании механической подсистемы строительного манипулятора принимаются следующие допущения:

- манипулятор представляет собой пространственный шарнирно-сочлененный мно-

гозвенник (элементы металлоконструкций абсолютно жесткие);

- строительный манипулятор является голономной стационарной системой;
- люфты в шарнирных сочленениях отсутствуют;
- силы сухого трения в шарнирах отсутствуют;
- внешние силы, действующие на манипулятор, являются сосредоточенными;
- инерционные свойства элементов металлоконструкций характеризуются массами, координатами центров масс, моментами инерции, центробежными моментами инерции;
- упруго-вязкие свойства гидроприводов представлены телами Фохта.

Для рассмотрения пространственного положения манипуляционного механизма и построения алгоритмов управления перемещением звеньев необходимо осуществлять выбор систем координат. В качестве основной системы координат обычно используется декартова система, связанная с основанием манипулятора. В ряде случаев в качестве основной системы координат может использоваться цилиндрическая или сферическая системы. С целью описания конфигурации манипулятора с каждым звеном обычно связывают локальные системы координат. На различных этапах проектирования строительных роботов, а также при решении задач управления ими приходится решать так называемые прямые и обратные задачи кинематики о положениях, скоростях и ускорениях. Алгоритмы решения этих задач составляют кинематическую модель манипулятора. В качестве инерциальной системы координат в данной работе используется правая система декартовых координат. Каждому звену системы присваивалась собственная локальная система координат. Пространственная динамическая система строительного манипулятора рассматривается в правой инерциальной системе координат $O_0X_0 Y_0Z_0$, начало которой точка O_0 в состоянии покоя совпадает с точкой O_1 , координаты которой заданы в локальной системе координат $O_1X_1 Y_1Z_1$, связанной с рамой трактора. Ось X_0 по направлению к

рабочему органу, а ось Y_0 направлена вертикально вверх.

Соблюдены следующие правила:

- начала локальных систем координат обычно расположены на осях шарниров;
- ось X_i направлена так, чтобы проходила через шарнир $i+1$ звена;
- ось O_iY_i совпадает с осью i -го шарнира;
- ось O_iZ_i перпендикулярна осям O_iX_i и O_iY_i одновременно и дополняет их до правой триады.

На рисунке 1 приведена расчетная схема строительного манипулятора, основными расчетными звеньями являются:

1. Базовое шасси манипулятора, включая платформу с центром масс в точке O_1 и связанной с ней системой координат $O_1X_1Y_1Z_1$, там же расположена инерционная система координат $O_0X_0Y_0Z_0$.

2. Поворотная колонна рабочего оборудования и связанной с ней системой координат $O_2X_2Y_2Z_2$.

3. Стрела и связанной с ней системой координат $O_3X_3Y_3Z_3$.

4. Рукоять и связанной с ней системой координат $O_4X_4Y_4Z_4$.

5. Рабочий орган – захват с грузом и связанная с ним система координат $O_5X_5Y_5Z_5$.

6. Поворот захвата и связанная с ним система координат $O_6X_6Y_6Z_6$.

Математическое описание строительного манипулятора начинается с выбора его обобщенных координат так, чтобы каждая координата описывала состояние соответствующего звена расчетной схемы.

Для пространственной расчетной схемы строительного манипулятора (рисунок 1) приняты восемь обобщенных координат q_j ($j=1...8$) представленные в таблице 1.

Упруго-вязкие свойства динамических связей, представленные на схеме (рисунок 1) в виде тел Фохта, характеризуются в динамических моделях гидроцилиндра рабочего оборудования и в динамических моделях ходового оборудования коэффициентом жесткости C_i и коэффициентом вязкости b_i .

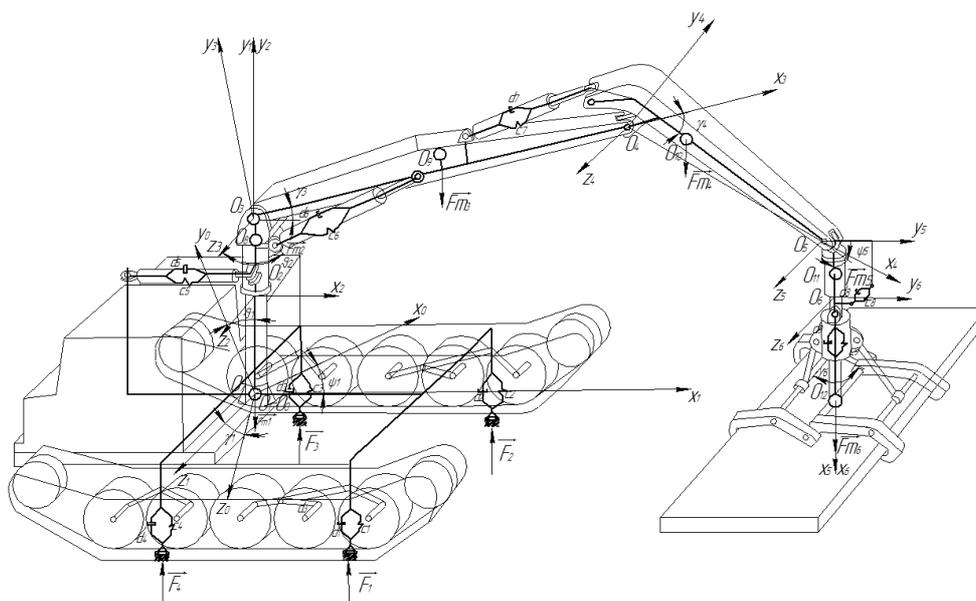


Рис. 1. Расчетная схема строительного манипулятора для укладки дорожных плит

Таблица 1— Обобщенные координаты

Обобщенные координаты	Независимые переменные	Значение
q_1	Y_1	перемещение центра масс точки O_1 вдоль оси O_0Y_0
q_2	ψ_1	поворот базового шасси вокруг оси O_1X_1
q_3	γ_1	поворот базового шасси вокруг оси O_1Z_1
q_4	\square_2	поворот рабочего оборудования вокруг оси O_2Y_2
q_5	γ_3	поворот стрелы вокруг оси O_3Z_3
q_6	γ_4	поворот рукояти вокруг оси O_4Z_4
q_7	γ_5	поворот рабочего органа вокруг оси O_5Z_5
q_8	ψ_6	поворот захвата вокруг оси O_6X_6

Исходя из вышеизложенного, составленная расчетная схема может быть использована для вывода уравнений геометрической связи между элементами рабочего оборудования, уравнений статики и динамики строительного манипулятора.

Программный продукт MATLAB позволяет подключать инструмент Robotics Toolbox для расчета кинематических параметров промышленных/строительных манипуляторов.

Данный инструмент организован, как класс со своими методами и свойствами, используя в своей основе метод однородных координат. Он позволяет получать различные кинематические характеристики для манипуляторов, имеющих в своей структуре шарнирные или призматические соединения кинематических пар.

Класс роботов Serial-Link

Данный класс включает следующие методы и свойства:

✓ Методы:

- Plot() - отображает графическое представление робота;
- Teach() – интерактивное управление роботом;
- Isspherical() – проверка на наличие сферического шарнира;
- Islimit() - проверка на ограничения шарнира;
- Fkine() – решение прямой задачи кинематики;
- lkine6s() – решение обратной задачи кинематики для робота с 6 степенями свободы и сферическими поворотными шарнирами;
- lkine3() – решение обратной задачи кинематики для робота с 3 степенями свободы;
- lkine() – решение обратной задачи кинематики используя метод итераций;
- Jacob0() – матрица Якобиана в мировых координатах;

- Jacobn() – матрица Якобиана в локальных координатах;
- Maniply() – коэффициент манипулятивности;
- Jtraj() – траектория перемещения в пространстве;
- Accel() – ускорение шарнира;
- Coriolis() – силы Кориолиса на шарнире;
- Dyn() – отображение динамических характеристик звена;
- Fdyn() – перемещение шарнира;
- Friction() – силы трения;
- Gravload() – силы гравитации;
- Inertia() – матрица моментов инерции;
- Nofriction() – не учитывать силы трения;
- Rne() – угловая скорость/сила;
- Payload() – добавление нагрузки на последнее звено;
- Perturb() – задание произвольного возмущающего воздействия;
- ✓ Свойства (запись, чтение):
- Links – вектор объектов звеньев [1xN];
- Gravity – направление гравитации [gx gy gz];
- Base – позиция базы робота;

- Tool – средство трансформации робота, T6 ;
 - Qlim – ограничения шарнира [qmin, qmax] (Nx2)
 - Offset – кинематическое смещение координат шарнира (Nx1)
 - Name – имя робота используемое при графическом отображении;
 - Manuf – аннотация;
 - Comment – комментарии;
 - Plotopt - опции метода plot();
 - ✓ Свойства (чтение):
 - N – количество звеньев;
 - Config – информация о конфигурации шарнира;
 - Mdh – используемое кинематическое соглашение представленное в двоичном виде: 0=DH, 1=MDH [3].
- Рассмотрим работу с данным инструментом на следующем, конкретном примере: необходимо определить зону обслуживания трехзвенного строительного манипулятора для укладки дорожных плит с параметрами представленными в таблице 2.

Таблица 2 — Исходные данные

Звено, n	a_n	α_n	d_n	Θ_n
1	3,88	0	0	$-(1/12)\pi \leq \theta_1 \leq (13/36)\pi$
2	1,9	0	0	$-(11/12)\pi \leq \theta_2 \leq -(11/36)\pi$
3	0,97	0	0	$-(11/12)\pi \leq \theta_3 \leq (1/12)\pi$

Отметим, что, в соответствии с методом, кинематическую схему, представленную на рисунке 1, можно описать используя следующие 4 параметра:

1. d_n - смещение звена – дистанция по оси Z_{n-1} от центра локальной системы звена n-1 до Z_{n-1} ;
2. θ - угол между осями x_{n-1} и x относительно оси Z_{n-1} ;
3. a_n - длина звена - расстояние между осями Z_{n-1} и Z_n по x_n ;
4. α - изгиб звена - угол между осями Z_{n-1} и Z_n относительно x_n .

Для шарнирных соединений параметр θ является переменной величиной, d – константой, в то время, как для призматических соединений d является переменной величиной, θ – константой, следовательно, обобщенная координата:

$$q_i = \begin{cases} \theta_i, & \text{для шарнирных соединений} \\ d_i, & \text{для призматических соединений} \end{cases}$$

Для параметризации звеньев используется команда LINK([α d a θ σ], CONVENTION), пятый базовый параметр обозначает тип соединения кинематической пары: 0- шарнирное соединение, 1 – призматическое соединение; шестой параметр означает метод параметризации: 'standard' – стандартный метод однородных координат, 'modified' – модифицированный метод однородных координат.

Задаем параметры звеньев в соответствии с таблицей:

```
>> L(1)=link([0 0 3,88 0], 'standard');
>> L(2)=link([0 0 1,9 0], 'standard');
>> L(3)=link([0 0 0,97 0], 'standard');
Создаем экземпляр класса robot:
>> twolink = SerialLink(L, 'name', 'two link');
```

Отображаем объект с помощью команды `twolink.plot(q)`, где $(q) = [q_1; q_2; q_3]$ (рисунок 2):

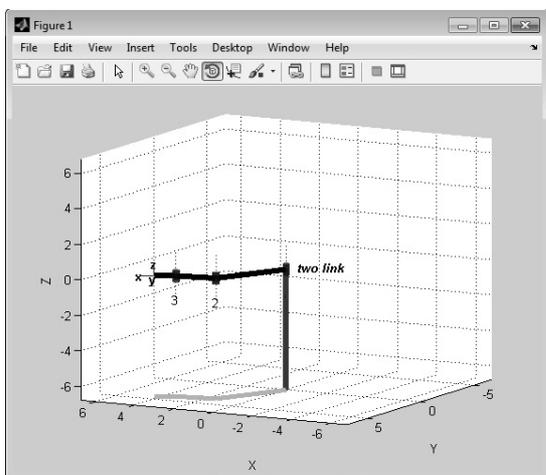


Рис. 2. Схематическое изображение манипулятора

Также в инструменте есть панель управления манипулятором, посредством изменения параметров q_i в интерактивном режиме, вызываемая командой `twolink.teach()`. Внешний вид панели управления для текущей задачи представлен на рисунке 3.

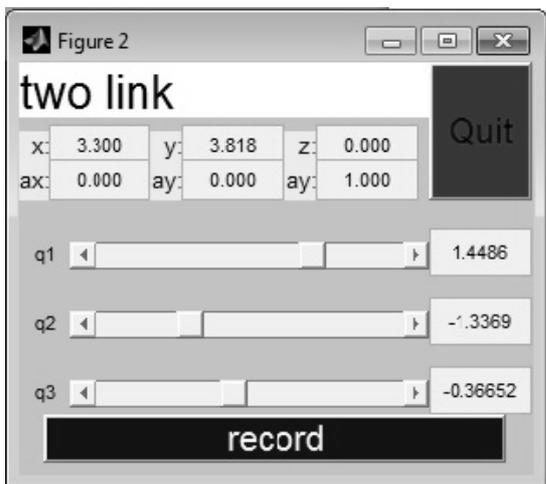


Рис. 3. Панель управления манипулятором

Введем ограничения на изменения параметров q_i и построим зону обслуживания на плоскости для данного манипулятора, используя функцию `fkine([q1 q2 q3])` инструмента Robotics Toolbox, которая позволяет решать прямую задачу кинематики.

```
>>L(1).qlim=[-pi/12 13*pi/36];
>>L(2).qlim=[-11*pi/12 -11*pi/36];
>>L(3).qlim=[-11*pi/12 pi/12];
```

Варьируя параметры q_i в пределах ограничений с шагом 0.01, следующим образом,

получаем рабочую зону отображенную на рисунке 4:

```
>>i=0;
>>for a1=-pi/12:0.01:(13*pi/36)
>>for a2=-11*pi/12:-0.01:(-11*pi/36)
>>for a3=-11*pi/12:(1/12)*pi
>>i=i+1;
>>T=twolink.fkine([a1 a2 a3]);
>> MAT(:,i)=T*[0 0 1]';
>>end
>>end
>>end
>>plot(MAT(1,:),MAT(2,:));
```

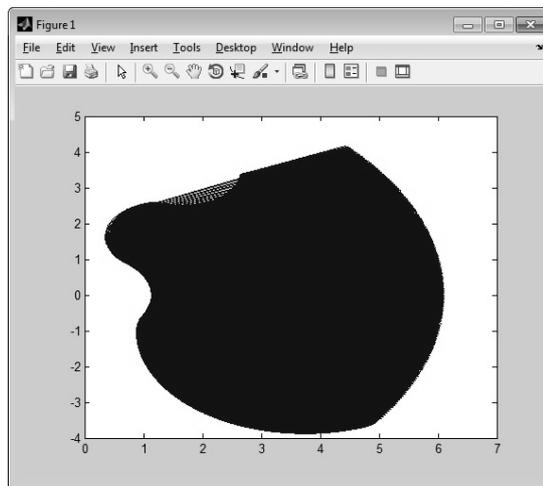


Рис. 4. Зона обслуживания манипулятора

Заключение

В заключении отметим, что данный инструмент не ограничивается решением только кинематических задач, он также позволяет решать задачи динамики, имеет в своем составе различные графические элементы и методы, позволяющие достигать поставленных целей. Инструмент полезен для анализа экспериментов с реальными манипуляторами.

Библиографический список

1. Пол Р. П. Роботы манипуляторы: математика, программирование и контроль/ Р. П. Пол - Кембридж, Массачусетс: MIT Press, 1981.
2. Булгаков А. Г. Автоматизация и роботизация строительных процессов и производств: монография / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев, С. И. Евтушенко и др. – М.: Изд-во Рос. инж. акад., 2006. – 242 с.
3. Peter Corke. Robotics Toolbox for MATLAB // February 2013. URL: <http://www.petercorke.com/robot> (дата обращения 03.2014)

**THE AUTOMATED CALCULATION
OF KINEMATIC PARAMETERS OF THE
CONSTRUCTION MANIPULATOR FOR LAYING
OF ROAD PLATES**

S. A. Zyryanova, S. N. Parkova

Calculation of kinematic parameters of industrial/construction manipulators is given in article, by means of the Robotics Toolbox tool MATLAB software product.

Keywords: construction crane, the method of homogeneous coordinates, service area, and the hinge connection prismatic kinematic pairs.

Bibliographic list

1. Paul R. P. Robots manipulators: mathematics, programming and control / RP Paul - Cambridge, Mass.: MIT Press, 1981.
2. Bulgakov A. G. Automation and robotics construction processes and production: monograph / A. Bulgakov, V. A. Vorobyev, S. I. Yevtushenko, etc. - M.: Publishing house of Russia. Ing. Acad., 2006. - 242.

УДК 621.879

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВИБРОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ
АВТОГРЕЙДЕРОВ НА ОСНОВЕ ИХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

П. А. Корчагин

Аннотация. В статье описываются математические модели динамических систем "автогрейдер - оператор". Представлены расчетные схемы автогрейдеров различных колесных формул. Приводятся описания программ, позволяющих автоматизировать процесс проектирования виброзащитных систем автогрейдеров.

Ключевые слова: автогрейдер, виброзащита, виброзащитные системы, математическое моделирование.

Введение

В строительстве и коммунальном хозяйстве используется разнообразный парк автогрейдеров. Эффективность работы автогрейдера напрямую зависит от условий труда оператора. Серийные машины, как правило, обеспечивают «безопасные», а «комфортные» условия труда. Длительное воздействие «безопасных» шума и вибрации приводит к повышенной утомляемости оператора, увеличению количества совершаемых им ошибок, увеличению времени реакции и как следствие снижению эксплуатационной производительности машины. Международные стандарты безопасности требуют обеспечения минимально возможных, для современного развития техники, динамических воздействий на оператора. Для разработки эффективных виброзащитных систем и получения их научно-обоснованных параметров разработчик должен обладать автоматизированной системой проектирования, в основе которой лежит математическая модель машины.

3. Peter Corke. Robotics Toolbox for MATLAB // February 2013. URL: <http://www.petercorke.com/robot> (date accessed 03.2014)

Зырянова Светлана Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований - система автоматизации проектирования строительных и дорожных машин. Имеет 25 опубликованных работ. e-mail: svetazyr@newmail.ru

Паркова Светлана Николаевна – аспирантка кафедры «АПП и Э», преподаватель кафедры «Информационные технологии» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований - система автоматизации проектирования строительного манипулятора для укладки дорожных плит. Имеет 11 опубликованных работ. e-mail: sveta.parkova@mail.ru

Основная часть

Все существующие конструкции автогрейдеров можно классифицировать по различным признакам: по мощности установленного двигателя, по весу, по количеству колесных осей и типу колесной схемы и по ряду других признаков. Земляные работы обычно выполняют средними и тяжелыми автогрейдерами, имеющими, как правило, колесную формулу 1х2х3 или 1х3х3. Легкие автогрейдеры используются в городском коммунальном хозяйстве для ремонта, летнего и зимнего содержания дорог и других объектов в городах и населенных пунктах и имеют колесную формулу 1х2х2 или 1х1х2. Автогрейдеры легкого типа имеют существенные отличия от средних и тяжелых автогрейдеров. Узлы и агрегаты автогрейдера с колесной формулой 1х2х3 или 1х3х3 в большинстве случаев смонтированы на основной раме, являющейся основой машины. Для улучшения профилировочных свойств используется балансирующая подвеска задних колес. Легкие автогрей-

деры с колесной формулой 1x2x2 (1x1x2) изготавливаются обычно на базе колесных тракторов, а значит, у них отсутствует балансирная подвеска колес. Рабочее оборудование устанавливается на хребтовой балке [2].

В связи с этим были предложены две обобщенные расчетные схемы динамических систем: «трехосный автогрейдер – оператор» (рис. 1.) и «двухосный автогрейдер – оператор» (рис. 2.), отражающие наиболее общие признаки трехосных автогрейдеров с колесной формулой 1x2x3 (1x3x3) и двухосных автогрейдеров с колесной формулой 1x2x2 (1x1x2) соответственно [2].

Обобщенная расчетная схема динамической системы «трехосный автогрейдер – оператор» представляет собой систему с восемью сосредоточенными массами. Обобщенная расчетная схема динамической системы «двухосный автогрейдер – оператор» представляет собой систему с пятью сосредоточенными массами [2].

Несмотря на ряд конструктивных отличий, обе расчетные схемы имеют элементы, вы-

полняющие аналогичные движения. Для удобства составления математических моделей таким элементам были присвоены одинаковые индексы (таблица 1) [2].

При составлении расчетных схем приняты следующие допущения [1, 2]:

- автогрейдер представляет собой пространственную разветвленную кинематическую цепь с наложенными на нее упруговязкими динамическими связями;
- связи, наложенные на колебательную систему, являются голономными и стационарными;
- люфты в шарнирах отсутствуют;
- силы сухого трения в гидроцилиндрах, в виду их малости, принимаются равными нулю;
- ходовое оборудование имеет постоянный контакт с опорной поверхностью;
- элементы рабочего оборудования представлены как абсолютно жесткие стержни с сосредоточенными массами;
- скорость движения машины постоянна.

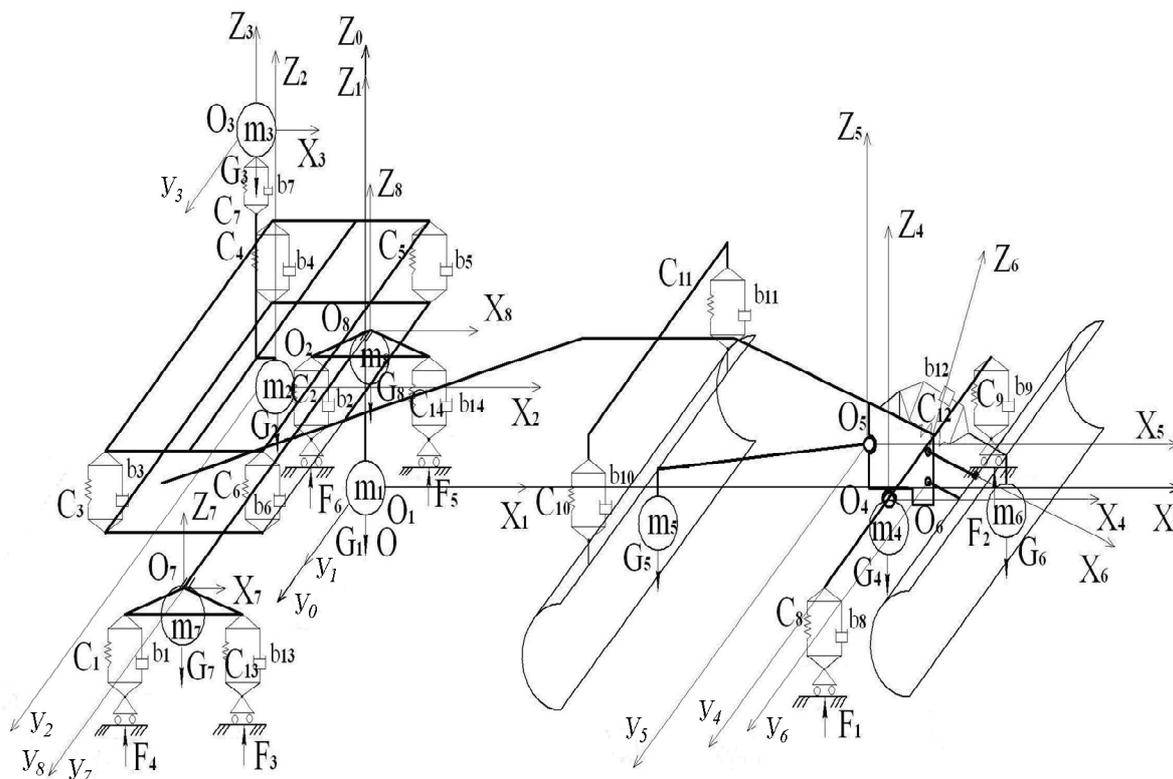


Рис. 1. Расчетная схема динамической системы «трехосный автогрейдер – оператор»

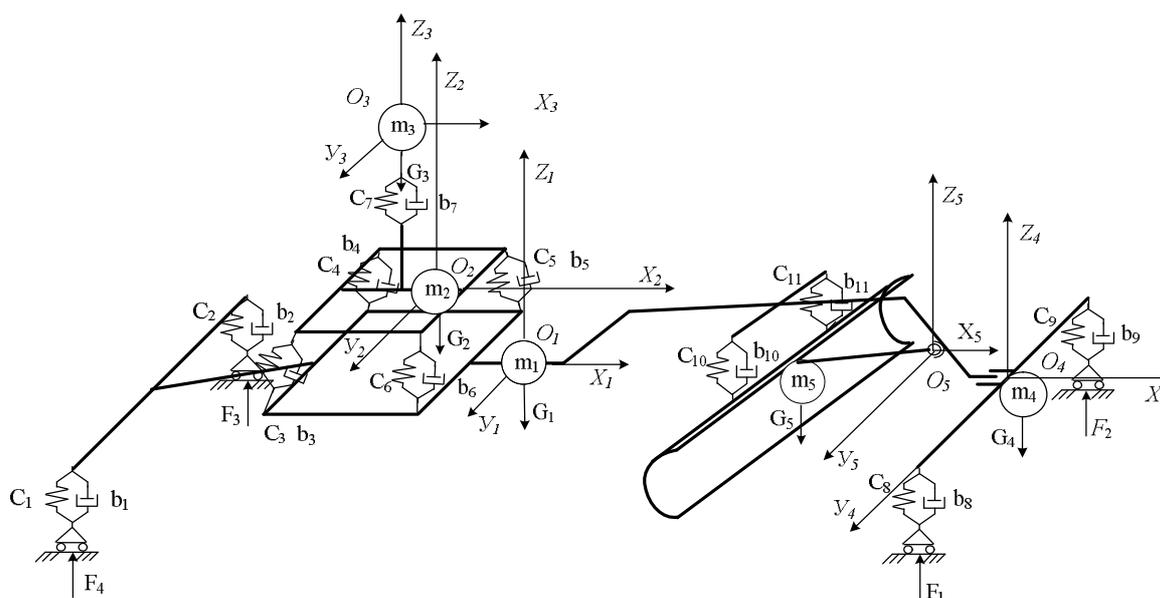


Рис. 2. Расчетная схема динамической системы «двухосный автогрейдер – оператор»

Упруговязкие свойства динамических связей, наложенных на звенья системы, характеризуются в динамических моделях гидроцилиндров рабочего оборудования коэффициентами жесткости C_{10}, C_{11}, C_{12} и коэффициентами вязкости b_{10}, b_{11}, b_{12} ; в динамических моделях ходового оборудования и грунта – коэффициентами $C_1, C_2, C_8, C_9, C_{13}, C_{14}$ и $b_1, b_2, b_8, b_9, b_{13}, b_{14}$.

Упруговязкие свойства амортизаторов кабины характеризуются коэффициентами C_3, \dots, C_6 и b_3, \dots, b_6 .

Упруговязкие свойства подрессоренного кресла человека-оператора характеризуются коэффициентами C_7, b_7 .

Кроме того, звенья расчетной схемы характеризуются также моментами инерции J_{ix}, J_{iy}, J_{iz} и центробежными моментами инерции $J_{ixy}, J_{ixz}, J_{izy}$ относительно связанных систем координат.

Таблица 1 — Сосредоточенные массы расчетных схем

m_i	Система координат	«трехосный автогрейдер – оператор»	«двухосный автогрейдер – оператор»
m_1	$O_1 X_1 Z_1 Y_1$	Рама автогрейдера. Центр O_1 совпадает с центром масс автогрейдера	Рама автогрейдера. Центр O_1 совпадает с центром масс рамы автогрейдера
m_2	$O_2 X_2 Z_2 Y_2$	Кабина автогрейдера. Центр O_2 совпадает с центром масс кабины автогрейдера	Кабина автогрейдера. Центр O_2 совпадает с центром масс кабины автогрейдера
m_3	$O_3 X_3 Z_3 Y_3$	Оператор, включающий в себя массу кресла. Центр O_3 совпадает с центром масс оператора	Оператор, включающий в себя массу кресла. Центр O_3 совпадает с центром масс оператора
m_4	$O_4 X_4 Z_4 Y_4$	Передний мост. Центр O_4 расположен в шарнире, соединяющем хребтовую балку и передний мост	Передний мост. Центр O_4 расположен в шарнире, соединяющем хребтовую балку и передний мост
m_5	$O_5 X_5 Z_5 Y_5$	Тяговая рама. Центр O_5 расположен в шарнире крепления тяговой рамы к хребтовой балке	Тяговая рама. Центр O_5 расположен в шарнире крепления тяговой рамы к хребтовой балке
m_6	$O_6 X_6 Z_6 Y_6$	Отвал бульдозера. Центр O_6 совпадает с верхней центральной точкой отвала	_____
m_7	$O_7 X_7 Z_7 Y_7$	Правый балансир. Центр O_7 совпадает с шарниром балансира	_____
m_8	$O_8 X_8 Z_8 Y_8$	Левый балансир. Центр O_8 совпадает с шарниром балансира	_____

Обобщенные координаты расчетных схем «автогрейдер – оператор» представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Обобщенные координаты расчетных схем «автогрейдер – оператор»

q _i		«трехосный автогрейдер – оператор»	«двухосный автогрейдер – оператор»
q ₁	X ₁	Перемещение рамы в вертикальной плоскости	
q ₂	v ₁	Поворот рамы в продольной вертикальной плоскости	
q ₃	γ ₁	Поворот рамы в поперечной вертикальной плоскости	
q ₄	Z ₂	Вертикальное перемещение кабины	
q ₅	v ₂	Поворот кабины в продольной вертикальной плоскости	
q ₆	γ ₃	Поворот кабины в поперечной вертикальной плоскости	
q ₇	Z ₃	Вертикальное перемещение кресла с оператором	
q ₈	γ ₄	Поворот переднего моста в поперечной вертикальной плоскости	
q ₉	v ₅	Поворот универсального отвала в продольной вертикальной плоскости	
q ₁₀	γ ₅	Поворот универсального отвала в поперечной вертикальной плоскости	
q ₁₁	v ₆	Поворот отвала бульдозера в продольной вертикальной плоскости	_____
q ₁₂	v ₇	Поворот правого балансира в продольной вертикальной плоскости	_____
q ₁₃	v ₈	Поворот левого балансира в продольной вертикальной плоскости	_____

Математические модели динамических систем «трехосный автогрейдер – оператор» и «двухосный автогрейдер – оператор» были получены с помощью уравнений Лагранжа второго рода и представлены системами 13 и 10 (соответственно) дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами, являющимися функциями больших значений обобщенных координат и конструктивных параметров [2]:

$$A_q \ddot{q} + B_q \dot{q} + C_q q = \ddot{Q}f,$$

где A_q, B_q, C_q – матрицы коэффициентов дифференциальных уравнений размером 13x13 (10x10); \ddot{q}, \dot{q}, q – матрицы размером 13x1 (10x1), представляющие малые значения соответственно ускорений, скоростей и обобщенных координат; $\ddot{Q}f$ – матрица сил размером 13x1 (10x1).

Каждое уравнение системы имеет вид [2]:

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{\ell} \text{tr}[U_{ij} H_i U_{iv}^T] \ddot{q}_j + \sum_{u=1}^n \sum_{v=1}^{\ell} \text{tr}[M_{uj} B_u M_{uv}^T] \dot{q}_v + \sum_{u=1}^n \sum_{j=1}^{\ell} \text{tr}[M_{uj} N_u M_{uv}^T] q_v + \sum_{i=1}^k m_i g G^T U_{ij} \bar{R}_i = \sum_{r=1}^m \bar{F}_r U_{ij} \bar{R}_{ir}.$$

где H_i, B_u, N_u – матрицы размером 4x4, характеризующие соответственно инерционные свойства i-го звена, диссипативные и упругие свойства u-го элемента; m_i – масса i-го звена; g – ускорение свободного падения; R_i

и R_{ir} – векторы соответственно координат центра масс и точек приложения внешних сил; F_{ir} – вектор r-й внешней силы.

$$U_{ij} = \frac{\partial T_i}{\partial q_j}; \quad M_{uj} = \frac{\partial \Gamma_u}{\partial q_j},$$

где T_i – матрица размером 4x4 перехода из i-той системы в инерциальную систему координат; Γ_u – матрица размером 4x4 перехода из системы координат подвижного конца в систему координат неподвижного конца упруговязкого элемента [2, 3].

Таким образом, было получено математическое описание динамических систем «трехосный автогрейдер – оператор» и «двухосный автогрейдер – оператор». Полученная математическая модель динамической системы «трехосный автогрейдер – оператор» представляет собой систему из тринадцати дифференциальных уравнений, динамической системы «двухосный автогрейдер – оператор», десяти дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами, являющимися функциями конструктивных параметров и больших значений обобщенных координат.

Для расчета на ЭВМ, стандартными средствами программного продукта MATLAB была составлена программы «MOTOR GRADER» и «MOTOR GRADER 1» (соответственно для схем двухосного и трехосного автогрейде-

ров). Исходными данными для программ «MOTOR GRADER» являются: геометрические размер, массы и моменты инерции звеньев, коэффициенты жесткости и вязкости упруговязких элементов системы. Исходные данные вводятся в программы в виде составленного на языке программирования MATLAB M-файла. M-файл является типичным объектом языка программирования системы MATLAB. Одновременно он является полноценным модулем с точки зрения структурного программирования, поскольку содержит входные и выходные параметры и использует аппарат локальных переменных [2, 4].

Дифференциальные уравнения были решены с помощью приложения Simulink [4].

В расширении Simulink стандартными средствами библиотеки элементов построены структурные схемы. Структурная схема (рис. 3 и 4.), соответствующая динамической системе «трехосный автогрейдер – оператор», состоит из тринадцати крупных подсистем, соединенных линиями связи. Каждая подсистема представляет собой одну обобщенную координату автогрейдера. Линии связи передают изменения геометрического состояния одной координаты к другой. Отдельными подсистемами представлены возмущающие воздействия от действия микро-рельефа и силовой установки. Структурная схема, соответствующая динамической сис-

теме «двухосный автогрейдер – оператор», состоит из десяти крупных подсистем и построена по такому же принципу.

Построенные структурные схемы соответствуют геометрическим и линейным показателям двух- и трехосных автогрейдеров и позволяют:

1) проследить влияние изменения геометрического положения одного из опорных элементов на изменение геометрического положения различных элементов машины и на саму машину в целом;

2) задавать различные возмущающие воздействия, тем самым моделировать движение автогрейдера по различным поверхностям с различной скоростью;

3) изменением коэффициентов жесткости и вязкости упруговязких элементов получить требуемые характеристики подвески кабины и кресла оператора, отвечающие санитарным нормам;

4) проследить распространение вибрации по структуре машины.

Программы «MOTOR GRADER» и «MOTOR GRADER 1» позволяют решать как уравнения статики, так и уравнения динамики при различных вариантах приложения внешних сил. Выходными данными могут быть перемещения, скорости и ускорения элементов системы.

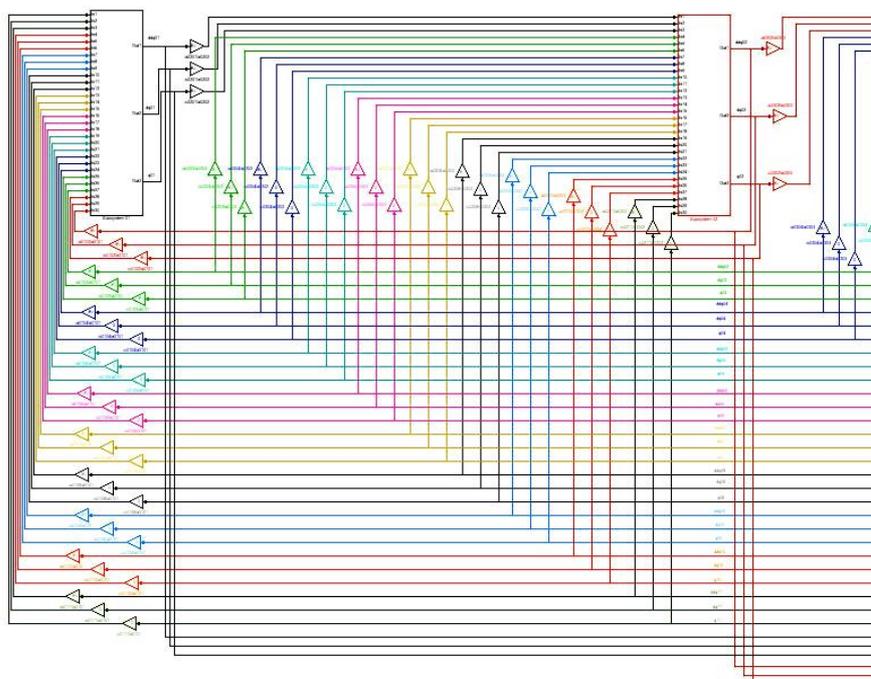


Рис. 3. Фрагмент структурной схемы «MOTOR GRADER»

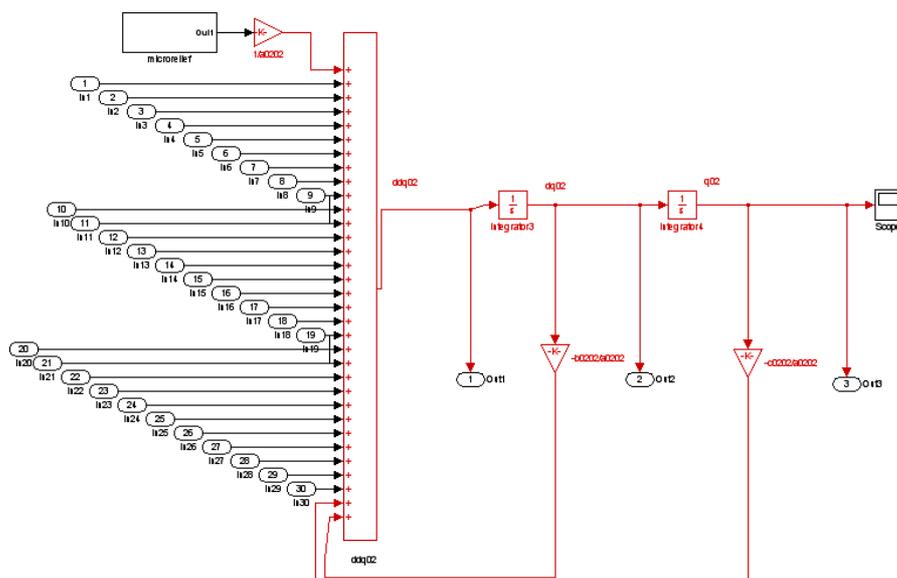


Рис. 4. Фрагмент структурной схемы «MOTOR GRADER»

Заключение

Разработанные математические модели динамических систем «трехосный автогрейдер – оператор» и «двухосный автогрейдер – оператор», представляющие собой системы с тринадцатью (десятью) дифференциальными уравнениями второго порядка с переменными коэффициентами, являющимися функциями конструктивных параметров и больших значений обобщенных координат, а также разработанные на их основе программы «MOTOR GRADER» и «MOTOR GRADER 1» позволяют проводить исследование влияния конструктивных параметров, динамических свойств элементов систем при приложении к ним динамических воздействий для решения задач синтеза виброзащитных систем.

Библиографический список

1. Зенкевич, С. Л. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами [Текст]: учебник для вузов / С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 400 с.
2. Корчагин, П. А. Снижение динамических воздействий на оператора автогрейдера в транспортном режиме [Текст]: монография / П. А. Корчагин, И. А. Чакурин, Е. А. Корчагина. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2009. – 195 с.
3. Пол, Р. Моделирование, планирование траекторий и управление движением роботоманипулятора: пер. с англ. [Текст] / Р. Пол. – М.: Наука, 1976. – 104 с.
4. Черных, И. В. Simulink. Среда создания инженерных приложений [Текст]: / И. Черных. – М.: Диалог-Мифи, 2004. – 492 с.

AUTOMATION OF DESIGN OF VIBRATION PROTECTION SYSTEMS GRADERS ON THE BASIS OF MATHEMATICAL MODELING

P. A. Korchagin

The article describes the mathematical models of dynamic systems "grader operator". Presents the calculated scheme graders various wheel formulae. Descriptions of programs that can automate the design process of vibration protection systems graders.

Keywords: grader, vibration protection, vibroprotection systems, mathematical modeling

Bibliographic list

1. Zenkevich, S. L. robot Control. Fundamentals of management, manipulation robots [Text]: textbook for universities / S.L. Zenkevich, A.S. Yushchenko. - M: Izd-vo MGTU im. AD Bauman, 2000. - 400 p.
2. Korchagin, P. A. Reduction of dynamic loads on the operator grader in transport mode [Text]: monograph / by p. A. Korchagin, I.A. Чакурин, E. Korchagin. - Omsk: Izd SibADI, 2009. 195 p.
3. Paul, R. Modeling, trajectory planning and management of the movement of the robotmanipulator: Per. s angl. [Text] / R. Floor. - M: Nauka, 1976. - 104 p.
4. Chernykh I. V. Simulink. Authoring environment engineering applications [Text]: / I. Black. - M: Dialog-MIFI, 2004. - 492 p.

Корчагин Павел Александрович – доктор технических наук, профессор, Каф. «Механика» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ)». Основное направление научных исследований: развитие научных проектирования виброзащитных систем строительных и дорожных машин. Общее количество публикаций – 54. e-mail: korchagin_pa@mail.ru

УДК 629.76

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ ГАЗИФИКАЦИИ ЖИДКИХ ОСТАТКОВ ТОПЛИВА В БАКАХ РАКЕТ

В. Ю. Куденцов

Аннотация. Проведено численное моделирование газожидкостных потоков внутри типовых конструкций топливных баков ракет при проведении процесса газификации жидких остатков компонентов ракетного топлива. Разработана математическая модель расчета газожидкостного потока внутри бака. Представлены результаты численного моделирования.

Ключевые слова: топливные баки, моделирование, двухфазное течение, ракетное топливо.

Введение

Снижение техногенного воздействия на окружающую среду отделяющихся частей (ОЧ) ракет-носителей (РН) и разгонных блоков с жидкостными ракетными двигателями и выбор проектно-конструктивных параметров бортовых систем рассматривается на основе технологии низкотемпературной газификации жидких остатков компонентов ракетного топлива (КРТ) [1,2].

Функционирование бортовых систем ОЧ определяется на основе протекания внутрибаковых термодинамических процессов низкотемпературной газификации остатков КРТ в условиях малых гравитационных полей, при нарушении сплошности газо-жидкостной смеси и неопределённости граничного и фазового состояния.

Постановка задачи

Согласно исследованям [3] работа системы газификации осуществляется в условиях малых гравитационных полей ($n_x=0,001\div 0,2$). При этом, значение перегрузки $n_x=0,001\div 0,01$ соответствует начальному периоду работы системы газификации, перегрузка $n_x=0,15\div 0,2$ при работе ракетного двигателя, функционирующего по системе «газ-газ» или сбросе продуктов газификации через управляющие сопла.

Анализ функционирования системы низкотемпературной газификации [3] показал, что в момент времени T_0 происходит сброс тяги маршевого двигателя РН. Выключение может происходить резко или ступенчато. При этом к концу работы двигателя продольная перегрузка составляет $n_x=6\div 12$. Под действием спада тяги двигателя и жёсткостных характеристик нижних днищ топливных баков, остатки КРТ получают ускорение, начинают двигаться к верхнему днищу, отражаясь от него, они в хаотичном порядке распределяются в объёме топливного бака, при этом, за

счет действия поверхностных сил, компонент топлива распределяется на внутренних элементах конструкции топливного бака. Эта гидродинамическая картина подробно исследована в работе [4]

Необходимо отметить, что, действие обратной перегрузки за счет спада тяги двигателя, за счет жёсткостных характеристик днища бака позволяет извлечь из трубопроводов остатки КРТ до ~30 % остающихся в них [3,4]. Данное обстоятельство не обеспечивает необходимых требований по экологическим аспектам воздействия ОЧ на окружающую среду, так и условий возможно полного использования энергии, заключённой в остатках КРТ для выполнения манёвра увода.

Для более полного удаления остатков КРТ предполагается продувать топливные магистрали либо газом, размещенным в дополнительных ёмкостях, либо генераторным газом. Продувка топливных магистралей коренным образом меняет картину поведения остатков КРТ в условиях малой гравитации. Истекающие со значительной скоростью из трубопровода остатки топлива достигают верхнего днища бака, области цилиндрической обечайки бака, происходит частичное дробление капель и их взаимодействие. Отмечается, что в настоящий момент экспериментальные исследования по данному вопросу отсутствуют.

Для одного из вариантов расположения жидких остатков КРТ на начало процесса газификации в работе [3] принимается гипотеза о капельном распределении остатков КРТ в объёме топливной емкости с различным диаметром капель (от 2 до 5 мм.)

Одновременно с продувкой топливных магистралей, либо с небольшим временем задержки ($\tau=1\div 3$ с) производится запуск системы газификации. При этом, истекающая

струя теплоносителя (ТН) встречается с распределёнными по объёму каплями топлива.

Отмечается, что различное исполнение топливных баков, наличие внутрибаковых устройств значительно затрудняют оценку положения остатков топлива, газодинамических параметров фазы и проведения термодинамических расчётов.

Целью расчета ставилась задача моделирования распределения жидких остатков КРТ по внутренней поверхности топливного бака на начало процесса низкотемпературной газификации топлива.

При численном моделировании принимались следующие допущения:

1) работа системы газификации жидких остатков топлива осуществляется при дозвуковой скорости ввода ТН в объём ёмкости;

2) процесс газификации протекает без теплообмена и химического взаимодействия между вводимым ТН и жидким остатком топлива;

3) состав газовой фазы не изменяется;

4) на начало процесса жидкие остатки КРТ равномерно распределены в объеме емкости.

Математическая модель и расчётные зависимости

Для технического моделирования двухфазных течений в объёме топливного бака применим метод, базирующийся на основе численного решения уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу.

В уравнениях, объемные доли фаз должны удовлетворять соотношению:

$$\sum_{q=f}^s \alpha_q = 1, \quad (1)$$

где индекс $q=f$ относится для непрерывной фазы, $q=s$ - для дисперсной фазы.

Уравнение неразрывности

$$\frac{\partial}{\partial t}(\alpha_q \rho_q) + \nabla \cdot (\alpha_q \rho_q u_q) = 0. \quad (2)$$

Уравнение изменения количества движения

$$\frac{\partial}{\partial t}(\alpha_q \rho_q u_q) + \nabla \cdot (\alpha_q \rho_q u_q u_q) =$$

$$= -\alpha_q \nabla p' + \alpha_q \rho_q g + \nabla \cdot (\alpha_q \mu_{eff} (\nabla u_q + (\nabla u)^T)) + M_m$$

где ρ_q – плотность; u_q – осредненное значение скорости; g – ускорение силы тяжести; $\mu_{eff} = (\mu + \mu_t)$ – коэффициент эффективной вязкости; μ – коэффициент динамической молекулярной вязкости; μ_t – коэффициент турбу-

лентной вязкости; M_m – передача межфазного импульса; p' – измененное давление.

Давление p' определяется:

$p' = p + \frac{2}{3} \rho k + \frac{2}{3} \mu_{eff} u$, где p – давление в объеме емкости.

В дополнение к уравнениям (2)-(3) используется двухпараметрическая $k-\varepsilon$ модель турбулентности [5]. Уравнения переноса кинетической энергии турбулентности и скорости её диссипации записываются для газовой фазы. Дополнительные члены уравнений учитывают эффект взаимодействия дисперсной жидкостной фазы. Уравнения для турбулентности записываются в виде:

$$\frac{\partial(\alpha_f \rho_f k)}{\partial t} + \nabla \cdot (\alpha_f \rho_f u_f k) = \nabla \cdot \left(\alpha_f \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla k \right) +$$

$$+ \alpha_f (G_k - \rho_f \varepsilon) + S_f^k$$

$$\frac{\partial(\alpha_f \rho_f \varepsilon)}{\partial t} + \nabla \cdot (\alpha_f \rho_f u_f \varepsilon) = \nabla \cdot \left(\alpha_f \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon \right) +$$

$$+ \alpha_f \frac{\varepsilon}{k} (C_{\varepsilon 1} G_k - C_{\varepsilon 2} \rho_f \varepsilon) + S_f^\varepsilon$$

где k – турбулентная кинетическая энергия; ε – скорость диссипации турбулентной кинетической энергии; S_f^k , S_f^ε – дополнительные члены, учитывающие межфазное взаимодействие, которое моделируется.

Здесь

$$G_k = \mu_t \nabla u \cdot (\nabla u + \nabla u^T) - \frac{2}{3} \nabla u \cdot (\mu_t \nabla u + \rho k).$$

Турбулентная вязкость вычисляется по формуле Колмогорова-Прандтля $\mu_t = \rho C_\mu k^2 / \varepsilon$. В уравнениях (4)-(5) модельные константы $C_{1\varepsilon} = 1,44$; $C_{2\varepsilon} = 1,92$; $C_\mu = 0,09$; $\sigma_k = 1,0$; $\sigma_\varepsilon = 1,3$.

Передача межфазного импульса должно удовлетворять условию $M_f = -M_s$.

Межфазная передача импульса записывается:

$$M_s = F_D + F_{VM} + F_L + F_{TD}, \quad (6)$$

где F_D , F_{VM} , F_L , F_{TD} – соответственно сила лобового сопротивления, виртуальная массовая сила, подъёмная сила, сила межфазной дисперсионной турбулентности.

Сила лобового сопротивления (Drag force) определяется:

$$F_D = \frac{3}{4} \frac{\alpha_s}{d_s} \rho_f C_D |u - u_s| (u - u_s), \quad (7)$$

где C_D – коэффициент лобового сопротивления. В расчетах принимается модель Schiller Naumann, для которой коэффициент C_D определяется:

$$C_D = \begin{cases} \frac{24}{Re_s} (1 + 0,15 Re_s^{0,687}) & Re \leq 10^3 \\ 0,44 & 10^3 \leq Re \leq (1 \div 2) 10^5 \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{Число Рейнольдса } Re = \frac{\rho_f |u - u_s| d_s}{\mu_f}$$

Виртуальная массовая сила (Virtual mass force) определяется по зависимости:

$$F_{VM} = C_{VM} \alpha_s \rho_f \frac{d(u - u_s)}{dt}, \quad (9)$$

где C_{VM} коэффициент виртуальной массовой силы. Согласно [6] для малой концентрации жидкой фазы $\alpha_s \rightarrow 0$, коэффициент $C_{VM} \rightarrow 0,5$. Принимаем для дальнейших расчетов $C_{VM} = 0,5$.

Подъемная сила (Lift force) определяется по зависимости:

$$F_L = C_L \alpha_s \rho_f (u - u_s) \times (\nabla \times u_s), \quad (10)$$

где C_L - безразмерный коэффициент. При моделировании процесса принимается модель Томията [7], при которой коэффициент C_L определяется по следующим зависимостям:

$$C_L = \begin{cases} \min(0,288 \tanh(0,121 Re_s, f(Eo'))) & Eo' \leq 4 \\ f(Eo') & 4 < Eo' \leq 10 \\ -0,27 & 10 < Eo' \end{cases}, \quad (11)$$

где

$f(Eo') = 0,00105 Eo'^3 - 0,0159 Eo'^2 - 0,0204 Eo' + 0,474$.
 Eo' - модифицированное число Этвеша, которое определяется:

$$Eo' = \frac{g(\rho_s - \rho_f) d_H^2}{\sigma}. \quad (12)$$

В формуле параметр d_H определяет диаметр капли жидкости с учетом ее деформации:

$$d_H^2 = d_s \left(1 + 0,163 Eo^{0,757}\right)^{1/3}. \quad (13)$$

Входящее в зависимость (13) число Этвеша определяется:

Таблица 1 — Физические параметры для топлива (азотный тетраоксид (АТ), несимметричный диметилгидразин (НДМГ), керосин)

№ п/п	КРТ	Плотность, кг/м ³	Коэффициент поверхностного натяжения, Н/м
1	АТ	1520	0,0275
2	НДМГ	786	0,028
3	Керосин	820	0,0289

На поверхностях топливного бака ставилось граничное условие непроницаемой, твердой стенки. Скорость на стенке равнялась нулю ($u_{m|h=0} = 0$).

Результаты и обсуждение

Численное моделирование двухфазного

$$Eo = \frac{g(\rho_s - \rho_f) d_s^2}{\sigma}, \quad (14)$$

где σ - коэффициент поверхностного натяжения.

Сила межфазной дисперсионной турбулентности (Interphase turbulent dispersion force) определяется по модели Lopez de Bertodano [8]:

$$F_{TD} = -C_{TD} \rho_f k \nabla \alpha_f. \quad (15)$$

В зависимости (15) коэффициент C_{TD} лежит в диапазоне от 0,1 до 0,5.

Параметры процесса:

1) непрерывная фаза - газовая фаза, состоящая из ТН, подаваемого в объем ёмкости, газифицированного КРТ и газа наддува, находящегося в топливном баке на начало процесса газификации, $T_{mn0} = 25^\circ\text{C}$ (298°K);

2) коэффициент динамической вязкости газовой фазы - $\mu_0 = (2,0 \div 2,2) 10^{-5}$ Па·с.

3) дисперсная фаза - жидкий остаток КРТ, $T_{крт0} = 25^\circ\text{C}$ (298°K);

4) скорость ввода ТН в топливный бак - $u_{mn0} = 500$ м/с;

5) давление в топливном баке - $p_0 = 3$ атм;

6) ускорение силы тяжести - $0,2$ м/с² ($n_x \approx 0,02$);

7) характерный размер частиц дисперсной фазы - 3 мм;

8) объемная доля сплошной фазы - 0,97 (97 %);

9) объемная доля дисперсной фазы - 0,03 (3 %).

10) процесс - изотермический;

11) модель турбулентности $k-\varepsilon$.

В качестве жидких остатков КРТ рассматривались: азотный тетраоксид (АТ), несимметричный диметилгидразин (НДМГ), керосин. Физические параметры для данных топлив, согласно [9], приведены в таблице 1.

течения проводилось в программном комплексе «ANSYS CFX» на примере следующих типовых конструкций топливных ёмкостей:

- баки первых ступеней выполнены в виде цилиндрических баков со сферическими формами днищ, боковая поверхность - имеет

силовой набор, днища выполнены в виде гладких оболочек;

- баки последующих ступеней выполнены в виде цилиндрических баков со сферическими формами днищ, боковая поверхность и днища – выполнены в виде гладких оболочек.

Для обоих вариантов возможно наличие внутри бака центральнорасположенного тоннельного трубопровода.

Расчётная область сетки состояла от 380 до 560 тыс. ячеек.

На рисунке 1 приведены картины распределения жидких остатков топлива на внутренней поверхности бака первой ступени для различных плоскостей.

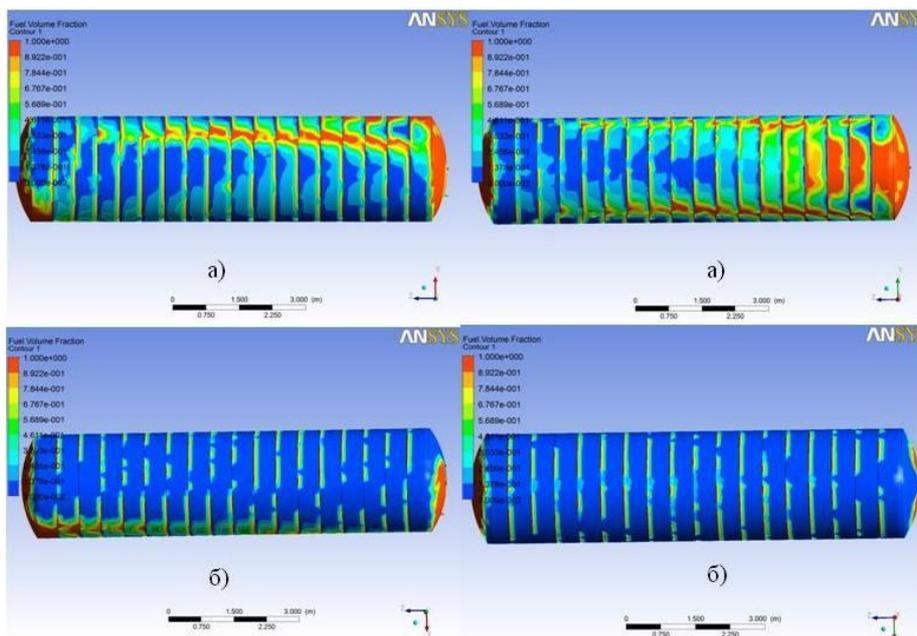


Рис. 1. Картины распределения жидких остатков топлива на внутренней поверхности бака первой ступени для различных плоскостей (без тоннельного трубопровода (а); с тоннельным трубопроводом (б)).

На рисунке 2 приведены графики изменения осреднённых параметров относительного содержания фазы жидкого топлива в пристеночной области топливного бака первой ступени для различных плоскостей. На рисунке 2 параметр $\bar{f}_{крт} = C_i^{крт} / C_{\Sigma}^{крт}$ - относительный коэффициент объемной фазы

жидкого КРТ в пристеночной области, $C_i^{крт}$ – объемная концентрация жидкого КРТ в пристеночной области для i участка; $C_{\Sigma}^{крт}$ – объемная концентрация жидкого КРТ в пристеночной области, соответствующая пленочному расположению жидкости.

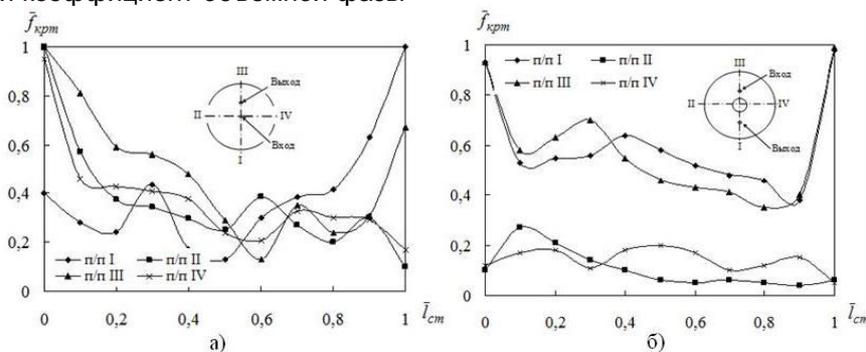


Рис. 2. Графики изменения относительного содержания фазы жидкого топлива в пристеночной области топливного бака первой ступени для различных плоскостей (без тоннельного трубопровода (а); с тоннельным трубопроводом (б))

Анализ моделирования газожидкостных потоков внутри типовых конструкций топливных баков первой ступени показал:

1. Наличие силового набора и внутрибаковых устройств в виде тоннельного трубопровода координально меняет картину течения двухфазного потока в пристеночной области и длине тоннельного трубопровода. Около силового набора, в районе застойных зон и обратных течений наблюдается резкое возрастание относительного коэффициента объемной фазы жидкого КРТ в пристеночной области топливного бака. При этом зоны повышенной концентрации жидкой фазы совпадают по направлению с вектором скорости движения газожидкостного потока.

2. Для случая центрального ввода ТН в емкость возрастание коэффициента объемной фазы жидкого КРТ в пристеночной области наблюдается в районах прилегающих к днищам бака, осредненные значения коэффициента $\bar{f}_{крп}$ для всех полуплоскостей можно принять от 0,5 до 0,55.

3. Для случая ввода ТН в емкость при наличии центральнорасположенного трубопровода, значение коэффициента $\bar{f}_{крп}$

будет различно по полуплоскостям. Для плоскости ввода ТН (плоскость I-III) среднее значение можно принять от 0,55 до 0,6. Для перпендикулярной плоскости (плоскость II-IV) – от 0,09 до 0,12. Т.о. среднеинтегральное значение коэффициента $\bar{f}_{крп}$ для данного случая можно принять от 0,3 до 0,35.

4. Осредненные параметры коэффициента объемной фазы жидкого КРТ в пристеночной области топливного бака в районе днищ составляют:

- для центрального ввода ТН: верхнее днище – $0,87 \pm 1,0$; осредненное значение $0,94$; нижнее днище – $0,64 \pm 1,0$; осредненное значение $0,82$.

- для ввода ТН в емкость при наличии центральнорасположенного трубопровода: верхнее днище – $0,05 \pm 1,0$; осредненное значение $0,54$; нижнее днище – $0,55 \pm 1,0$; осредненное значение $0,76$.

На рисунке 3 приведены картины распределения жидких остатков топлива на внутренней поверхности бака второй ступени для различных плоскостей.

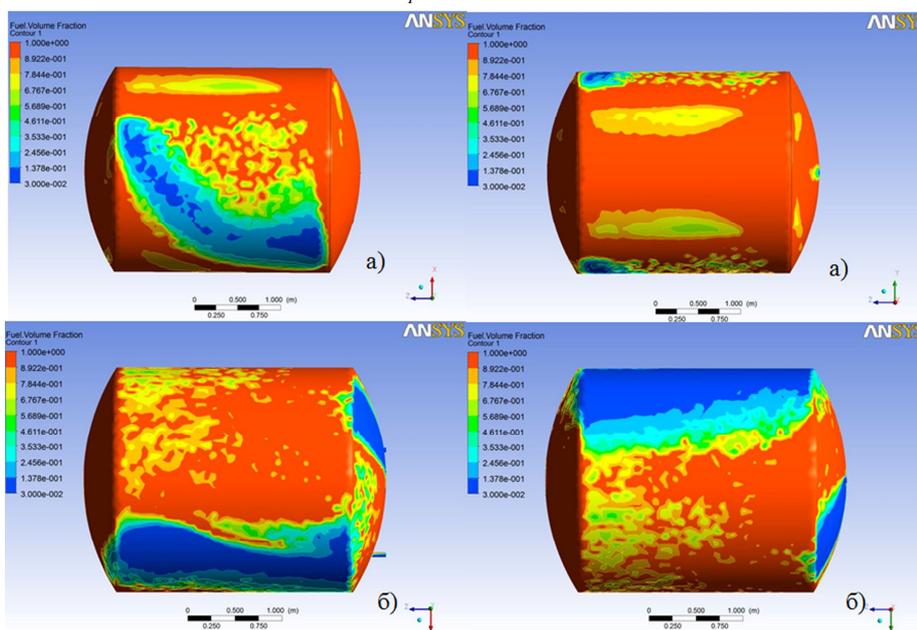


Рис. 3. Картины распределения жидких остатков топлива на внутренней поверхности бака второй ступени для различных плоскостей (без тоннельного трубопровода (а); с тоннельным трубопроводом (б)).

На рисунке 4 приведены графики изменения осредненных параметров относительного содержания фазы жидкого топлива в пристеночной области топливного бака второй ступени для различных плоскостей.

Анализ моделирования газожидкостных

потоков внутри типовых конструкций топливных баков второй ступени показал:

1. Концентрация жидкой фазы совпадает по направлению с вектором скорости движения газожидкостного потока.

2. При центральном вводе ТН в емкость

распределение жидкой фазы около стенки близко к пленочному случаю. Осредненные значения коэффициента $\bar{f}_{крт}$ можно принять от 0,8 до 0,9.

3. Для случая ввода ТН в емкость при наличии центральнорасположенного трубопровода, значение коэффициента $\bar{f}_{крт}$ будет различно по полуплоскостям. Для плоскости ввода ТН (плоскость I-III) среднее значение можно принять от 0,9 до 0,95. Для перпендикулярной плоскости (плоскость II-IV) – от 0,3 до 0,45. Т.о. среднеинтегральное значение коэффициента $\bar{f}_{крт}$ для данного

случая можно принять от 0,6 до 0,75.

4. Осреднённые параметры коэффициента объемной фазы жидкого КРТ в пристеночной области топливного бака в районе днищ составляют:

- для центрального ввода ТН: для обоих днищ – практически пленочное расположение жидкости, осредненное значение равно 0,98.
- для ввода ТН в емкость при наличии центральнорасположенного трубопровода: верхнее днище – 0,05±1,0; осредненное значение 0,64; нижнее днище – 0,84±1,0; осредненное значение 0,98.

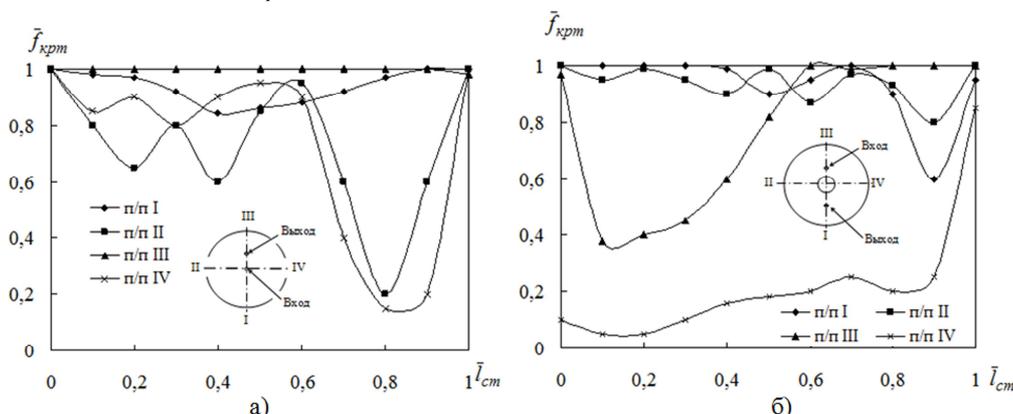


Рис. 4. Графики изменения относительного содержания фазы жидкого топлива в пристеночной области топливного бака второй ступени для различных плоскостей (без тоннельного трубопровода (а); с тоннельным трубопроводом (б)).

Заключение

Численное моделирование газожидкостных потоков внутри типовых конструкций топливных баков ракет при проведении процесса газификации жидких остатков КРТ позволило определить распределение жидкостной фазы в пристеночных областях. Разработанная математическая модель расчета газожидкостного потока внутри бака позволяет учитывать межфазное взаимодействие.

На основе результатов моделирования сформулированы рекомендации по выбору распределения коэффициента объемной фазы жидкого КРТ в пристеночной области для различных вариантов исполнения топливных баков и параметров ввода ТН в объем емкости.

Полученные результаты теоретического исследования рекомендуются к использованию для расчёта параметров процесса газификации жидких остатков КРТ в топливных баках ракет.

Библиографический список

1. Научноёмкие технологии в технике: энциклопедия: Т. 28 / Под общ. ред. А. Н. Котова; А. Н. Котов и др. – М.: ЗАО «НИИ «ЭНЦИТЕХ», 2010. – 383 с.
2. Куденцов В. Ю. Разработка бортовой системы снижения техногенного воздействия космических средств выведения на окружающую среду // В. Ю. Куденцов, В. И. Трушляков // Космонавтика и ракетостроение. – 2010. – №3(60). – С. 181-188.
3. Трушляков В. И. Газификация жидких остатков ракетного топлива в условиях малой гравитации // В. И. Трушляков, В. Ю. Куденцов // Полёт. – 2011. - №3 – С.33-40.
4. Трушляков В. И. Снижение техногенного воздействия ракетных средств выведения на жидких токсичных компонентах ракетного топлива на окружающую среду: монография / В. И. Трушляков, В. В. Шалай, Я. Т. Шатров, под ред. В. И. Трушлякова. – Омск: ОмГТУ, 2004. – 220 с.
5. Pourahmadi F., Humphrey J.A.C. Modelling solid-fluid turbulent flows with application to predicting erosive wear // PhysicoChemical Hydrodynamics. – 1983. – Vol. 4, N. 3. – pp. 191-219
6. Wijngaarden L. Van, Jeffrey D.J. Hydrodynamic interaction between gas bubbles in liquid // Journal of Fluid Mechanics. – 1976. - Vol. 77 N.1. – pp. 27-44.

7. Tomiyama A. Struggle with Computational Bubble Dynamics, Third Int. Conf. On Multiphase Flow, ICMF'98, Lyon, France, June 8-12, - 1998. - pp. 1-18.

8. Lopez de Bertodano, M. Phase Distribution in Bubbly Two-Phase Flow in Vertical Ducts / M. Lopez de Bertodano. R.T. Lahey Jr, O.C. Jones // International Journal of Multiphase Flow. - 1994. - Vol. 20. N. 5. - pp. 805-818.

9. Химмотология ракетных и реактивных топлив / Братков А.А. и др.: Под ред А. А. Браткова. - М.: Химия, 1987. 304 с.

MODELING OF GAS-LIQUID FLOWS GASIFICATION OF LIQUID RESIDUES FUEL TANK MISSILES

V. Yu. Kudentsov

Abstract. Numerical simulation of gas-liquid flows inside of typical designs of fuel tanks missiles during the process of gasification of liquid residues propellants. A mathematical model of calculation of gas-liquid flow inside the tank. The results of numerical simulation.

Keywords: fuel tanks, modeling, two-phase flow, rocket fuel.

Bibliographic list

1. High Tech in technology: Encyclopedia: T. 28 / Ed. A. N. Kotov, A. N. Kotov, etc. - M.: ZAO "NII"ENTSITEH", 2010. - 383 p.

2. Kudentsov V. Yu. Development of on-board systems to reduce the impact of man-made space launch vehicles on the environment / V. Yu. Kudentsov, V. I. Trushlyakov // Space and rocket-building. - 2010. - N3 (60). - P. 181-188.

УДК 629.424.1

СОСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГРАФ-ОПИСАНИЯ

В. А. Михеев

Аннотация. В статье представлены результаты моделирования топливной системы тепловозного дизеля, как объекта технического контроля и диагностирования, с использованием аппарата граф - описания. На основе проведенного исследования составлена граф-модель рассматриваемой системы в пространстве параметров.

Ключевые слова: топливная система дизеля, математическое моделирование, граф-модель.

Введение

Процесс совершенствования системы технического обслуживания и ремонта топливной системы тепловозного дизеля осуществляется по мере развития и внедрения эффективных методов и средств технического контроля и диагностирования. Разработка и совершенствование методов и средств тех-

3. Trushlyakov V. I. Gasification of liquid rocket fuel remains in a low gravity / V. I. Trushlyakov, V. Yu. Kudentsov // Flight. - 2011. N.3. - P. 33 -40.

4. Trushlyakov V. I. Decrease in technogenic influence of rocket means of deducing on liquid toxic components of rocket fuel on environment / V. I. Trushlyakov, V. V. Shalay, Y. T. Shatrov. Ed. V. I. Trushlyakov. Omsk: OSTU. 2004. 220 p.

5. Pourahmadi F., Humphrey J. A. C. Modelling solid-fluid turbulent flows with application to predicting erosive wear // PhysicoChemical Hydrodynamics. - 1983. - Vol. 4, N. 3. - pp. 191-219

6. Wijngaarden L. Van, Jeffrey D. J. Hydrodynamic interaction between gas bubbles in liquid // Journal of Fluid Mechanics. - 1976. - Vol. 77 N.1. - pp. 27-44.

7. Tomiyama A. Struggle with Computational Bubble Dynamics, Third Int. Conf. On Multiphase Flow, ICMF'98, Lyon, France, June 8-12, - 1998. - pp. 1-18.

8. Lopez de Bertodano, M. Phase Distribution in Bubbly Two-Phase Flow in Vertical Ducts / M. Lopez de Bertodano. R. T. Lahey Jr, O. C. Jones // International Journal of Multiphase Flow - 1994. - Vol. 20. N. 5. - pp. 805-818.

9. Chemmotology rocket and jet fuels / Bratkov A. A. and others: Ed. by A. A. Bratkov. - M: Khimiya, 1987. 304 p.

Куденцов Владимир Юрьевич - кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Авиа - и ракетостроение» Омского государственного технического университета. Область научных интересов: вопросы теплообмена, баллистика ракет. Имеет 76 публикаций. e-mail: kvu_om@mail.ru

нического контроля и диагностирования должны сопровождаться выбором информационных параметров [1, 2]. Многокритериальность решаемой задачи выбора наиболее информативных параметров и противоречивость предъявляемых к ним требований привели к наличию обширного набора подходов, методов и алгоритмов. Наиболее строгим

подходом к формированию совокупности параметров контроля и диагностирования является путь, основанный на составлении и анализе модели функционирования объекта исследования [1 – 3]. Использование конкретной модели обуславливается спецификой рассматриваемого объекта.

Топливная система тепловозного дизеля относится к классу непрерывных объектов, и характеризуется многоэлементной блочной структурой, большой мощностью входных и выходных параметров, упорядоченностью связей и разнородностью процессов функционирования. Одним из путей математического описания подобных сложных объектов представляется путь составления топологической модели, которая позволяет осуществить не только формализованный выбор достаточного и необходимого набора диагностических параметров для решения задачи функционального диагностирования и контроля, но и прогнозирование технического состояния. Функционирующий сложный объект представляется топологическим пространством и изображается в виде графа, отображающего существенные свойства функционирования объекта, а также множество взаимосвязей его параметров. Под топологическим пространством понимается пара $T = (X, \Theta)$, где X – конечное абстрактное множество $X = \{x_1, \dots, x_i\}$, Θ – топология, определенная в множестве X заданием на нем бинарного отношения φ , связывающего две точки $x_i (x_i \in X)$ и $x_j (x_j \in X)$, причем $x_i \neq x_j$ [3 – 5].

Основная часть

Топливная система тепловозного дизеля состоит из подсистем низкого и высокого давлений. Топливная подсистема низкого давления дизеля обеспечивает подготовку и нагнетание топлива к топливной подсистеме высокого давления дизеля. Топливная подсистема высокого давления предназначена для сжатия точно дозированной цикловой порции топлива в насосе дизеля, подачи топлива к форсункам (Ф) и впрыска его в цилиндр [6].

Техническое состояние топливной системы в целом в соответствии с принципом декомпозиции определяется техническим состоянием, уровнем регулировки и настройки составляющих функциональных элементов [1, 2]. Исходя из этого принципа для дальнейшего исследования составлена функциональная блок-схема топливной системы тепловозного дизеля, представленная на рисунке 1, где T_o – температура окружающей среды, $T_{тб}$ – температура топлива в ТБ, $h_{тб}$ –

уровень топлива в ТБ, $G_{тб}$ – количество топлива забираемого из ТБ, $H_{фг}$ – давление потока топлива после ФГО, $G_{фг}$ – количество топлива проходящего через ФГО, $T_{фг}$ – температура топлива после ФГО, $n_{тн}$ – частота вращения вала ТПН, $P_{тн}$ – давление топлива перед ФТО, $T_{тн}$ – температура топлива после ТПН, $G_{тн}$ – количество топлива подведенного к ФТО, $P_{фт}$ – давление топлива после ФТО, $T_{фт}$ – температура топлива перед ФТО, $G_{фт}$ – количество топлива прошедшего через ФТО, $P_{кт}$ – давление топлива в надплунжерном пространстве ТНВД, $T_{кт}$ – температура топлива в КТ, $G_{кт}$ – количество топлива подведенного к ТНВД, I_p – выход реек ТНВД, n_d – частота вращения коленчатого вала дизеля, $P_{нд}$ – давление топлива в трубопроводах высокого давления на входе в Ф, $G_{нд}$ – цикловая подача топлива ТНВД, $T_{нд}$ – температура топлива после ТНВД, $P_{вп}$ – давление впрыскиваемого в цилиндр топлива, $q_{вп}$ – цикловая подача топлива, $T_{вп}$ – температура впрыскиваемого топлива, $P'_{кт}$ – давление топлива в КТ, $G'_{кт}$ – количество топлива поступающего в КТ, $P'_{тн}$ – давление топлива после ТПН, $G'_{тн}$ – производительность ТПН, $G_{пк}$ – количество топлива сливаемого через ПК, $G_{прк}$ – количество топлива сливаемого через ПрК, $T'_{тп}$ – температура топлива на входе в ТП, $G_{вп}$ – количество воды проходящей через ТП, $P_{вп}$ – давление потока воды на входе в ТП, $T_{вп}$ – температура воды на входе в ТП, $T'_{вп}$ – температура воды на выходе из ТП, $P'_{вп}$ – давление воды на выходе из ТП, $G_{тп}$ – количество топлива сливаемого в ТБ из ТП, $T_{тп}$ – температура топлива на выходе из ТП.

Функциональная блок-схема наглядно представляет содержательное описание работы топливной системы. Топливо из бака (ТБ) через фильтр грубой очистки (ФГО) подается в систему топливоподкачивающим насосом (ТПН). Пройдя через фильтры грубой очистки, топливо нагнетается к фильтру тонкой очистки (ФТО), далее к топливному коллектору (КТ), откуда поступает к топливным насосам дизеля (ТНВД). Топливные насосы дизеля подают топливо по трубопроводам высокого давления к форсункам (Ф). Для обеспечения давления топлива, необходимого для нормальной работы дизеля, на трубопроводах системы низкого давления установлены предохранительный (ПК) и перепускной клапаны (ПрК). В системе предусмотрен топливоподогреватель (ТП).

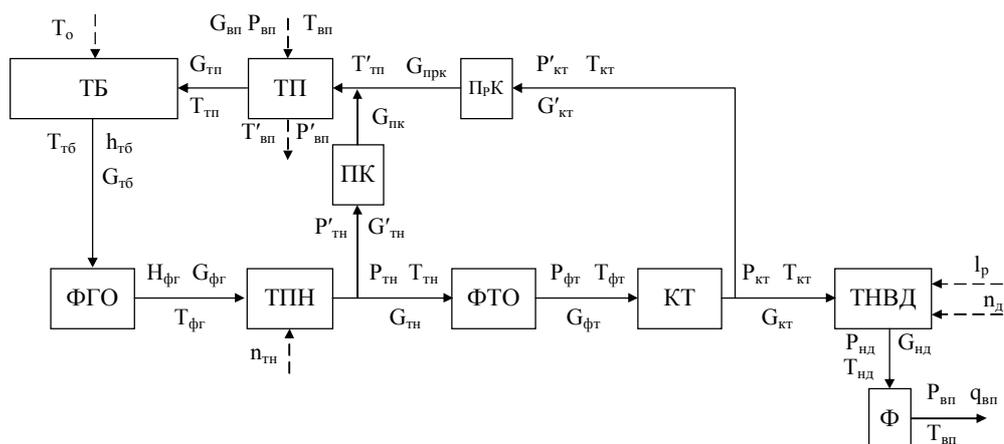


Рис. 1. Функциональная блок-схема топливной системы

Составление модели функционирования топливной системы тепловозного дизеля $G_{тс}(X, U)$ с использованием метода граф-описания предполагает задание в топологическом пространстве конечного множества функциональных параметров, образующих конечное множество вершин графа X , соответствующих причинно-следственным связям между ними, образующих конечное множество ребер U ($X \cap U = \emptyset$) и трехместного предиката $P(x, u, y)$, $x, y \in X$ и $u \in U$ [2, 3].

В работе [3] к выделению рекомендованы следующие конечные множества параметров: входные параметры (множество K) – параметры воздействий других объектов или окружающей среды; выходные параметры (множество R) – параметры рассматриваемого объекта, воздействующие на другие объекты и системы; параметры процесса функционирования (множество F) – характеристики множества подпроцессов, составляющих основной процесс функционирования топливной системы; структурные параметры (множество E) и дефекты (множество D).

Выделим параметры указанных множеств на основе рассмотрения физических процессов, отражающих сущность функционирования топливной системы и работоспособность ее структурных элементов.

Источником энергии в топливной системе низкого давления является ТПН, который подает топливо из ТБ к ТНВД. Это необходимо для преодоления сопротивления фильтров ФГО и ФТО, топливопроводов, а также для уменьшения влияния уровня топлива в ТБ, что обеспечивает стабильное устойчивое наполнение надплунжерного пространства ТНВД. Производительность ТПН превышает расход топлива дизелем и прямо пропорциональна кратности циркуляции.

В качестве входных параметров (множество K) в соответствии с функциональной блок-схемой (рис. 1.) рассматриваются: температура окружающего воздуха – T_o ; выход рейки топливного насоса и частота вращения коленчатого вала дизеля – l_p и n_d ; температура, давление и расход воды ТП – $T_{вп}$, $P_{вп}$ и $G_{вп}$; частота вращения привода ТПН – $n_{тпн}$.

Основными выходными характеристиками процесса функционирования топливной системы (множество R) служат цикловая подача, температура и давление впрыска топлива – $q_{вп}$, $T_{вп}$ и $P_{вп}$.

Параметры множества F выделим на основе анализа подпроцессов функционирования. Межблочные взаимосвязи функциональных элементов ТС низкого давления можно охарактеризовать уравнением Бернулли для реальной жидкости, которое для рассматриваемой системы запишется в следующем виде [7, 8]:

$$z_{ti} + P_{ti}/(\rho_t g) + (\alpha_i v_{ti}^2)/(2g) = z_{tj} + P_{tj}/(\rho_t g) + (\alpha_j v_{tj}^2)/(2g) + h_{i-j}, \quad (1)$$

где z_{ti} , z_{tj} – высота расположения центра тяжести соответственно i -го и j -го сечений потока над плоскостью сравнения (напор положения или уровень жидкости); $P_{ti}/(\rho_t g)$ – напор давления потока топлива; $(\alpha_i v_{ti}^2)/(2g)$ – скоростной напор потока топлива; h_{i-j} – потерянная удельная энергия потока или потеря напора топлива на участке $i - j$ (гидравлические потери напора); $v_t = G_t/\omega_t$ – средняя скорость топлива на участке; P_t – давление в центре тяжести рассматриваемого сечения; G_t – расход (поток) топлива; ω_t – живое сечение потока топлива; ρ_t – плотность жидкости; α – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения скоростей по сечению потока.

Производительность ТПН является одним из важнейших параметров топливной системы тепловозного дизеля, которая характеризуется количеством массовой подачи топлива проходящего через систему в единицу времени

$$G_{\text{тн}} = \mu_{\text{тн}} C_{\text{тн}} \rho_{\text{т}} n_{\text{тн}}, \quad (2)$$

где $\mu_{\text{тн}}$ – коэффициент подачи насоса; $C_{\text{тн}}$ – постоянная для данного типа насоса; $\rho_{\text{т}}$ – плотность топлива, которая представляется функцией рабочей температуры топлива в ТБ; $n_{\text{тн}}$ – частота вращения привода ТПН.

Фильтры тонкой и грубой очистки топлива ФТО и ФГО как элементы гидравлической цепи представляют собой местные сопротивления, для которых на основании уравнения Бернулли можно записать [7, 8]

$$P_{\text{тф}} = P_{\text{тн}} - \xi_{\text{тф}} \rho_{\text{т}} v_{\text{тф}}^2 / 2, \quad (3)$$

где $\xi_{\text{тф}}$ – коэффициент гидравлического сопротивления фильтра; $P_{\text{тн}}$, $P_{\text{тф}}$ – соответственно давление до и после фильтра; $\rho_{\text{т}}$ – плотность топлива; $v_{\text{тф}}$ – средняя скорость топлива в фильтре.

Клапаны ПрК и ПК топливной системы представляют собой подпружиненные шарики, закрывающие отверстия для перепуска топлива. Потери напора на клапанах представляют собой потери в местных сопротивлениях [7, 8], определяемые как

$$h_{\text{кл}} = \xi_{\text{тф}} \rho_{\text{т}} v_{\text{тф}}^2 / 2. \quad (4)$$

Процесс формирования закона подачи топлива в топливной системе высокого давления определяется следующими основными параметрами: $P_{\text{т}}$, $u_{\text{т}}$, $\rho_{\text{т}}$ – давление, скорость движения и плотность топлива; $d_{\text{твд}}$ – внутренний диаметр нагнетательного трубопровода; $c_{\text{п}}$ – скорость плунжера; $f_{\text{и}}$ – площадь поперечного сечения иглы форсунки; $\tau_{\text{о}}$ – время движения плунжера на активной части хода; z – жесткость пружины иглы форсунки; $P_{\text{и}}$ – давление топлива под иглой при ее отрыве от седла; $P_{\text{о}}$ – давления среды, в цилиндре дизеля; $f_{\text{к}}$ – площадь поперечного сечения нагнетательного клапана; y – величина подъема нагнетательного клапана; $\mu_{\text{в}}$ – коэффициент расхода для всасывающего окна; $\mu_{\text{о}}$ – коэффициент расхода отсечного окна; $\mu_{\text{с}}$ – коэффициент расхода эффективного сечения распылителя форсунки. Параметры $c_{\text{п}}$, $\tau_{\text{о}}$, $P_{\text{о}}$ определяют режим работы дизеля, $f_{\text{к}}$, $\mu_{\text{в}}$, $\mu_{\text{о}}$, y – техническое состояние ТНВД, а $f_{\text{и}}$, z , $\mu_{\text{с}}$ – техническое состояние форсунки (Ф).

Исходя из вышеизложенного, основной цикл работы топливной системы отображаем множеством взаимосвязанных функциональ-

ных параметров (множество F), представляющих давления ($P_{\text{тн}}$, $P_{\text{фт}}$, ..., $P_{\text{кт}}$), температуры ($T_{\text{фт}}$, $T_{\text{тн}}$, ..., $T_{\text{кт}}$) и скорости движения сред ($u_{\text{фт}}$, ..., $u_{\text{фт}}$), расходы рабочих среды ($G_{\text{тн}}$, $G_{\text{пк}}$, ..., $G_{\text{кт}}$) и гидравлические потери напора ($h_{\text{фт}}$, $h_{\text{фт}}$, ..., $h_{\text{пк}}$), оказывающих наибольшее влияние на процесс течения потока топлива и его параметры.

Выделенные выше параметры соответствуют режиму нормального функционирования. Поэтому для распознавания возможных неисправностей необходимо ввести структурные параметры (множество E) и дефекты (множество D).

Глубина исследования в нашем случае распространяется до агрегатов и отдельных узлов топливной системы и не рассматривает ее отдельных элементов, поэтому описание структурных параметров подмножества E здесь и далее реализуем в терминах теории размытых категорий [38]: $E_{\text{фт}}$ – техническое состояние ФГО; $E_{\text{тн}}$ – техническое состояние ТПН; $E_{\text{фт}}$ – техническое состояние ФТО; $E_{\text{пк}}$ и $E_{\text{прк}}$ – техническое состояние ПК и ПрК; $E_{\text{нд}}$ – техническое состояние ТНВД; $E_{\text{ф}}$ – техническое состояние Ф. Множество структурных параметров отображаются на графе в виде прообразов [3].

Параметры E_i выделили по нижеследующим соображениям. Основываясь на анализе функциональной схемы и ее содержательного описания можно констатировать, что в целом снижение давления на входе в ТНВД в эксплуатации может произойти вследствие увеличения перепада давления на ФТО в результате загрязнения фильтрующего элемента ($E_{\text{фт}}$), уменьшения производительности и давления, создаваемого топливоподкачивающим насосом, из-за износа его деталей ($E_{\text{тн}}$), загрязнении ФГО ($E_{\text{фт}}$), а также нарушениями в работе клапанов ПК и ПрК ($E_{\text{пк}}$ и $E_{\text{прк}}$). Техническое состояние топливной подсистемы высокого давления характеризуется техническим состоянием ТНВД и Ф ($E_{\text{нд}}$ и $E_{\text{ф}}$). Возникающие в них неисправности ведут к изменению закона топливоподачи, что, в конечном счете, сказывается на надежности и экономичности тепловозного дизеля.

Каждый структурный параметр представляется возможным состоянием – дефектом, под которым понимаем несоответствие группы структурных параметров допустимым значениям. Число дефектов в структурных элементах топливной системы принимаем конечным и будем рассматривать как один обобщенный, влияющий на параметры E_i .

Составленная методом граф-описания модель нормального функционирования топливной системы тепловозного дизеля представлена на рисунке 2. Ориентированный граф G_{TC} в пространстве параметров являет-

ся конечным и содержит вершины трех видов: стоковые (только входящие ребра), истоковые (только исходящие ребра) и смешанные (как входящие, так и исходящие ребра).

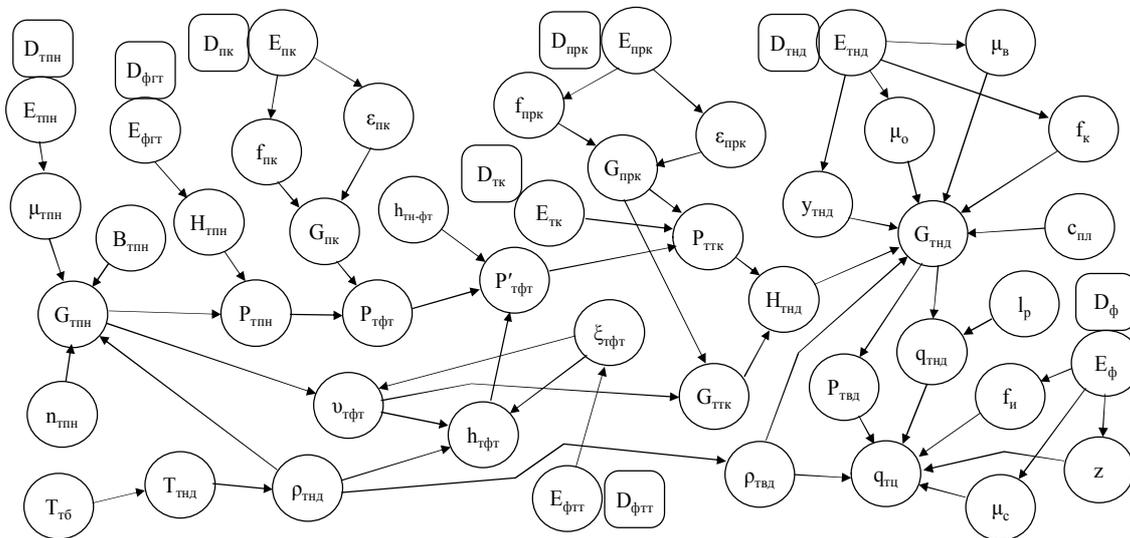


Рис. 2. Граф-модель топливной системы тепловоза G_{TC}

Кроме графической реализации составленной модели топливной системы в пространстве параметров, существуют и другие способы задания графа G_{TC} .

Для практической задачи выбора параметров технического контроля и диагностирования целесообразным является описание граф-моделей с помощью матриц [3, 9]. Обычно используют матрицы инцидентности и матрицы смежности. Понятия матриц инцидентностей и смежностей используются на различных этапах обработки граф-моделей, поскольку они полностью определяют понятие графа [4, 5].

Запись графа $G = (X, U)$, состоящего из вершин $x_i \in X$ и ребер $u_{ij} \in U$, посредством матриц смежностей, заключается в математическом выражении взаимосвязей между вершинами графа. Матрица смежности граф-модели записывается в виде квадратной матрицы $A = [a_{ij}]$ размером $n \times n$, где n – число вершин граф-модели. Элемент a_{ij} этой матрицы, стоящий на пересечении i -ой строки и j -го столбца представляет собой коэффициент смежности и принимает значение 0 или 1, определяемое следующим образом [3 – 5]:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если вершина } x_i \text{ имеет ребро } u_{ij} \text{ направленное в вершину } x_j; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (5)$$

Если каждому ребру u_{ij} граф-модели G_n или G'_n поставить в соответствие веществен-

ное число $\rho(x_i, x_j)$, называемое весом ребра, то для такого взвешенного графа по аналогии с матрицей смежности определяется матрица весов [2, 3, 9]. Введение в граф-модель веса элементов, как дуг, так и вершин позволяет более полно отобразить реальные отношения между параметрами исследуемого объекта. Процедура взвешивания вершин и дуг граф-модели требует наличие глубокого знания объекта и происходящих в нем функциональных процессов, в том числе и статистической информации о имеющихся причинно-следственных связях [3].

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что используя понятия теории графов и представляя функционирование топливной системы причинно-следственными связями между ее составными элементами, возможно составление математической модели объекта. Полученная таким образом математическая модель наглядно представляется в пространстве параметров и может быть интерпретирована в матрицу смежности, что дает возможность ее последующего анализа и обработки с целью организации процедур выбора параметров технического контроля и диагностирования. Методики выбора параметров на основе граф-описания являются развитием методов анализа логических моделей. Модель обрабатывают в несколько этапов, конечный из которых за-

ключается в нахождении минимального числа параметров, измерение которых выявляет заранее выделенные неисправности. Теоретические и практические вопросы использования граф-моделей для выбора параметров технического контроля и диагностирования широко представлены в работах [1-3, 9] и в настоящей статье не рассматриваются.

Библиографический список

1. Бервинов В. И. Техническое диагностирование локомотивов / В. И. Бервинов – М.: УМК МПС РФ, 1998. – 193 с.
2. Пушкарев И. Ф. Контроль и оценка технического состояния тепловозов / И. Ф. Пушкарев, Э. А. Пахомов. – М.: Транспорт, 1985. – 160 с.
3. Осис Я. Я. Диагностирование на граф-моделях: На примерах авиационной и автомобильной техники / Я. Я. Осис и др. – М.: Транспорт, 1991. – 244 с.
4. Оре О. Теория графов / О. Оре. – М.: Наука, 1980. – 336 с.
5. Емеличев В. А. Лекции по теории графов / В. А. Емеличев и др. – М.: Наука, 1990. – 383 с.
6. Филонов С. П. Тепловоз 2ТЭ116 / С. П. Филонов и др. – М.: Транспорт, 1996. – 334 с.
7. Чиняев И. А. Судовые системы / И. А. Чиняев. – М.: Транспорт, 1984. – 216 с.
8. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М. О. Штейнберга. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
9. Харламов В. В. Методы и средства диагностирования технического состояния коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей и других коллекторных машин постоянного тока / В. В. Харламов. – Омск: Типография ОмГУПС, 2002. – 233 с.

MODELLING OPERATION OF DIESEL ENGINE FUEL SYSTEM USING GRAPH METHOD DESCRIPTIONS

V. A. Mikheyev

The article presents the results of modeling of diesel fuel system, as an object of technical control and diagnosis, using the apparatus of the graph description. On the basis of studies made up the graph model of the system in the parameter space.

Keywords: diesel fuel system, mathematical modeling, graph model.

Bibliographic list

1. Bervinov V. I. Technical diagnosing of locomotives / V. I. Bervinov – M.: UMC Ministry of Railways Russian Federation, 1998. – 193 pages.
2. Pushkarev I. F. Control and assessment of technical condition of locomotives / I. F. Pushkarev, E. A. Pakhomov. – M.: Transport, 1985. – 160 pages.
3. Osis Ya. Ya. Diagnosing on columns models: On examples of aircraft and automotive vehicles / Ya. Ya. Osis, etc. – M.: Transport, 1991. – 244 pages.
4. Ore O. Theory of counts of the / O. Ore. – M.: Science, 1980. – 336 pages.
5. Emelichev V. A. Lectures on the theory of counts of / V. A. Emelichev, etc. – M.: Science, 1990. – 383 pages.
6. Filonov S. P. Locomotive 2TE116 / S. P. Filonov, etc. – M.: Transport, 1996. – 334 pages.
7. Chinyayev I. A. Ship systems / I. A. Chinyayev. – M.: Transport, 1984. – 216 pages.
8. Reference book of hydraulic resistance / Under the editorship of M. O. Steinberg. – M.: Mechanical Engineering, 1992. – 672 pages.
9. Kharlamov V. V. Methods and diagnostic devices of technical condition of collector and brush knot of traction electric motors and other collector cars of a direct current / V. V. Kharlamov. – Omsk: Printing house of OmGUPS, 2002. – 233 pages.

Михеев Владислав Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Омского государственного университета путей сообщения. Основное направление научных исследования – совершенствование системы технического обслуживания и ремонта подвижного состава железных дорог. Имеет 17 опубликованных работ. E-mail: Micheev_V_A@mail.ru.

УДК 621.43

РАСЧЁТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ РЯДНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ MATHCAD

В. В. Рындин, В. В. Шалай, Ю. П. Макушев

Аннотация. Приведена программа расчёта и построения полярных диаграмм нагрузки на шатунную и коренную шейки, а также суммарного крутящего момента в системе Mathcad.

Ключевые слова: двигатель, расчёт, динамика, полярная диаграмма, система Mathcad.

Введение

Данная статья является продолжением первой статьи [1], в которой приведена программа расчёта цикла бензинового двигателя в системе Mathcad и получена функциональная зависимость давления газа в цилиндре от угла поворота коленчатого вала (у. п.к.в.). Во второй статье приводится программа кинематического и динамического расчёта кривошипно-шатунного механизма (КШМ) бензинового двигателя в системе Mathcad с использованием примера расчёта КШМ этого двигателя в [2].

Динамический расчёт КШМ двигателя является наиболее трудоёмкой задачей расчёта двигателей, поскольку необходимо определить для каждого угла поворота коленчатого вала значения нескольких десятков тригонометрических величин (в примере [2], как и в большинстве работ, расчёт ведётся через 30° поворота коленчатого вала – 26 значений углов).

Так, в примере [2] потребовалось рассчитать пять таблиц с общим числом ячеек более 1100. Большие сложности возникают при построении графиков и расчёте средних значений величин по площадям внутри этих кривых. Применение системы Mathcad позволяет вести расчёты через один градус поворота коленчатого вала (720 значений углов) и мгновенно строить все диаграммы, необходимые для расчёта КШМ. Основным преимуществом системы Mathcad, по сравнению с другими программами, является наглядность записи формул, совпадающих в основном с общепринятой записью, а также быстрота построения графиков.

1 Кинематика и динамика двигателя

1.1 Кинематический расчёт кривошипно-шатунного механизма

Расчёт кинематики кривошипно-шатунного механизма сводится к определению пути, скорости и ускорения поршня при постоянной частоте вращения коленчатого вала.

Перемещение поршня. Для расчёта перемещения поршня в функции от угла поворота коленчатого вала необходимо знать следующие величины (берутся из [2]):

$R = 0.035$ м – радиус кривошипа (символ присваивания: = вводится клавишей двоеточия :);

$\lambda := 0.265$ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна.

Перемещение поршня определяется выражением

$$S_\varphi := R \cdot [1 - \cos(\varphi \cdot \text{deg}) + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos(2 \cdot \varphi \cdot \text{deg}))],$$

где $\text{deg} = 0,01745$ – встроенная функция для перевода градусов в радианы.

Здесь S_φ – ранжированная (дискретная) переменная, индекс которой вводится после нажатия клавиши с символом открывающейся квадратной скобки [].

Из-за необходимости сокращения материала в статье кривая перемещения поршня не приводится (приводятся только пять рисунков из двенадцати, получаемых в расчёте).

Скорость поршня. При перемещении поршня скорость его движения является величиной переменной и при постоянном числе оборотов зависит только от изменения угла поворота кривошипа φ и отношения $\lambda = R/L_{\text{ш}}$ (здесь поясняющие формулы пишутся курсивом).

Угловая скорость вращения коленчатого вала при номинальной частоте $n := 5800$ мин⁻¹

$$\omega := \frac{\pi \cdot n}{30} = 607.375 \text{ c}^{-1}.$$

Скорость поршня, м/с, для дискретных (целых) значений φ

$$c_\varphi := \omega \cdot R \cdot [\sin(\varphi \cdot \text{deg}) + 0.5 \cdot \lambda \cdot \sin(2 \cdot \varphi \cdot \text{deg})]. \quad (1)$$

Проверка: $c_{90} := 21.258$ м/с (21,2 м/с [2]).

Максимальное и минимальное значения скорости определяются с использованием встроенных функций Mathcad: $\max(c) = 21.949$ м/с; $\min(c) = -21.949$ м/с.

Максимальную скорость поршня можно найти по приближенной формуле [2]

$$c_{\text{пmax}} := \omega \cdot R \cdot \sqrt{1 + \lambda^2} = 21.992 \text{ м/с.}$$

Максимальный ход поршня
 $S_o := 2 \cdot R = 0.07 \text{ м.}$

Точность построения графика скорости по формуле (1) можно оценить путём сравнения средней скорости поршня, подсчитанной по формуле [2]

$$c_{\text{мо}} := \frac{S_o \cdot n}{30} = 13.5333 \text{ м/с,} \quad (2)$$

и найденной как среднее арифметическое дискретных скоростей, задаваемых через один градус поворота коленчатого вала,

$$\frac{\sum_{\varphi=0}^{180} c_{\varphi}}{180} = 13.5330 \text{ м/с.}$$

Как видим, сходимость хорошая.

Если скорость поршня задать в функции от любого (даже нецелого) значения угла φ

$c1(\varphi) := \omega \cdot R \cdot [\sin(\varphi \cdot \text{deg}) + 0.5 \cdot \lambda \cdot \sin(2 \cdot \varphi \cdot \text{deg})]$,
 то среднее значение скорости, найденное по площади под кривой скорости

$$\frac{\int_{\varphi=0}^{180} c1(\varphi) d\varphi}{180} = 13.5333 \text{ м/с,}$$

будет полностью совпадать со значением $c_{\text{мо}}$, найденным по формуле (2).

Ускорение поршня. Ускорение поршня, м/с^2 , определяется по формуле
 $j_{\varphi} := \omega^2 \cdot R \cdot [\cos(\varphi \cdot \text{deg}) + \lambda \cdot \cos(2 \cdot \varphi \cdot \text{deg})]$.

Максимальное значение ускорения поршня $\max(j) := 16333.219 \text{ м/с}^2$ имеет место при $\varphi = 0^\circ$: $j_0 = 16333.219 \text{ м/с}^2$ (16310 [2]).

Минимальное значение ускорения $\min(j) := -9511.947 \text{ м/с}^2$ имеет место (при $\lambda > 0.25$) в точке [2]

$$\varphi_{\text{min}} := \arccos\left(-\frac{1}{4 \cdot \lambda}\right) = 160.630 \text{ deg,}$$

$$j_{161} = -9511.947 \text{ м/с}^2.$$

На рисунке 1 приведён график ускорения поршня в функции от угла поворота коленчатого вала.

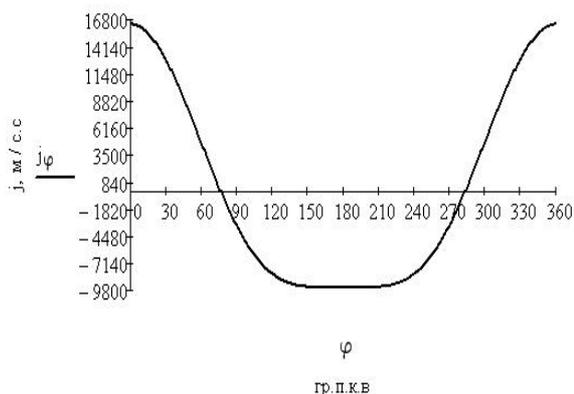


Рис. 1. Кривая ускорения поршня

1.2 Динамический расчёт кривошипно-шатунного механизма

Динамический расчёт кривошипно-шатунного механизма заключается в определении суммарных сил и моментов, возникающих от давления газов и от сил инерции. По этим силам производятся расчёты основных деталей на прочность и износ, а также определение неравномерности крутящего момента и степени неравномерности хода двигателя.

Приведение масс частей кривошипно-шатунного механизма. По характеру движения массы деталей КШМ можно разделить на массы деталей, движущихся возвратно-поступательно (поршневая группа и верхняя головка шатуна) и массы деталей, совершающих вращательное движение (коленчатый вал и нижняя головка шатуна).

Для упрощения расчётов действительный кривошипно-шатунный механизм заменяется динамически эквивалентной системой сосредоточенных масс.

В терминологии принято величины, получаемые от деления на массу, называть удельными величинами, от деления на объём – объёмными, на длину – линейными, на площадь – поверхностными. Если возникают затруднения с применением этих терминов, то добавляют слово «плотность».

При расчёте ДВС массу деталей КШМ и силы принято относить к площади поршня, поэтому такие величины будут называться соответственно поверхностной плотностью массы $A \approx m A'$, кг/м^2 и поверхностной плотностью силы (поверхностной плотностью потока импульса) $A \approx F A'$, $\text{Н/м}^2 = \text{Па}$.

Поверхностная плотность массы поршневой группы (отношение массы к площади поршня) для поршня из алюминиевого сплава лежит в пределах от 80 до 150 кг/м² для поршней диаметром 60–100 мм [2]. Принимаем $m_{Ап} := 110$ кг/м².

Для диаметра $D := 0.08$ м площадь днища поршня $A_{п} := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.005027$ м².

Масса **поршневой** группы $m_{п} := m_{Ап} \cdot A_{п} = 0.533$ кг.

Поверхностная плотность массы шатуна лежит в пределах 100–200 кг/м² для поршней диаметром 60–100 мм [2]. Принимаем $m_{Аш} := 170$ кг/м².

Масса **шатуна** $m_{ш} := m_{Аш} \cdot A_{п} = 0.855$ кг. Поверхностная плотность массы неуравновешенных частей одного колена стального кованого вала без противовесов лежит в пределах 150–200 кг/м² для поршней диаметром 60–100 мм [2]. Принимаем $m_{Ак} := 180$ кг/м².

Масса неуравновешенных частей одного **колена** вала $m_{к} := m_{Ак} \cdot A_{п} = 0.905$ кг.

Масса **шатуна**, сосредоточенная на оси поршневого **пальца**,

$$m_{ш.п} := 0.275 \cdot m_{ш} = 0.235 \text{ кг.}$$

Масса **шатуна**, сосредоточенная на оси **кривошипа**,

$$m_{ш.к} := 0.725 \cdot m_{ш} = 0.620 \text{ кг.}$$

Масса частей, совершающих возвратно-поступательное движение (масса отнесённая к оси кривошипной шейки)

$$m_j := m_{п} + m_{ш.п} = 0.788 \text{ кг.}$$

Масса частей, совершающих вращательное движение (масса отнесённая к оси коренной шейки)

$$m_R := m_{к} + m_{ш.к} = 1.524 \text{ кг.}$$

Силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме. Во время работы двигателя на его детали действуют:

- силы от давления газов в цилиндре;
- давление на поршень со стороны картера $p_{ос}$ (приблизительно равное атмосферному давлению) и силы тяжести, которые обычно не учитываются);
- силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс F_j ;
- центробежные силы.

Все действующие в двигателе силы воспринимаются полезным сопротивлением на

коленчатом валу; силами трения и опорами двигателя.

Силы давления газов и атмосферного давления, действующие на днище поршня, для упрощения динамического расчёта заменяются одной результирующей силой давления газов, направленной по оси цилиндра и приложенной к оси поршневого пальца (Н).

$$F_{гф} := (p_{ф} - p_{ос}) \cdot 10^6 \cdot A_{п} \quad (p_{ос} = 0.1 \text{ МПа}).$$

Результирующее давление газов на поршень (МПа)

$$P_{гф} := p_{ф} - p_{ос}.$$

Силы инерции, действующие в КШМ, в соответствии с характером движения приведённых масс подразделяются на силы инерции поступательно движущихся масс F_j и центробежные силы инерции вращающихся масс K_R .

Силы инерции от возвратно-поступательно движущихся масс (Н),

$$F_{jф} := -m_j \cdot j_{ф}.$$

Знак минус показывает, что сила инерции направлена в сторону, противоположную ускорению. Силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс действуют по оси цилиндра и так же, как силы давления газов считаются положительными, если они направлены от коленчатого вала.

Поверхностная плотность силы инерции (давление) от возвратно-поступательно движущихся масс (МПа)

$$P_{jф} := \frac{F_{jф} \cdot 10^{-6}}{A_{п}}.$$

Суммарная сила, действующая на поршневой палец, определяется путём алгебраического сложения сил давления газов и сил инерции возвратно-поступательно движущихся масс (Н)

$$P_{ф} := F_{гф} + F_{jф}.$$

Поверхностная плотность суммарной силы (поверхностная плотность потока импульса – давление), действующей на поршневой палец (МПа)

$$P_{сф} := \frac{P_{ф} \cdot 10^{-6}}{A_{п}}.$$

На рисунке 2 приведены кривые сил $F_{г}$, F_j и P в функции от угла поворота коленчатого вала.

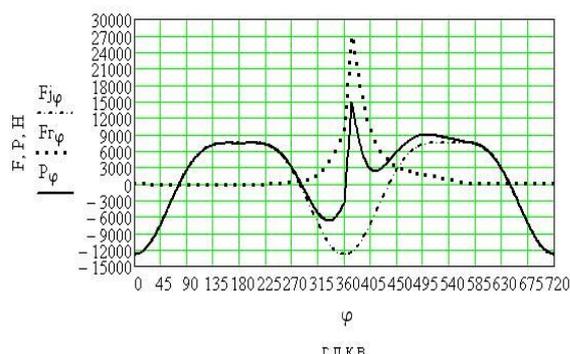


Рис. 2. Кривые сил F_r , F_j и P (Н), действующих на поршневой палец

Разложение суммарной силы на составляющие. Суммарная сила P раскладывается на нормальную составляющую N , перпендикулярную оси цилиндра, и на силу S , действующую вдоль шатуна, составляющего с осью цилиндра угол β .

Используя соотношение для синусов угла β отклонения шатуна от оси цилиндра и угла φ поворота коленчатого вала $\sin\beta_\varphi := \lambda \cdot \sin(\varphi \cdot \text{deg})$ [3], легко получить соответствующие выражения для косинуса и тангенса угла β :

$$\cos\beta_\varphi := \sqrt{1 - \lambda^2 \cdot (\sin(\varphi \cdot \text{deg}))^2}; \quad \text{tg}\beta_\varphi := \frac{\sin\beta_\varphi}{\cos\beta_\varphi}.$$

Сила N (Н), действующая перпендикулярно оси цилиндра, называется нормальной силой и воспринимается стенками цилиндра

$$N_\varphi := P_\varphi \cdot \text{tg}\beta_\varphi.$$

Сила S (Н), действующая вдоль шатуна, воздействует на него и далее передаётся кривошипу. Она считается положительной, если сжимает шатун, и отрицательной, если его растягивает:

$$S_\varphi := \frac{P_\varphi}{\cos\beta_\varphi}.$$

Разложение силы S , действующей вдоль оси шатуна, на составляющие. От действия силы S на шатунную шейку возникают две силы:

– сила, направленная по радиусу кривошипа,

$$K = \frac{P \cdot \cos(\varphi + \beta)}{\cos(\beta)}. \quad (3)$$

– и тангенциальная сила, направленная по касательной к окружности радиуса кривошипа,

$$T = \frac{P \cdot \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\beta)}. \quad (4)$$

Используя выражения для суммы углов: $\cos(\varphi + \beta) = \cos(\varphi) \cdot \cos(\beta) - \sin(\varphi) \cdot \sin(\beta)$, $\sin(\varphi + \beta) = \sin(\varphi) \cdot \cos(\beta) + \cos(\varphi) \cdot \sin(\beta)$, выражения для сил (3) и (4) можно записать в таком виде:

– для силы по радиусу кривошипа

$$K_\varphi := P_\varphi \cdot (\cos(\varphi \cdot \text{deg}) - \sin(\varphi \cdot \text{deg}) \cdot \text{tg}\beta_\varphi);$$

– для тангенциальной силы

$$T_\varphi := P_\varphi \cdot (\sin(\varphi \cdot \text{deg}) - \cos(\varphi \cdot \text{deg}) \cdot \text{tg}\beta_\varphi).$$

Крутящие моменты. Согласно общепринятой методике для построения кривой суммарного крутящего момента многоцилиндрового двигателя производят графическое суммирование кривых крутящих моментов каждого цилиндра, сдвигая одну кривую относительно другой на угол Θ поворота кривошипа между вспышками.

Период изменения крутящего момента четырёхтактного четырёхцилиндрового двигателя с равными интервалами между вспышками ($i = 4$)

$$\Theta := \frac{720}{i} = 180 \text{ г.п.к.в.}$$

Крутящий момент одного цилиндра (Н·м)

$$M_\varphi := T_\varphi \cdot R,$$

где T – тангенциальная сила, Н; $R = 0,035$ м – радиус кривошипа.

$\varphi := 0..180$ – задание массива углов через 1 градус. Крутящий момент первого цилиндра $M1_\varphi := M_\varphi$. Крутящий момент от второго цилиндра $M2_\varphi := M_{\varphi+180}$. Крутящий момент от третьего цилиндра $M3_\varphi := M_{\varphi+360}$

Крутящий момент от четвёртого цилиндра $M4_\varphi := M_{\varphi+540}$.

Суммарный крутящий момент четырёх цилиндров

$$M_{\text{кр}\varphi} := M1_\varphi + M2_\varphi + M3_\varphi + M4_\varphi.$$

Средний крутящий момент, рассчитанный по диаграмме суммарного момента,

$$M_{\text{кр}\text{ср}} := \frac{\sum_{\varphi=0}^{180} M_{\text{кр}\varphi}}{180} = 106.994 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Значение среднего крутящего момента можно проще определить, сразу суммируя крутящие моменты от всех цилиндров за цикл и деля эту сумму на 720,

$$M_{\text{кр}\text{ср}} := \frac{i \cdot \sum_{\varphi=0}^{720} M_\varphi}{720} = 106.994 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Графики крутящих моментов отдельных цилиндров и среднего в функции от угла поворота коленчатого вала приведены на рис. 3.

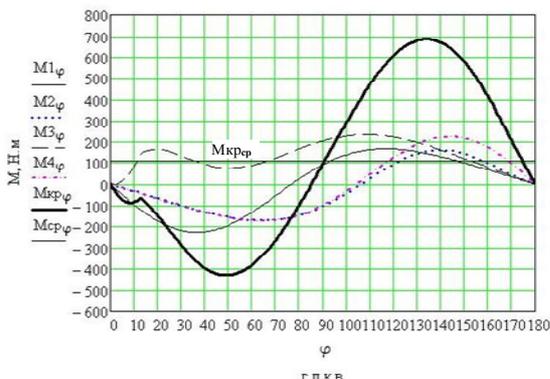


Рис. 3. Графики крутящих моментов

Средний индикаторный крутящий момент по данным расчёта цикла без учёта процессов впуска-выпуска ($p_i = 0,9946$ МПа, $V_{л} = 1,407$ л, $\tau = 4$ [1])

$$M_{i_{cp}} := \frac{p_i \cdot 10^3 \cdot V_{л}}{\pi \cdot \tau} = 111,395 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

(в примере [2] $M_{i_{cp}} = 111,9$ Н·м).

Несовпадение значений средних крутящих моментов, определённых по диаграмме крутящего момента и по данным теплового расчёта цикла ($M_{i_{cp}} = 111,395$ Н·м, $M_{кр_{cp}} = 106,994$ Н·м),

$$\frac{|M_{i_{cp}} - M_{кр_{cp}}|}{M_{i_{cp}}} = 3,95 \% . \text{ Возникает вопрос,}$$

почему все расчётные величины определялись в системе Mathcad с погрешностью мене 1 %, а при расчёте крутящего момента погрешность составила около 4 % (в примере [2] при использовании графического метода расчёта площадей под кривой суммарного крутящего момента на листах бумаги она составила 0,2 %).

Анализ показал, что причина кроется в разных методах расчёта среднего индикаторного (внутреннего) давления, через которое определяется средний индикаторный крутящий момент, в тепловом и графическом методах. При расчёте среднего индикаторного давления цикла по формуле (3) [1] влияние процессов впуска и выпуска не учитывается (так принято), а в графическом методе рассматриваются все процессы цикла.

Среднее индикаторное давление, рассчитанное по полученной в [1] зависимости давления от угла поворота коленчатого вала p_{ϕ} для процессов сжатия и расширения (без учёта насосных ходов),

$$p_{i1} := \sum_{\phi=180}^{540} \frac{(V(\phi+1) - V(\phi)) \cdot (p_{\phi+1} + p_{\phi}) \cdot 0,5}{V_h} = 0,9914 \text{ МПа.}$$

Несовпадение расчёта среднего давления по формуле и по диаграмме для процессов сжатия-расширения ($p_i = 0,9946$ МПа, $p_{i1} = 0,9914$ МПа)

$$\frac{|p_{i1} - p_i|}{p_i} = 0,322 \% .$$

Среднее индикаторное давление, рассчитанное по диаграмме для всего цикла (с учётом насосных ходов),

$$p_{i_{нх}} := \sum_{\phi=0}^{720} \frac{(V(\phi+1) - V(\phi)) \cdot (p_{\phi+1} + p_{\phi}) \cdot 0,5}{V_h} = 0,954 \text{ МПа.}$$

Средний крутящий момент, соответствующий среднему индикаторному давлению $p_{i_{нх}}$,

$$M_{i_{нх}} := \frac{p_{i_{нх}} \cdot 10^3 \cdot V_{л}}{\pi \cdot \tau} = 106,800 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Несовпадение расчёта средних крутящих моментов с использованием диаграмм $p - \phi$ и $M - \phi$ для всего цикла (с учётом насосных ходов)

$$\frac{|M_{i_{нх}} - M_{кр_{cp}}|}{M_{i_{нх}}} = 0,182 \% .$$

Как видим, расчёт сходится с приемлемой точностью. $M_{\max} := \max(M_{кр}) = 686,949$

Максимальный крутящий момент $M_{\max} := \max(M_{кр}) = 686,949$ Н·м (в примере [2] 688,2).

Минимальный крутящий момент $M_{\min} := \min(M_{кр}) = -431,455$ Н·м (в примере [2] -430,5).

Задание среднего крутящего момента в функции от угла ϕ : $M_{ср\phi} := M_{кр_{cp}}$.

На рис. 3. приведены графики крутящих моментов отдельных цилиндров и среднего в функции от угла поворота коленчатого вала.

Расчёт сил, действующих на шатунную шейку. Угловая скорость вращения коленчатого вала при номинальной частоте $n := 5800$ мин⁻¹

$$\omega := \frac{\pi \cdot n}{30} = 607,375 \text{ с}^{-1} .$$

Центробежная сила инерции вращающихся масс ($m_R = 1,524$ кг, $R = 0,035$ м)

$$K_R := -m_R \cdot R \cdot \omega^2 = -19681,22 \text{ Н} .$$

Центробежная сила инерции вращающихся масс K_R является результирующей двух сил: центробежной силы инерции вращающихся масс шатуна ($m_{ш.к} = 0,620$ кг)

$$K_{Rш} := -m_{ш.к} \cdot R \cdot \omega^2 = -7999.04 \text{ Н.}$$

и центробежной силы инерции вращающихся масс кривошипа ($m_k = 0,905 \text{ кг}$)

$$K_{Rk} := -m_k \cdot R \cdot \omega^2 = -11682.17 \text{ Н.}$$

$\varphi := 0..900$ – задание массива углов через 1 градус.

Суммарная сила, действующая на шатунную шейку по радиусу кривошипа

$$P_{k\varphi} := K_{\varphi} + K_{Rш}.$$

Результирующая всех сил, действующих на шатунную шейку рядного двигателя, Н,

$$R_{ш\varphi} := \sqrt{(T_{\varphi})^2 + (P_{k\varphi})^2}.$$

Максимальная сила, действующая на шатунную шейку,

$$R_{ш\max} := \max(R_{ш}) = 20957.44 \text{ Н (20770 Н [2]).}$$

Минимальная сила, действующая на шатунную шейку,

$$R_{ш\min} := \min(R_{ш}) = 1439.07 \text{ Н (1280 Н [2]).}$$

Среднее значение силы, действующей на шатунную шейку,

$$R_{ш\text{ср}} := \frac{\sum_{\varphi=0}^{720} R_{ш\varphi}}{720} = 12885.95 \text{ Н (12801 Н [2]).}$$

Текущее значение силы, действующей на шатунную шейку, определяется путём конкретизации угла поворота коленчатого вала.

Например, при $\varphi = 0^\circ$ $R_{ш0} = 20777,7 \text{ Н (20770 Н [2]).}$

На рис. 4. приведена полярная диаграмма результирующей силы, действующей на шатунную шейку.

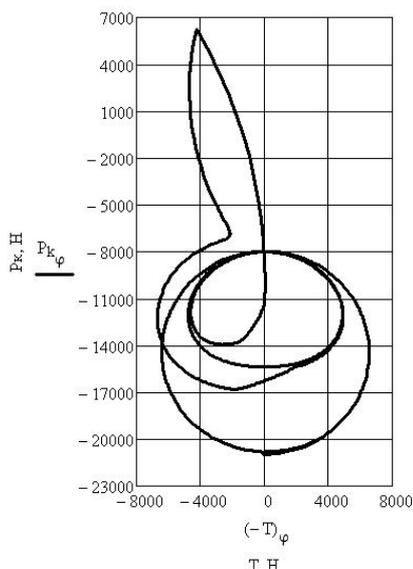


Рис. 4. Полярная диаграмма нагрузки на шатунную шейку

Расчёт сил, действующих на колено вала. Суммарная сила K_{pk} , действующая на колено вала по радиусу кривошипа, складывается из суммарной силы P_k , действующей на шатунную шейку по радиусу кривошипа, и центробежной силы инерции вращающихся масс кривошипа K_{Rk} .

$$K_{pk\varphi} := P_{k\varphi} + K_{Rk}.$$

Результирующая сила, действующая на колено вала,

$$R_{k\varphi} := \sqrt{(T_{\varphi})^2 + (K_{pk\varphi})^2}.$$

Расчёт сил, действующих на коренную шейку. Коленчатый вал рассматриваемого двигателя полноопорный с симметричными кривошипами, расположенными под углом 180° . Поэтому на каждую коренную шейку будет действовать 1/2 соответствующих сил от двух смежных колен с учётом порядка работы соседних цилиндров.

Поскольку порядок работы двигателя: 1-3-4-2-1-3-4-2, то для второй наиболее нагруженной коренной шейки, расположенной между 1-м и 2-м кривошипами, кривые сил для этих смежных кривошипов будут смещены на 180° и суммарные проекции от соответствующих сил на **вторую коренную шейку** определяются выражениями:

$\varphi := 0..720$ – задание массива углов через 1 градус.

$$T_{k2\varphi} := -0.5 \cdot (T_{\varphi} - T_{\varphi+180}) \text{ – для тангенциальной силы;}$$

$$K_{k2\varphi} := -0.5 \cdot (K_{pk\varphi} - K_{pk\varphi+180}) \text{ – для силы по радиусу кривошипа.}$$

Результирующая сила, действующая на вторую коренную шейку,

$$R_{kш2\varphi} := \sqrt{(T_{k2\varphi})^2 + (K_{k2\varphi})^2}.$$

На рис. 5. приведена полярная диаграмма нагрузки на вторую коренную шейку однорядного четырёхцилиндрового двигателя.

В заключение работы можно сделать следующие выводы:

1 Разработана программа и проведён расчёт кинематики и динамики четырёхцилиндрового рядного бензинового двигателя в системе Mathcad. Результаты расчёта согласуются с расчётом аналогичного двигателя в [2].

2 Приведена методика автоматизированного расчёта и построения диаграмм скорости, ускорения, сил, действующих в КШМ двигателя, суммарного крутящего момента, а также полярных диаграмм нагрузки на шатунную и коренную шейки коленчатого вала.

3 Данная программа может быть использована как в учебном процессе (курсовые работы и дипломные проекты), так и при научных исследованиях, а также для отладки примеров расчёта динамики двигателя, приводимых в задачниках и учебниках по ДВС.

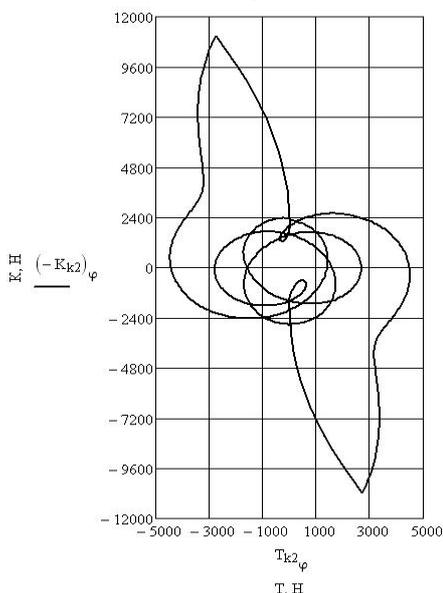


Рис. 5. Полярная диаграмма нагрузки на вторую коренную шейку

Библиографический список

1. Рындин В. В., Шалай В. В., Макушев Ю. П. Расчёт цикла бензинового двигателя в системе Mathcad // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 6 (34). – С. 91 – 98.
2. Колчин А. И., Демидов В. П. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высш шк., 1990. – 344 с.
3. Автомобильные двигатели: Учеб. для вузов / Под ред. М. С. Ховаха.– Машиностроение, 1977.– 496 с.

УДК 621.336.2

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ИЗНАШИВАНИЯ КОНТАКТНЫХ ПАР УСТРОЙСТВ ТОКОСЪЕМА

С. А. Ступаков, О. А. Сидоров, В. М. Филиппов

Аннотация. В статье рассмотрен подход к построению математической модели изнашивания элементов контактных пар устройств токосъема электрического транспорта с учетом электрической составляющей.

Ключевые слова: математическая модель, изнашивание, токовая нагрузка, контактная пара, устройства токосъема.

Введение

Износ контактных пар устройств токосъема зависит не только от механической на-

THE CALCULATION OF KINEMATICS AND DYNAMICS OF A STRAIGHT PETROL ENGINE IN A SYSTEM MATHCAD

V. V. Ryndin, V. V. Shalaj, J. P. Makushev

The program of the calculation and constructing of the polar load diagrams on crankpin and main neck of crank, and also of the schedule of summary torque in a system Mathcad is described.

Keywords: engine, calculation, dynamics, polar diagram, system Mathcad.

Bibliographic list

1. Ryndin V. V. Shalaj V., P. Calculation Makushev cycle gasoline engine system Mathcad // Vestnik SibADI. - 2013. - № 6 (34). - P. 91 - 98.
2. Kolchin A. I. Demidov V. P. Calculation of automobile and tractor engines. - M.: Higher wk., 1990. - 344.
3. Car engines: Textbook. for schools / Ed. M. S. Hovaha. - Mechanical Engineering, 1977. - 496.

Рындин Владимир Витальевич – кандидат технических наук, профессор кафедры «Механика и нефтегазовое дело» ПГУ им. С. Торайгырова. Основные направления научной деятельности – теплофизика. Общее количество опубликованных работ: 130. e-mail: rvladvit@yandex.ru

Шалай Виктор Владимирович – доктор технических наук, профессор, ректор Омского государственного технического университета (ОмГТУ). Основные направления научной деятельности – летательные аппараты. Общее количество опубликованных работ: 200.

Макушев Юрий Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности – топливная аппаратура двигателей внутреннего сгорания. Общее количество опубликованных работ: 120. e-mail: makushev321@mail.ru

грузки (нажатия в контакте), скорости скольжения, температуры элементов и параметров окружающей среды, но и от токовой нагрузки.

Ее влияние может рассматриваться как дополнительный фактор, изменяющий значение механического износа [1].

Основная часть. Взаимодействие элементов контактной пары устройства токосъема электрического транспорта представляет собой динамический процесс, при котором возможны как кратковременные, так и длительные потери контакта. Кроме того, значительная индуктивность электродвигателей способствует возникновению между элементами контактной пары электрической дуги, термическое действие которой увеличивает интенсивность изнашивания: возникает испарение материала с поверхностей контакта и увеличивается их шероховатость. Следует отметить, что даже наличие микроискрений сопровождается термическими процессами, изменяющими интенсивность изнашивания. Однако в соответствии с требованиями [2] к обеспечению надежного и экономичного токоснимания и применением в современных конструкциях токосъемных устройств систем авторегулирования случаи устойчивого горения электрической дуги в контактной паре не рассматриваются.

Изнашивание контактных пар устройств токосъема от воздействия электрического тока можно представить с помощью функциональной зависимости между такими факторами как дугостойкость материала; количество электричества, прошедшее через дугу; длина пути трения; нажатие в контакте; комплекс, учитывающий изменение шероховатости поверхностей; комплекс, учитывающий износ при токовой нагрузке без искрения:

$$I_h = \psi_2(\gamma, Q, s, P, g, I_M, I_{E0}, I) \quad (1)$$

где γ – критерий, характеризующий дугостойкость материала, зависящий от рода тока, времени его протекания через контакт и полярности элемента контактной пары; Q – количество электричества, которое определяется средним значением тока дуги I и временем ее горения t ; s – длина пути трения; P – нажатие в контакте; g – комплекс, характеризующий изменение изнашивания материала вследствие повышения шероховатости поверхностей; I_M – интенсивность изнашивания от механической нагрузки (без тока); I_{E0} –

интенсивность изнашивания при токовой нагрузке без искрения (зависит от рода тока и полярности элементов); I – токовая нагрузка.

Подробное описание процессов изнашивания элементов контактной пары при возникновении электрической дуги в контакте и изменении шероховатости их поверхностей выполнено в работе Р. Хольма [3], там же приведена формула для определения электромеханического износа элементов контактной пары:

$$I_E = \gamma Q + sP \left(I_M + I_{E0} \sqrt{\frac{I}{10}} + g \sqrt{\frac{Q}{s}} \right). \quad (2)$$

Однако в формуле (2) не учитываются физико-механические свойства пары трения (твердость, теплоемкость, теплопроводность и др.). Кроме этого, как показывает анализ результатов эксперимента, значения износа элементов контактных пар зависят от рода тока, плотности тока, полярности элементов контактной пары, тепловых процессов и т. п. [4]

Анализ результатов многочисленных экспериментальных исследований электромеханического изнашивания элементов контактных пар устройств токосъема показывает, что одним из аспектов проблемы является изменение шероховатостей контактирующих поверхностей от воздействия токовой нагрузки и электрической дуги. Процесс изменения шероховатости поверхностей зависит от плотности тока в контакте, рода тока, полярности элементов контактной пары, а также является функцией от Q/s .

Количество электричества Q определяется как произведение среднего значения тока дуги на время ее горения:

$$Q = It; \quad j = \frac{I}{A_r}, \quad (3)$$

где j – плотность тока, A_r – фактическая (электропроводящая) площадь контакта элементов пары трения.

На основании анализа результатов экспериментальных исследований изнашивания элементов контактных пар от нажатия в контакте и от токовой нагрузки и с учетом работ И. В. Крагельского [5], Э. Д. Брауна [6] и Н. Viesenack [7] получены функционалы и коэффициенты, определяющие электрическую составляющую электромеханического изнашивания:

$$I_E(P) = \left[\zeta_1 \cdot \xi(\gamma, Q) + \zeta_2 \cdot X_1^{k_1} \left(W_1(P, k_1, k_2) j^{k_3} + \zeta_3 \cdot g(P, X_2, X_3, k_4) \sqrt{\frac{Q}{s}} \right) \right] \quad (4)$$

$$\text{где } X_1 = \frac{Ptc_2}{r(T_{I_h})^2 \rho_1 c_1 \chi}, \quad X_2 = Cu, \quad X_3 = \frac{H_1(T_{I_h})}{H_2(T_{I_h})}.$$

С учетом параметров окружающей среды

$$I_E(P) = \left[\zeta_1 \cdot \xi(\gamma, Q) + \zeta_2 \cdot X_1^{k_1} \left(W_1(P, k_1, k_2) j^{k_3} + \zeta_3 \cdot g(P, X_3, X_4, k_4) \sqrt{\frac{Q}{S}} \right) \right] \cdot \mathfrak{G}(\varphi, \kappa). \quad (5)$$

В результате воздействия токовой нагрузки наблюдается повышение температуры элементов устройств токосъема, и, в первую очередь, элементов контактной пары.

Окончательно с учетом влияния на износ термического действия токовой нагрузки и параметров внешней среды запишем:

$$I_E(P) = \left[\zeta_1 \cdot Bi \cdot \xi(\gamma, Q, T_{I_h}) + \zeta_2 \cdot (X_1 \cdot Me)^{k_1} \left(I_{E0}(P, k_1, k_2) j^{k_3} + \zeta_3 \cdot g(P, X_2, X_3, T_{I_h}, k_4) \sqrt{\frac{Q}{S}} \right) \right] \cdot \mathfrak{G}(F_{0i}, \varphi, \kappa), \quad (6)$$

$$\text{где } \xi(\gamma, Q, T_{I_h}) = \gamma Q(T_{I_h}) = \gamma I(T_{I_h}) t = \gamma t \frac{U}{R_{\text{конм}} / T_{I_h}} = \gamma t \frac{U}{R_0(1 + \alpha_R \Delta T)}$$

– интенсивность электроэрозионного изнашивания, линейно зависящая от дугостойкости материала с учетом температурного градиента элемента контактной пары;

R_0 – электрическое сопротивление материала при температуре окружающей среды 20 °С;

α_R – температурный коэффициент электрического сопротивления;

$\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3$ – масштабные коэффициенты;

k_1 – функционал, прямо пропорциональный по модулю величине контактного нажатия и логарифмически зависящий от рода тока и поляризации контактного элемента (КЭ);

k_2 – функционал, обратно пропорциональный величине контактного нажатия и логарифмически зависящий от рода тока и поляризации КЭ;

$k_3 \in (0; 0,07]$ – коэффициент, учитывающий род тока (переменный или постоянный) и полярность КЭ (анодно - или катоднополяризованный);

$k_4 \in [0; 1)$ – симплекс, учитывающий содержание графита в материале КЭ;

$$\mathfrak{G}(F_{0i}, \varphi, \kappa) = \left[F_{0i} \left(\frac{\varphi_0}{\varphi} \right) \left(\frac{\kappa_0}{\kappa} \right) \right]^{\sigma_m} -$$

т. е.

$$I_h = a_0 \left(\frac{Ptc_2}{r(T_{I_h})^2 \rho_1 c_1 \chi} \right)^{\alpha_m} \left(Bi \cdot \left(\frac{vt}{r(T_{I_h})} \right) \right)^{\beta_m} (Cu)^{\gamma_m} \left(\frac{H_1(T_{I_h})}{H_2(T_{I_h})} \right)^{\varepsilon_m} \left(\frac{T_1 \lambda_1}{r(T_{I_h}) f_T(T_{I_h}) P v} \right)^{\delta_m} \times$$

$$\times \left(\frac{\varphi_0}{\varphi} \right)^{\lambda_m} \left(\frac{\kappa_0}{\kappa} \right)^{\omega_m} + \left(\zeta_1 \cdot Bi \cdot \xi(\gamma, Q, T_{I_h}) + \zeta_2 \cdot (X_1 \cdot Me)^{k_1} \left(I_{E0}(P, k_1, k_2) j^{k_3} + \right. \right. \quad (8)$$

$$\left. \left. + \zeta_3 \cdot g(P, X_2, X_3, T_{I_h}, k_4) \sqrt{\frac{Q}{S}} \right) \cdot \left(F_{0i} \left(\frac{\varphi_0}{\varphi} \right) \left(\frac{\kappa_0}{\kappa} \right) \right)^{\sigma_m}$$

функционал, характеризующий состояние окружающей среды (температуру, влажность, запыленность);

$\sigma_m \in [-1, 2]$ – коэффициент, учитывающий изменение параметров внешней среды в зоне контакта;

$$F_{0i} = \frac{a_i t_i}{(r(T_{I_h}))^2} - \text{критерий Фурье (} a_i -$$

коэффициент теплопроводности, t_i – время изменения внешних условий, $r(T_{I_h})$ – характерный линейный размер), устанавливающий соответствие между темпом изменения условий в окружающей среде и темпом перестройки температурного поля внутри элемента контактной пары).

Итоговая математическая модель представляет собой алгебраическую сумму механической и электрической составляющих изнашивания [7, 8]. Уравнение механического изнашивания элементов контактной пары устройства токосъема приведено в [9].

Таким образом, с учетом полученных уравнений можно составить итоговую формулу для расчета интенсивности электромеханического изнашивания элементов контактной пары:

$$I_h = I_M + I_E, \quad (7)$$

Таким образом, уравнение (8) позволяет выполнять расчет интенсивности электрохимического изнашивания элементов контактной пары. Сравнение результатов расчета, полученных при использовании уравнения (8) и экспериментальных исследований, показывает, что их отклонение составляет не более 6 %.

На рис. 1 приведены графики, полученные в результате расчета (механическая и электрическая составляющие изнашивания,

суммарный график), и графики, построенные по результатам экспериментальных исследований. Приняты следующие обозначения: 1 – результаты расчета механической составляющей изнашивания ($I = 0$); 2 – результаты расчета электрической составляющей изнашивания ($I = 300$ А для КЭ монорельсовой транспортной системы (МТС); 3 – суммарный расчетный график; 4 – результаты эксперимента ($I = 300$ А для КЭ МТС).

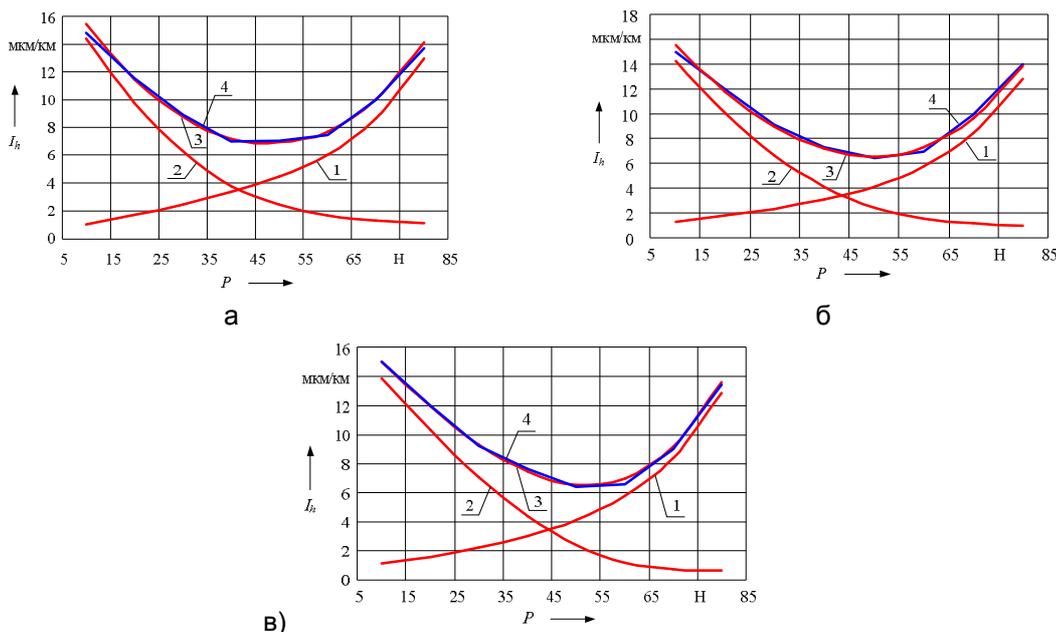


Рис. 1. Расчетные и экспериментальные зависимости изнашивания КЭ из меднографитового композита (МТС) при нормальных условиях окружающей среды: а – переменный ток; б – постоянный ток, анодная поляризация; в – постоянный ток, катодная поляризация

Для оценки адекватности определения минимума износа выполним анализ математической модели с помощью дифференцирования. Исследуем уравнение (8) на экстремум:

$$\frac{dI_h}{dP} = \frac{dI_M}{dP} + \frac{dI_E}{dP}. \tag{9}$$

$$\begin{aligned} \frac{dI_h}{dP} = & \left\{ \frac{a_0(P)}{dP} + a_0(P) \left(\frac{Ptc_2}{r(T_{I_h})^2 \rho_1 c_1 \chi} \right)^{\alpha_m(P)} \left[\frac{d\alpha_m(P)}{dP} \ln \left(\frac{Ptc_2}{r(T_{I_h})^2 \rho_1 c_1 \chi} \right) + \frac{\alpha_m(P)}{P} \right] - a_0(P) \right\} \times \\ & \times \left\{ \left(\frac{Ptc_2}{r(T_{I_h})^2 \rho_1 c_1 \chi} \right)^{\alpha_m(P)} \left[Bi \cdot \left(\frac{vt}{r(T_{I_h})} \right) \right]^{\beta_m} (Cu)^{\gamma_m} \left(\frac{H_1(T_{I_h})}{H_2(T_{I_h})} \right)^{\varepsilon_m} \left(\frac{T_1 \lambda_1}{r(T_{I_h}) f_T(T_{I_h}) P v} \right)^{\delta_m} \left(\frac{\Phi_0}{\Phi} \right)^{\lambda_m} \left(\frac{\kappa_0}{\kappa} \right)^{\omega_m} \right\} + \\ & + \zeta_2 \cdot \left[\left(\frac{Ptc_2}{(r(T_{I_h})^2 \rho_1 c_1 \chi)} \cdot Me \right)^{k_1(P)} \left\{ \left[\frac{dk_1(P)}{dP} \ln \left(\frac{Ptc_2}{r(T_{I_h})^2 \rho_1 c_1 \chi} \right) + \frac{k_1(P)}{P} \right] \cdot [I_{E0}(P, k_1, k_2)]^{k_3} + \right. \right. \\ & \left. \left. \times + \zeta_3 \cdot g(P, X_3, X_4, T_{I_h}, k_4) \sqrt{\frac{Q}{s}} \right] + \left[\frac{dI_{E0}(P, k_1, k_2)}{dP} \right]^{k_3} + \zeta_3 \frac{dg(P, X_3, X_4, T_{I_h}, k_4)}{dP} \sqrt{\frac{Q}{s}} \right\} \cdot \mathcal{G}(F_{0i}, \varphi, 1 \end{aligned} \tag{10}$$

Определим экстремальные значения кривой изнашивания для КЭ в условиях [10], максимально приближенных к условиям эксплуатации:

$$\frac{dI_h}{dP} = 0.$$

На рис. 2. приведены результаты исследования экстремумов интенсивности изнашивания для КЭ МТС (минимум величины нажатия в контакте $P \in [40; 60]$).

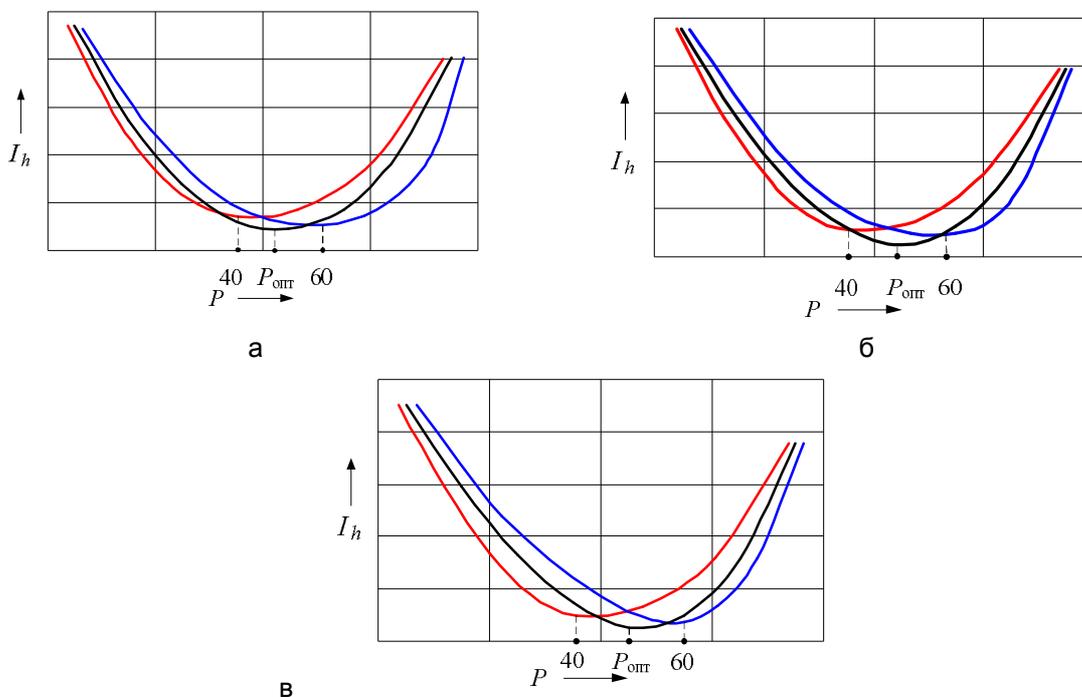


Рис. 2. Исследования экстремумов интенсивности изнашивания КЭ МТС:
 а – переменный ток; б – постоянный ток (анодно-поляризованный КЭ);
 в – постоянный ток (катодно-поляризованный КЭ)

Заключение

Таким образом, была разработана математическая модель механического и электрического изнашивания элементов контактной пары устройств токосъема электрического транспорта, позволяющая выполнять расчет с учетом влияния параметров окружающей среды (влажности, запыленности), температуры материалов элементов контактной пары, градиента температуры от токовой нагрузки на твердость материалов и фактической (электропроводящей) площади контакта. При этом расхождение результатов расчета и данных эксперимента составляет не более 6 %.

Библиографический список

1. Ступаков С. А. К вопросу исследования влияния температурных процессов на изнашивание контактных пар устройств токосъема электрического транспорта / С. А. Ступаков, В. М. Филиппов, В. В. Томилов // *Europejska nauka XXI powieka* – 2012: Materiały VIII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji. – Przemysł: Nauka i studia, 2012. – P. 27 – 32.

2. Михеев В. П. Контактные сети и линии электропередачи: учебник для вузов / В. П. Михеев. – М.: Маршрут, 2003. – 415 с. – ISBN 5-89035-086-2.
3. Хольм Р. Электрические контакты / Перевод с английского. Под ред. д.т.н., проф. Д. Э. Брускина и д.х.н. А. А. Рудницкого / Р. Хольм. – М.: Издательство иностранной литературы, 1961. – 464 с.
4. Ступаков С. А. Моделирование электромеханического изнашивания контактных пар устройств токосъема электрического транспорта / С. А. Ступаков, О. А. Сидоров, В. М. Филиппов // *Трение и смазка в машинах и механизмах*. – М: Машиностроение. 2012. – № 2.- С. 37 – 47.
5. Крагельский И. В. О расчете износа поверхностей трения / И. В. Крагельский, Г. М. Харач. – В кн.: Расчетные методы оценки трения и износа. – Брянск: Приокское кн. изд-во, 1975. – С. 5 – 47.
6. Браун Э. Д. Моделирование трения и изнашивания в машинах / Э. Д. Браун, Ю. А. Евдокимов, А. В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 1982. – 191 с.
7. Biesenack H. Kontakt zwischen Fahrdrabt und Schleifleiste–Ausgangspunkte zur Bestimmung des elektrischen Verschleißes / H. Biesenack, F. Pintscher // *Elektrische Bahnen*. – München: Oldenbourg Industrieverlag GmbH, 2005. – № 3. – P. 138 – 146.

8. Мышкин Н. К. Электрические контакты / Н. К. Мышкин, В. В. Кончиц, М. Браунович. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008. – 560 с.

9. Ступаков С. А. Построение математической модели механического износа контактных пар устройств токосъема / С. А. Ступаков, О. А. Сидоров, В. М. Филиппов, А. А. Орлов // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 3 (31). – С. 97 – 101.

10. Сидоров О. А. Вопросы прогнозирования износа контактных пар устройств токосъема моно-рельсового электрического транспорта / О. А. Сидоров, С. А. Ступаков // Трение и смазка в машинах и механизмах. – М.: Машиностроение, 2012. – № 2. – С. 37 – 48.

CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODELS OF ELECTROMECHANICAL WEAR OF CONTACT PAIR DEVICE CURRENT COLLECTION

S. A. Stupakov, O. A. Sidorov, V. M. Philippov

This article describes an approach to the construction of a mathematical model of the wear of contact pairs of elements of electric current collection devices of transport, taking into account the electric component.

Keywords: mathematical model, wear, current load, contact pair, device current collection.

Bibliographic list

1. Stupakov S. A. On investigation of the influence of temperature processes for wear contact pairs current collection devices electric vehicles / S. A. Stupakov, V. M. Philippov, V. V. Tomilov // Europejska nauka XXI powieka – 2012: Materiały VIII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji. – Przemysł: Nauka i studia, 2012. – P. 27 – 32.

2. Mikheev V. P. Contact networks and transmission lines: a textbook for high schools / V. P. Mikheev. – M.: Marshrut, 2003. – 415 p. – ISBN 5-89035-086-2.

3. Holm R. Electrical contacts / R. Holm. – M.: Foreign Literature Publishing House, 1961. – 464 p.

4. Stupakov S. A. Simulation of electromechanical devices wear contact pairs current collection of electric transport / S. A. Stupakov, O. A. Sidorov, V. M. Philippov // Friction and lubrication in machinery. – M.: Mashinostroyeniye. № 2. 2012. – P. 37 – 47.

5. Kragelsky I. V. On the analysis of wear of the friction surfaces / I. V. Kragelsky, G. M. Kharach. – In book: Calculation methods of assessment of friction and wear. – Briansk: Publishing House "Priokskoie", 1975. – P. 5 – 47.

6. Brown E. D. Modeling of friction and wear in machines / E. D. Brown, Yu. A. Evdokimov, A. V. Chichinadze. – M.: Mashinostroyeniye, 1982. – 191 p.

7. Biesenack H. Kontakt zwischen Fahrdrabt und Schleifleiste–Ausgangspunkte zur Bestimmung des elektrischen Verschleißes / H. Biesenack, F. Pintscher // Elektrische Bahnen. – München: Oldenbourg Industrieverlag GmbH, 2005. – № 3. – P. 138 – 146.

8. Myshkin N. K. Electrical contacts / N. K. Myshkin, V. V. Konchits, M. Braunovich. – Dolgoprudny: Publishing House "Intelligence", 2008. – 560 p.

9. Stupakov S. A. The construction of a mathematical model of the mechanical wear of contact pairs of current collection devices / S. A. Stupakov, O. A. Sidorov, V. M. Philippov, A. A. Orlov // Vestnik SibADI. – 2013. – № 3 (31). – P. 97 – 101.

10. Sidorov O. A. Questions forecasting wear contact pairs current collection devices mono-rail electric transport / O. A. Sidorov, S. A. Stupakov // Friction and lubrication in machinery. – M.: Mashinostroyeniye, 2012. – № 2. – P. 37 – 48.

Ступаков Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информатика, прикладная математика и механика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС (ОМИИТ)). Основное направление научных исследований – исследование изнашивания элементов контактных пар устройств токосъема. Общее количество публикаций – 49. E-mail: stupakov1@yandex.ru.

Сидоров Олег Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС (ОМИИТ)). Основное направление научных исследований – устройства токосъема электрического транспорта. Общее количество публикаций – 331. E-mail: sidorovoa@omgups.ru.

Филиппов Виктор Михайлович – кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС (ОМИИТ)). Основное направление научных исследований – исследование изнашивания элементов контактных пар устройств токосъема. Общее количество публикаций – 44. E-mail: fvt-omgups@mail.ru.

УДК.517.946

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОПЕРАТОРА ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ ПО СПЕКТРАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ

Г. И. Шабанова

Аннотация. Эта статья является завершением научного исследования, опубликованного в [4], [5]. Обратная сингулярная задача Штурма-Лиувилля состоит в определении функции $q(y)$ в операторном уравнении, построенной по спектральной функции $\sigma(\lambda) \in \mathcal{O}^a$. Автор представляет несколько новых свойств потенциала $q(y)$, и несложное доказательство теоремы существования $q(y)$ в классе функций Q_m^a .

Ключевые слова: оператор, задача Штурма-Лиувилля, спектральная функция, предел последовательности, взаимно-однозначное соответствие.

Введение

При решении обратной задачи Штурма-Лиувилля И. М. Гельфанд и Б. М. Левитан [2] исходили из того, что существует функция $K(y, t)$, $t \leq y$, имеющая непрерывные частные производные первого и второго порядка, такая что

$$\varphi(y, \lambda) = \cos \sqrt{\lambda} y + \int_0^y K(y, t) \cos \sqrt{\lambda} t dt$$

$\varphi(y, \lambda)$ - решение задачи (1) с дополнительным условием $\varphi'(0, \lambda) - h\varphi(0, \lambda) = 0$. $K(y, t)$ удовлетворяет волновому уравнению

$$\frac{\partial^2 K(y, t)}{\partial y^2} - q(y)K(y, t) = \frac{\partial^2 K(y, t)}{\partial t^2}, \quad (1)$$

и граничным условиям $\left. \frac{\partial K(y, t)}{\partial t} \right|_{t=0} = 0, \quad (2)$

$$q(y) = 2 \frac{\partial K(y, y)}{\partial y}, \quad (3)$$

$$K(y, y) = h + \frac{1}{2} \int_0^y q(t) dt. \quad (4)$$

Функция $K(y, t)$ удовлетворяет также и линейному интегральному уравнению

$$f(y, x) + \int_0^y K(y, \tau) f(\tau, x) d\tau + K(y, x) = 0 \quad (5)$$

в области $x \leq y$.

Функции

$$F(y, x) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin \sqrt{\lambda} y \sin \sqrt{\lambda} x}{\lambda} d\sigma_1(\lambda) \quad (6)$$

$$и f(y, x) = \frac{\partial^2 F}{\partial y \partial x} = \int_{-\infty}^{\infty} \cos \sqrt{\lambda} y \cos \sqrt{\lambda} x d\sigma_1(\lambda). \quad (7)$$

существуют и непрерывны для всех значений аргументов [2], если $\sigma_1(\lambda)$ ведет себя на бесконечности достаточно правильно, например $\text{Var}[\sigma_1(\lambda)] < \infty$.

Основная часть

Отметим свойства функции $q(y)$, восстановленной по спектральной функции $\sigma(\lambda) \in \mathcal{O}^a$.

Найдем $q(y)$ по формуле (3).

Определим ядро интегрального уравнения (5), решая задачу (1)-(2) методом Фурье.

$$\text{Пусть } K(y, t) = Y(y)X(t) \neq 0 \quad (8)$$

Подставим $K(y, t)$ в виде (54) с нужными производными в (47).

$$Y_y'' X(t) - q(y)Y(y)X(t) = Y(y)X_t''$$

Разделяя переменные, получим тождество, возможное лишь в том случае, когда величина отношения

$$\frac{Y_y''}{Y(y)} - q(y) = \frac{X_t''(t)}{X(t)}$$

постоянна. Обозначим ее - μ^2 .

Имеем две задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений

$$X_t'' + \mu^2 X(t) = 0, \quad X(t) \neq 0, \quad X_t'(0) = 0 \quad (9)$$

$$Y_y'' - q(y)Y(y) = -\mu^2 Y(y), \quad Y(y) \neq 0.$$

$$\text{Пусть } X'(b) = 0 \quad (10)$$

Сначала найдем $K(y, t)$ на конечном интервале $0 \leq t \leq y \leq b$, затем устремим b к бесконечности.

Решением краевой задачи (9)-(10) является совокупность функций

$$X(t) = c_1 \cos \frac{\pi n}{b} t.$$

Потребуем выполнение условия нормировки $\|X(t)\|_{L_2[0,b]} = 1$. Тогда

$$X(t) = \sqrt{\frac{2}{b}} \cos \frac{\pi n}{b} t = X_b(t).$$

Переписем интегральное уравнение (5) с учетом (8).

$$f(y,x) + Y(y) \int_0^y X(\tau) f(\tau,x) d\tau + K(y,x) = 0 \cdot (11)$$

Умножим (11) почленно на $X(x)$ и выразим $K(y,x)$. В области $0 \leq x \leq y \leq b$

$$K_b(y,x) = \frac{-X_b(x) f_b(y,x)}{X_b(x) + \int_0^y X_b(\tau) f_b(\tau,x) d\tau} \cdot (12)$$

$$f_b(y,x) = \int_{\sqrt{\lambda_{0,b}}}^{\infty} \cos \sqrt{\lambda} y \cos \sqrt{\lambda} x d\sigma_{1,b}(\lambda).$$

Перейдем к пределу в (12) при $b \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned} \lim_{b \rightarrow \infty} K_b(y,x) &= \lim_{b \rightarrow \infty} \frac{-\sqrt{\frac{2}{b}} \cos \frac{\pi n}{b} x f_b(y,x)}{\sqrt{\frac{2}{b}} \left[\cos \frac{\pi n}{b} x + \int_0^y \cos \frac{\pi n}{b} \tau \int_{\sqrt{\lambda_{0,b}}}^{\infty} \cos \sqrt{\lambda} \tau \cos \sqrt{\lambda} x d\sigma_{1,b}(\lambda) d\tau \right]} \\ &= \frac{-f(y,x)}{1 + \int_0^y f(\tau,x) d\tau} = K(y,x) \end{aligned}$$

По обобщенной теореме Хелли [1]

$$\lim_{b \rightarrow \infty} f_b(y,x) = \lim_{b \rightarrow \infty} \int_{\sqrt{\lambda_{0,b}}}^{\infty} \cos \sqrt{\lambda} y \cos \sqrt{\lambda} x d\sigma_{1,b}(\lambda) = \int_0^{\infty} \cos \sqrt{\lambda} y \cos \sqrt{\lambda} x d\sigma_1(\lambda) = f(y,x).$$

В соответствии с граничным условием (3) и теоремой о среднем имеем

$$q(y) = 2 \frac{dK(y,y)}{dy} = 2 \frac{d}{dy} \left[\frac{-f(y,y)}{1 + \int_0^y f(\tau,y) d\tau} \right] = 2 \frac{d}{dy} \left[\frac{-f(y,y)}{1 + y f(\tau^*,y)} \right] \quad (13)$$

Лемма 5 (формула для вычисления $q(y)$)

Если спектральная функция оператора Штурма-Лиувилля $\sigma(\lambda)$ принадлежит классу σ^a , то коэффициент оператора $\ell_q q(y)$ однозначно восстанавливается в классе функций Q_M^a по формуле (13).

Вычислим $q(0)$ и укажем поведение $q(y)$ на бесконечности. Предварительно найдем

$$f(0,0) = \int_0^{\infty} d\sigma_1(\lambda) = V_0^{\infty} \sigma_1(\lambda), \quad f'_y(0,0) = 0,$$

тогда

$$q(0) = 2 f^2(y,y) \Big|_{y=0} = 2 \left[V_0^{\infty} \sigma_1(\lambda) \right]^2 = A > 0 \quad (14)$$

$$f(y,y) = \int_0^{\infty} \cos^2 \sqrt{\lambda} y d\sigma_1(\sqrt{\lambda}) =$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{1 + \cos 2\sqrt{\lambda} y}{2} d\sigma_1(\sqrt{\lambda}) = \frac{1}{2} V\sigma_1(\lambda) + \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \cos 2sy d\sigma_1(s)$$

По Лемме Римана-Лебега [3] $\int_0^{\infty} \cos 2sy d\sigma_1(s) \rightarrow 0$ при $y \rightarrow \infty$, а интегрирование по частям дает

$$\int_0^{\infty} \cos 2sy d\sigma_1(s) = -\frac{1}{2y} \int_0^{\infty} \sin 2sy \sigma_1'(s) ds = 0\left(\frac{1}{y}\right), \quad s = \sqrt{\lambda}$$

$$f(\tau^*, y) = \int_0^{\infty} \cos \sqrt{\lambda} \tau^* \cos \sqrt{\lambda} y d\sigma_1(\lambda) = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} [\cos \sqrt{\lambda}(\tau^* - y) + \cos \sqrt{\lambda}(\tau^* + y)] d\sigma_1(\lambda) = -\frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{y - \tau^*} \int_0^{\infty} \sin s(y - \tau^*) d\sigma_1(s) + \frac{1}{y + \tau^*} \int_0^{\infty} \sin s(\tau^* + y) d\sigma_1(s) \right\} = 0\left(\frac{1}{y}\right),$$

$y \rightarrow \infty; \quad y f(\tau^*, y) = O(1)$ при $y \rightarrow \infty$

$$K(0,0) = -\lim_{s \rightarrow 0} V \sigma_1(s) = c > 0.$$

$$K(y,y) = \frac{-\frac{1}{2} \lim_{s \rightarrow 0} V \sigma_1(s) + 0\left(\frac{1}{y}\right)}{1 + O(1)} \text{ при } y \rightarrow \infty.$$

$$q(y) = 2 \frac{d}{dy} \left[\frac{-\frac{1}{2} \lim_{s \rightarrow 0} V \sigma_1(s) + 0\left(\frac{1}{y}\right)}{1 + O(1)} \right] = 0\left(\frac{1}{y^2}\right), \quad y \rightarrow \infty$$

$$\lim_{y \rightarrow \infty} q(y) = 0_-.$$

Формулы (13), (14) позволяют сделать вывод:

$$q(y) \in C^1 [0, \infty) \cap L_1 [0, \infty); \quad \|q(y)\|_{L_1 [0, \infty)} \leq M.$$

Далее, поскольку $q(y)$ непрерывна в каждом конечном интервале $[0, b]$, то достигает на этом интервале по меньшей мере один раз наибольшего значения M_b и по меньшей мере один раз наименьшего значения m_b .

В качестве q_{\min} примем $\min_b \{m_b\}$.

$$q_{\min} = q(b^*) = \min_b \{m_b\} = m < 0.$$

Таким образом, три условия определения 1 проверены.

Аналитичность $q(y)$ следует непосредственно из схемы восстановления $q(y)$ по $\sigma_1(\lambda)$ [2].

Если $\sigma_1(\lambda)$ - целая функция на интервале $[0, \infty) \ni \lambda$, $\lim_{s \rightarrow \infty} \sigma_1'(s) = -\frac{2}{\pi}$ и

$\sigma_1'(s) = 0\left(\frac{1}{s^{2r}}\right)$, $r \geq 1$, $s \rightarrow \infty$ то, согласно формулам (6), (7), $F(y, x)$ и $f(y, x)$ - целые функции, $K(y, x)$ (5) также целая в области $x \leq y$ и $q(y)$, определяемая формулой (3) - целая функция на интервале $[0, \infty) \ni y$. При этом условия (14) и имеют место.

Лемма 6 (о пределе последовательности финитных функций $q_n(y)$)

Пусть ℓ_{q_n} - регулярный оператор Штурма-Лиувилля и $\sigma_n(\lambda)$ - его спектральная функция. Выделим из последовательности ограниченных в совокупности неубывающих функций $\sigma_n(\lambda)$, $n = 1, 2, \dots$, соответствующих $q_n(y)$, подпоследовательность $\sigma_{n_j}(\lambda)$.

Если $\lim_{j \rightarrow \infty} \sigma_{n_j}(\lambda) = \sigma(\lambda)$ в основном, т.е. в точках непрерывности $\sigma(\lambda)$, то последовательность $q_n(y)$, $n = 1, 2, \dots$ сходится к $q(y) \in L_1 [0, \infty)$ по норме (или сильно сходится) и образуется по правилу

$$q_n(y) = \begin{cases} q(y) & \text{если } y \in [0, b_n], \\ 0 & \text{если } y \in [b_n, \infty). \end{cases}$$

Доказательство

Пусть $\sigma_m(\lambda)$ известна и $\lambda_0^{(m)}, \lambda_1^{(m)}, \dots, \lambda_{\ell}^{(m)}, \dots$ - собственные числа оператора ℓ_{q_m} при $y \in [0, b_m]$.

Пусть $\lambda_0^{(n)}, \lambda_1^{(n)}, \dots, \lambda_n^{(n)}, \dots$ - собственные числа оператора ℓ_{q_n} , $\sigma_n(\lambda)$ - спектральная функция этого оператора и $q_n(y)$ восстанавливается на интервале $[0, b_n] = [0, b_m] \cup (b_m, b_n]$.

$\lambda_0^{(m)}$ и $\lambda_0^{(n)}$ - наименьшие собственные значения соответствующих операторов, причем $\lambda_0^{(n)} < \lambda_0^{(m)}$.

Восстановим $q_m(y)$ в интервале $[0, b_m]$. Составим функцию

$$f_m(x, y) = \int_{s_{0,m}}^{\infty} \cos sx \cos sy d\sigma_{1m}(s) \text{ и}$$

решим интегральное уравнение

$$-K_m(x, y) = f_m(x, y) + \int_0^y K_m(y, \tau) f_m(\tau, x) d\tau \quad (16)$$

методом последовательных приближений.

Для определения $q(y)$ в сингулярном случае используем функцию

$$f(x, y) = \lim_{b_m \rightarrow \infty} f_m(x, y) = \int_0^\infty \cos sx \cos sy d\sigma_1(s)$$

и интегральное уравнение

$$-K(x, y) = f(x, y) + \int_0^y K(x, \tau) f(\tau, x) d\tau \quad (17)$$

Оценим $K(x, y)$ и $K_m(x, y)$ в конечном интервале $[0, b_m] \ni y$.

Пусть $p = \max_{0 \leq y \leq b} |K(x, y)|$. Тогда из равенства (61') следует оценка

$$p \leq |f(x, y)| + p \int_0^y |f(\tau, x)| d\tau,$$

$$p \leq \frac{|f(x, y)|}{1 - \int_0^y |f(\tau, x)| d\tau}.$$

Поскольку $K(x, y) \leq \max_{0 \leq y \leq b} |K(x, y)| = p$, то при $x = y$

$$|K(y, y) - K_m(y, y)| \leq \left| \frac{\int_0^\infty |\cos sy| d|\sigma_1(s)| - \int_0^{s_{0,m}} |\cos sy| d|\sigma_{1m}(s)|}{\left(1 - b \int_0^\infty |\cos sy| d|\sigma_1(s)|\right) \left(1 - b \int_0^{s_{0,m}} |\cos sy| d|\sigma_{1m}(s)|\right)} \right| < \varepsilon \quad (18)$$

Перепишем неравенство (18) в равносильном виде

$$K(y, y) - \varepsilon \leq K_m(y, y) \leq K(y, y) + \varepsilon.$$

Переходя к производным, получим $\frac{dK_m}{dy} = \frac{dK}{dy}$ в интервале $[0, b_m]$. Согласно формуле (3),

$$q_m(y) = \begin{cases} q(y), & \text{если } y \in [0, b_m], \\ 0, & \text{если } y \in (b_m, \infty). \end{cases}$$

Очевидно, $q_n(y)$ строится по тому же правилу (15): $q_n(y) = q_m(y) = q(y)$ на интервале

$$K(y, y) \leq \frac{|f(y, y)|}{1 - \int_0^y |f(\tau, y)| d\tau} \leq \frac{\int_0^\infty |\cos sy| d|\sigma_1(s)|}{1 - b \int_0^\infty |\cos sy| d|\sigma_1(s)|} \leq \frac{\int_0^\infty |\cos sy| d|\sigma_1(s)|}{1 - b \int_0^\infty |\cos sy| d|\sigma_1(s)|}$$

Аналогично,

$$K_m(y, y) \leq \frac{\int_0^{s_{0,m}} |\cos sy| d|\sigma_{1m}(s)|}{1 - b \int_0^{s_{0,m}} |\cos sy| d|\sigma_{1m}(s)|}$$

Вычислим модуль разности $|K(y, y) - K_m(y, y)|$. По прямой предельной теореме [1], если последовательность функций $|\sigma_{1m}(s)|$, $m=1, 2, \dots$, сходится в основном к функции $|\sigma_1(s)|$, то последовательность характеристических функций

$\int_0^{s_{0,m}} |\cos sy| d|\sigma_{1m}(s)|$ сходится к характеристической функции $\int_0^\infty |\cos sy| d|\sigma_1(s)|$.

Эта сходимость равномерна в каждом конечном интервале y . Поэтому модуль разности $|K(y, y) - K_m(y, y)|$ при надлежащем выборе b (b выбираем достаточно большим) можно сделать сколь угодно малым вместе с ε .

$[0, b_m]$ и $q_n(y) = q(y)$ является непрерывным продолжением функции $q_m(y)$ на интервале $[b_m, b_n]$.

Последовательность финитных функций $q_n(y)$ сходится по норме к $q(y) \in L_1[0, \infty)$.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|q_n(y) - q(y)\|_{L_1[0, \infty)} = 0.$$

Лемма доказана.

Теорема 2. Если спектральная функция оператора Штурма-Лиувилля $\sigma(\lambda)$ принадлежит классу σ^a , то существует единственная функция $q(y)$ - коэффициент уравнения

(1) в классе функций Q_M^a и обратно, если $q(y)$ принадлежит классу Q_M^a , то $\sigma(\lambda)$ является спектральной функцией оператора Штурма-Лиувилля.

Действительно, все спектральные функции $\sigma(\lambda)$ класса \mathcal{O}^a удовлетворяют условиям теоремы существования $q(y)$ [2]:

1. Для всякого $y > 0$ существует интеграл $\int_{-\infty}^0 e^{\sqrt{\lambda}y} d\sigma(\lambda)$.

2. Функция $a(y) = \int_1^{\infty} \frac{\cos \sqrt{\lambda} y}{\lambda} d\sigma_1(\lambda)$

имеет непрерывную четвертую производную.

Заключение

Несмотря на то, что прямая и обратная задачи Штурма-Лиувилля широко представлены в специальной литературе, исследования, связанные с сингулярной задачей, являются новыми и публикуются впервые. Доказанные леммы и теоремы могут оказаться полезными при решении обратных задач математической физики, редуцируемых к обратной задаче Штурма-Лиувилля.

Библиографический список

1. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 400 с.
2. Наймарк М. А. Линейные дифференциальные операторы. – М.: Наука, 1969. – 439 с.
3. Титчмарш Е. Введение в теорию интегралов Фурье. – М.: Гостехиздат, 1948. – 479 с.
4. Шабанова Г. И. Некоторые классы функций, связанные с сингулярной задачей Штурма-Лиувилля. // Вестник СибАДИ. - 2013. - № 4(32). – С. 108-113.
5. Шабанова Г. И. Особенности и классификация спектральных функций оператора Штурма-Лиувилля. // Вестник СибАДИ. – 2013. - № 5(33). – С. 98-103.

RECOVERING STURM-LIOUVILLE THE SPECTRAL FUNCTION

G. I. Shabanova

The article is an accomplishment of some simple research published in [4], [5]. The inverse singular Sturm-Liouville problem consists of finding the function $q(y)$ in operator's equation which are built upon the spectral function $\sigma(\lambda) \in \mathcal{O}^a$.

The author presents some new properties of the potential $q(y)$, analytic formula, expressing $q(y)$, and a simplified proof of the existence theorem for $q(y) \in Q_M^a$.

Keywords: an operator, Sturm – Liouville problem, a spectral function, the limit of consequence, reciprocal correspondence.

Bibliographic list

1. Gnedenko B. V. The course of probability theory. – Moscow, 1969. - 400 p.
2. Nemark M. A. The linear differential operators. – Moscow, 1969. - 439 p.
3. Titchmarsh E. C. An introduction to the theory of Fourier's integrals. – Moscow, 1948. - 479 p.
4. Shabanova G.I. Some classes of functions which are connected the inverse singular Sturm – Liouville problem. // Vestnik SibADI – 2013. - № 4 (32). – P. 108-113.
5. Shabanova G.I. Preference and classification of spectral functions the Sturm – Liouville. // Vestnik SibADI – 2013. - 5 (33) – P. 98-103.

Шабанова Галина Ивановна – доцент кафедры «Высшая математика» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований – Обратные задачи математической физики. Общее количество публикаций – 21. E-mail: karaseva_rb@mail.ru

РАЗДЕЛ IV

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК: 65.012

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ В СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

С. Н. Апенько

Аннотация. Подготовка специалистов по управлению проектами рассматривается как стратегическая задача предприятий железнодорожного транспорта, а именно ОАО «РЖД». Приведены результаты исследования уровня использования управления проектами на российских и омских предприятиях, включая предприятия транспортной отрасли. Описаны предпочитаемые предприятиями формы подготовки специалистов по управлению проектами и востребованные профессиональные компетенции менеджеров проектов, которые должны развиваться в ходе обучения этой категории персонала.

Ключевые слова: управление проектами, профессиональные компетенции, подготовка специалистов по управлению проектами, стратегия предприятий железнодорожного транспорта.

Введение

Обоснование актуальности подготовки специалистов по управлению проектами как стратегической задачи предприятий железнодорожного транспорта.

Эффективность проектного подхода к управлению разработкой и внедрением новых продуктов, услуг, технологий и иных объектов осознали многие российские предприятия и организации различных отраслей и сфер деятельности. Предприятия железнодорожного транспорта также активно обращаются к проектному менеджменту, что обусловлено объективными процессами происходящих в этой отрасли процессов реформирования и инновационных преобразований посредством реализации различного рода проектов. Понимание продуктивности использования основ проектного управления привело к тому, что подготовка специалистов по управлению проектами стала одной из стратегических задач развития данного сектора экономики России.

Так, «целью стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года является формирование условий для транспортного обеспечения социально-экономического роста в России, возрастания мобильности населения и оптимизации товародвижения, укрепления экономического суверенитета, национальной безопасности и обороноспособности страны, снижения совокупных транспортных издержек экономики, повышения

конкурентоспособности национальной экономики и обеспечения лидерских позиций России в мире на основе опережающего и инновационного развития железнодорожного транспорта, гармонично увязанного с развитием других отраслей экономики, видов транспорта и регионов страны». [1] Железнодорожный транспорт должен стать одним из лидеров в области внедрения инновационной техники и технологий, обеспечить кластерное развитие транспортного машиностроения и других взаимосвязанных отраслей экономики. Железные дороги призваны стать привлекательной сферой вложения частных инвестиций, в том числе в строительство железнодорожных линий, развитие перевозочной, экспедиторско-логистической деятельности, оперирование подвижным составом и развитие сервисного обслуживания.

Все обозначенные стратегические ориентиры планируется достичь с помощью многоэтапных процессов модернизации предприятий железнодорожной сферы. Модернизация и расширение сети железных дорог происходит в виде проектов, инициаторами, разработчиками и исполнителями которых должен стать специально обученный персонал, а именно руководители и специалисты, заинтересованные в обеспечении эффективной и устойчивой работы предприятий железнодорожного транспорта.

Осознание того факта, что проектный менеджмент прочно занял ведущее место в управлении крупными компаниями, ведет к тому, что на предприятиях железной дороги при подготовке специалистов, формировании кадрового резерва, при целевом обучении специалистов в высших учебных заведениях упор делается на проектно-ориентированные программы подготовки. К примеру, ОАО «РЖД» испытывает острую потребность в выработке и внедрении инновационных идей и технологий. Освоение проектного менеджмента позволит помочь корпорации в наиболее оптимальные сроки и с оптимальными затратами достигать поставленные цели и задачи - обновление организации посредством различных проектов. В компании ОАО «РЖД» сформировалась потребность в специалистах, мотивированных и обученных к разработке и внедрению проектов.

Особое внимание в рамках реализации стратегии уделяется обучению проектному управлению молодого кадрового состава. В настоящее время на железных дорогах трудятся почти 285 тыс. молодых работников и специалистов до 30 лет, что составляет 21% от численности всего персонала. Из общего количества молодых работников 20% занимают должности руководителей и специалистов, почти 20 % - инженерные должности и 17 % - технические должности. Доля молодежи на должностях руководителей среднего звена и мастеров составляет 14 % и 18 % соответственно. Поэтому важными задачами стало использование различных методов и форм подготовки молодежи, владеющей инструментами проектного управления.

Основная часть. Степень распространения проектно-ориентированного управления на предприятиях России и подготовка специалистов по управлению проектами на основе компетентностного подхода.

Опыт проектной деятельности свидетельствует о решающей роли профессионализма менеджеров проектов и специалистов, реализующих проект. Понимание значимости профессионализма, вместе с тем, сопровождается множеством нерешенных и крайне актуальных вопросов. В частности, предприятия и организации находятся в поиске ответов на актуальные вопросы трех групп: во-первых, в какой степени внедрять в практику управление проектами, должно ли оно быть только в виде отдельных технологий и методик, используемых локально в отдельно взятых направлениях деятельности или необходимо использовать единую для всего предприятия концепцию проектно-ориентированного

управления; во-вторых, каким образом следует обеспечивать предприятие персоналом, обладающим необходимыми компетенциями в области проектного менеджмента, какие формы обучения, переподготовки и повышения квалификации наиболее предпочтительны; в-третьих, какими компетенциями должны обладать успешные менеджеры и специалисты проектов, существует ли стандартный набор ключевых компетенций или он уникален для каждой компании и каждого проекта, достаточно ли опыта и высокой квалификации персонала для эффективности в проекте или нужны особого рода компетенции, которые характерны именно для проектной деятельности.

Представим авторское видение ответов на поставленные вопросы, базирующееся на анализе зарубежного и российского опыта, обращении к профессиональным стандартам по управлению проектами, а также на классических основах компетентного подхода к управлению персоналом компаний. Проиллюстрируем ответы результатами исследования использования проектного управления на предприятиях разных отраслей, в том числе и предприятиях транспортной отрасли, включая ОАО «РЖД».

Профессиональный проектный подход в последние годы расширяет сферу своего применения. Нарастание интереса к проектно-ориентированному управлению связано с заложенными в этом подходе преимуществами, а именно возможностью в установленные сроки и при наличии ограничений по ресурсам реализовать цель по разработке и производству новых технологий, услуг или товаров, соблюдая при этом требования к их качеству.

То есть, общей тенденцией, характерной как для зарубежных, так и для российских корпораций, является нарастание интереса к профессиональному проектному управлению. Вместе с тем, управление сложными и комплексными проектами в России пока находится на недостаточно высоком уровне. Обоснуем этот вывод данными исследований по предприятиям России и Омского региона.

Кафедрой «Инновационное и проектное управление» ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского» проведено исследование в период 2011-2013 гг. [2, С. 70-72, 3, С. 124-130] В исследовании с помощью метода анкетного опроса приняли участие: в 2011 г. – 123 предприятия (массовый опрос), в 2012-2013 гг. 38 предприятий и организаций города Омска, а также дополнительно 7 предприятий транспортной отрасли, применяющих на разном уровне методологию разработки и реализации проектов

(углубленный экспертный опрос). То есть, в выборочную совокупность вошли предприятия транспортной отрасли, в том числе был проведен опрос в ОАО «РЖД», всего опрошено 12 предприятий этой отрасли на первом этапе массового опроса и 7 предприятий на втором этапе.

Исследование продемонстрировало высокий уровень проявления внимания омских предприятий и организаций к проектной деятельности. В частности, 69 % принявших в исследовании предприятий и организаций (первый этап исследования, выборка – 123 предприятия) используют проектную форму деятельности и управление проектами. Все предприятия транспортной отрасли заявили об использовании в своей практике управления проектами. Причинами, побуждающими обратиться к проектному управлению, чаще

всего называются осознание необходимости в новых наиболее эффективных формах деятельности, естественное развитие предприятия и переход его на высокую стадию, на которой формируется потребность в проектном управлении.

По мнению самих представителей предприятий и организаций, деятельность по управлению проектами находится на недостаточно высоком уровне (табл. 1). Эксперты примерно половины предприятий осознают, что управление проектами реализуется не всегда эффективно и системно. Каждое третье предприятие признает, что управление проектной деятельностью стихийное и ситуативное. Порой такого управления вообще нет, проекты реализуются с помощью текущего управления традиционной функциональной (не проектной) деятельностью.

Таблица 1 — Распределение ответов на вопрос: «В какой степени используется управление проектами на Вашем предприятии?» (в % от числа опрошенных)

Качественный уровень управления проектами	Количество предприятий	
	всех отраслей	транспортной отрасли
Реализуются проекты, но специального управления ими нет или оно осуществляется стихийно, ситуативно	34	8
Управление проектами осуществляется, но оно не всегда эффективно и системно	53	5
Управление проектами осуществляется комплексно, системно, эффективно	13	3

Выделяя общие российские тенденции, следует отметить, что управление проектами начинает широко использоваться. Однако, такая форма комплексного и системного управления, как управление портфелем проектов, используется крайне мало. По результатам исследования The Center for Business Practices (2009 год) для большинства российских организаций управление портфелем проектов является новшеством. Более 70 % организаций практикует управление портфелем проектов менее двух лет. О том, что российские компании только начинают постепенно осваивать современную методологию портфельного управления свидетельствуют и результаты исследований Высшей школы управления проектами (в составе Высшей

школы экономики, 2010 г.) по теме «Исследование методологии оценки и анализ зрелости управления портфелями проектов в российских компаниях». Так заместитель директора Высшей школы управления проектами О. Н. Ильина отмечает: «Менеджеры примерно 40 % предприятий не связывают стратегию управления компанией и управление портфелем проектов. Для них эти два процесса обособлены» [3].

Если обратиться к оценке уровня зрелости, то более 80 % компаний находятся на нижних уровнях зрелости по управлению портфелем проектов, ни одной российской компании - на уровнях 4 или 5, которые считаются высшими (табл. 2).

Таблица 2 — Уровни зрелости компаний в России по критерию «Управление портфелями проектов» [4]

Уровень зрелости	Количество компаний	Примечание
Четвертый уровень	5,4%	Всего нижние уровни: 81,7% □
Третий уровень	12,9%	
Второй уровень	19,3%	
Первый уровень	34,4%	
Нулевой уровень	28%	

Компания ОАО «РЖД» в силу своей масштабности и объема выполняемых проектов должна развивать именно управление портфелем проектов. По экспертным оценкам ОАО «РЖД» занимает второй уровень зрелости. Поэтому задачу развития портфельного управления в ОАО «РЖД» можно считать стратегически значимой.

Одной из проблем, выявленных в ходе исследования, выступает, по признанию самих представителей предприятий и организаций, недостаточная готовность персонала к проектной деятельности. Лишь 10 % (выборочная совокупность - 123 предприятия) предприятий считает, что персонал полностью готов работать в проектах, третья часть предприятий заявила о неготовности персонала к проектной деятельности. Предприятия транспортной отрасли также признали потребность в дополнительном обучении персонала основам проектного менеджмента.

Наше исследование показало выраженность осознания предприятиями важности

профильной подготовки специалистов по управлению проектами. Так, омские предприятия ощущают потребность в высококвалифицированных специалистах по управлению проектами. Предпочтительные формы подготовки и развития персонала в области проектного управления представлены в табл. 3. Как видно, в группу предпочитаемых форм вошли многие, начиная от вузовской подготовки, и заканчивая, получением практического опыта проектной деятельности. Но реально предприятия применяют на данный момент такие формы подготовки, как: разовые семинары, тренинги, мастер-классы (58 %); собственный проектный опыт (100 %); краткосрочное повышение квалификации (16 %), консультации со специалистами (19 %). Предприятия транспортной отрасли проявили интерес ко всем формам подготовки специалистов, кроме стажировок на другие предприятия, что можно объяснить уникальностью и сложностью тиражирования опыта таких предприятий.

Таблица 3 — Распределение ответов на вопрос: «Какие формы подготовки и развития специалистов по управлению проектами Вы предпочитаете и считаете эффективными?» (в % от числа опрошенных)

Предпочтительные формы подготовки и развития специалистов по управлению проектами	Количество предприятий	
	всех отраслей	транспортной отрасли
Углубленная подготовка в вузе с получением диплома (очная форма бакалавриата, магистратуры)	61	13
Ускоренные формы подготовки в вузе с получением диплома (сокращенные программы)	46	11
Краткосрочное повышение квалификации с выдачей сертификата	42	13
Разовые учебные мероприятия (семинары, тренинги, вебинары, мастер-классы и т.п.)	50	8
Стажировки на другие предприятия, использующие проектное управление	53	0
Индивидуальные консультации со специалистами по управлению проектами	19	13
Собственный проектный опыт специалиста	57	13

Таким образом, на современном этапе актуальна задача развития различных форм подготовки специалистов по управлению проектами. Предпосылки для такого развития были сформированы за последние два десятилетия. Так, экскурс в историю развития проектного управления в России показывает, что имеются хорошие достижения в области профессионального развития менеджеров проектов. С начала 21 века в сфере образования происходит интенсификация высшего и послевузовского образования по управлению проектами и программами, осуществляется построение баз знаний в проектно-ориентированных организациях, уделяется

серьезное внимание сертификации специалистов. В 2007 – 2008 гг. разрабатываются корпоративные стандарты уровня предприятия, начинается сертификация организаций на уровень технологической зрелости. К 2008 году по программе 4-х уровневой системы сертификации IPMA/COBNET прошло сертификацию свыше 1000 специалистов. С 2009 г. разработана и введена в действие национальная программа подготовки и сертификации специалистов в области управления проектами на основе новых версий международных (ICB 3.0) и национальных (НТК 3.0) требований к компетентности и стандартов IPMA/COBNET. [5, с. 228].

В настоящее время многие российские высшие учебные заведения приступили к подготовке специалистов по управлению проектами. При этом подготовка осуществляется на основе компетентного подхода, предполагающего формирование у студента или слушателя совокупности различных профессиональных компетенций. В этой связи возникают актуальные вопросы о том, какие компетенции требуется развивать в первую очередь.

Для оценки компетентного образа менеджера проектов в ходе выше упомянутого исследования экспертам был задан вопрос о значимости различных компетенций. Компетенции с некоторыми их обобщениями взяты из национальных требований к компетентности специалистов по управлению проектами, выработанных Российской Ассоциацией Управления проектами «СОВНЕТ» на основе стандартов Международной Ассоциации Управления Проектами IPMA. Набор этих компетенций на данный момент считается актуальным для решения задач оценки, сертификации, обучения специалистов.

Как видно из табл. 4, предприятия осознают значимость как компетенций по объектам, субъектам, процессам и среде проектного управления (т.е. непосредственно связанных с выполнением функций управления проектом), так и поведенческих, выступающих условием успешной реализации первой группы компетенций. Судя по проставленным оценкам, омские предприятия видят менеджера проекта как специалиста, способного эффективно руководить и проявлять лидерство, вовлеченного и мотивированного на проектную деятельность, надежного, ориентированного на результат, способного работать в команде и согласовывать интересы, решать проблемы. Именно такие качества требуются сегодня от участников тех проектов, которые реализуются в рамках реформирования ОАО «РЖД». Изложенные данные можно использовать для построения модели компетенций менеджера проектов и использовать эту модель в образовательных программах подготовки специалистов по управлению проектами.

Таблица 4 — Распределение ответов на вопрос: «Какими компетенциями должен обладать менеджер по управлению проектами для успешного выполнения своих профессиональных задач?» (в % от числа опрошенных)

Компетенция (совокупность знаний, навыков, способностей, личностных качеств, проявляемая в поведении при реализации функций)	Компетенция:		
	очень важна	важна	не важна
Компетенции по объектам, субъектам, процессам и среде проектного управления			
Управление объектами: проектами, программами, портфелями, мультипроектами	100	0	0
Управление жизненным циклом проекта (инициацией, планированием проекта и пр.)	84	16	0
Обоснование целей, стратегии, критериев успешности и пр. элементов концепции проекта	88	12	0
Работа с заинтересованными сторонами	77	19	4
Управление содержанием работ проекта	100	0	0
Управление сроками	92	8	0
Управление стоимостью	77	23	0
Управление качеством	80	16	4
Управление персоналом	73	23	4
Управление рисками	50	42	8
Управление коммуникациями	54	34	12
Управление поставками	19	31	50
Управление интеграцией проектов	42	46	12
Управление изменениями в проектах	38	31	31
Управление безопасностью в проекте	8	34	58
Правовое обеспечение проектной деятельности	12	46	42
Особенности управления проектами в отраслях (строительство, сфера услуг и т.д.)	8	69	23
Поведенческие компетенции			
Руководство и лидерство в проекте	73	23	4
Вовлеченность и мотивация	69	31	0
Работа в команде	58	42	0
Самоконтроль и самоорганизация	38	58	4
Уверенность и убедительность	26	42	12

Продолжение Таблицы 4

Снятие напряженности, стрессоустойчивость	16	72	12
Творческий подход	12	69	19
Ориентированность на результат	54	46	0
Эффективность	42	58	0
Способность согласовывать интересы, вести переговоры	46	50	4
Способность управлять конфликтами и кризисами	31	46	23
Надежность	54	46	0
Понимание ценностей организации и проекта	19	54	27
Этика поведения	16	54	32
Разрешение проблем	42	50	8

Дискуссионным и неоднозначным является вопрос о том, должен ли любой менеджер проекта обладать всеми обозначенными компетенциями. Ответ на этот вопрос видится следующий. Профессиональный менеджер проектов должен обладать всеми обозначенными в национальных и международных стандартах компетенциями. Без их наличия специалист не способен продуктивно заниматься этим видом деятельности. Наличие компетенций подтверждается сертификатом и дипломом о специализированной подготовке в области управления проектами. Так, в зарубежной практике сотрудник, не обладающий сертификатом, не допускается к управлению проектами. В ходе сертификации проверяется наличие всех без исключения компетенций. Однако уровень этих компетенций может быть разным, соответственно, будет разным уровень сертификации, демонстрирующий квалификацию и компетентность как степень развитости компетенций. Этот уровень предопределяет занятие тех или иных должностей в проектной деятельности компании – от низших, обеспечивающих сервисные функции по сопровождению проектов, до высших, связанных с руководством проектами, программами, портфелями проектов.

Вывод: проблемы и перспективы подготовки специалистов по управлению проектами для предприятий железнодорожного транспорта.

Задача подготовки специалистов по управлению проектами для всех отраслей экономики, включая и предприятия железнодорожного транспорта, требует своего качественного решения. Для этого имеются все условия и предпосылки. Многие вузы уже приступили к такого рода подготовке. Вместе с тем, следует признать проблему программ подготовки специалистов по управлению проектами, реализуемых вузами, в частности, недостаточность методов обучения, которые бы позволяли не только давать знания, формировать начальные навыки и умения, но и развивать поведенческие компетенции. Для этого надо активнее вводить в про-

граммы подготовки производственно-управленческие практики, стажировки на предприятия, выполнение договорных тем на предприятиях, участие в конкурсах проектов, организуемых компаниям и пр.

Тяжелой по своим последствиям ошибкой является практика, при которой предприятия сосредотачивают внимание на развитии тех компетенций, которые актуальны только для них и только на данный момент. В этом случае нередки дискуссии о том, что пришедший из вуза на предприятие специалист обладает ненужными компетенциями, но не имеет требуемых именно для этого предприятия качеств. Это ведет к тому, что при возникновении на предприятии принципиально новых проектов, при развитии проектной деятельности предприятие может столкнуться с отсутствием потенциально значимых компетенций своего персонала. Необходимо будет в авральном режиме обучать своих специалистов или искать новых. С точки зрения личности сотрудника наличие у него набора всех значимых компетенций, а не только тех, которые востребованы «здесь и сейчас», позволяет быть конкурентоспособным, мобильным, быть уверенным в том, что у него есть возможность переходить на другие предприятия, в другие проекты с более развитой и продвинутой проектной методологией.

Таким образом, только объединение усилий высших учебных заведений и предприятий позволит выработать наиболее востребованную на данный момент времени компетентностную модель специалиста по управлению проектами, которая должна периодически уточняться и использоваться в программах подготовки данной категории персонала.

Работа проведена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, в рамках государственного задания ВУЗам в части проведения научно-исследовательских работ на 2014-2016 гг., проект № 2378.

Библиографический список

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года, http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13009
2. Апенько С. Н. Проектно-ориентированное управление на российских предприятиях в процессе интеграции в мировое экономическое пространство. Восемнадцатые апрельские экономические чтения. Материалы международной научно-практической конференции. 23 апреля 2013. – г. Омск. - ГП Омской области «Омская областная типография», 2013. - С. 70-72.
3. Апенько С. Н. Региональные тенденции развития управления проектами как профессионального труда: результаты исследования в Омске // Вестник СибАДИ». – 2013. - № 4 (32) . – С. 124-130.
4. Дубовик М.Ф. Практика применения УП в российских компаниях <http://www.slideshare.net/anastasiyaazarkevich/ss-27920529>
5. Управление проектами: Основы профессиональных знаний, Национальные требования к компетентности специалистов (NSB – SOVNET National Competence Baseline Version 3.0). М.: ЗАО «Проектная ПРАКТИКА», 2010 – 256 с., с. 228

PROJECT MANAGEMENT SPECIALISTS TRAINING IN THE STRATEGY OF RAILWAY TRANSPORT DEVELOPMENT

S. N. Apenko

Training of project management specialists is considered as a strategic task of railway transport, namely JSC "Russian Railways". There the research results of project management usage level in Omsk and Russian enterprises, including the transport sector are given in the article. Preferred by enterprises form of training in project management and in-demand professional competence project managers who need

УДК 658.56

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

Е. А. Байда

Аннотация. В статье предлагается методика оценки экономической эффективности проведения корректирующих действий, основанная на определении общей суммы затрат на их разработку и внедрение в процессы производства с целью сокращения дефектов и брака. Методика базируется на стандартном подходе к оценке экономической эффективности мероприятий, учитывает специфику вопросов обеспечения качества в организации, проста в применении.

Ключевые слова: результативность, экономическая эффективность, корректирующие действия, обеспечение качества, производственные процессы.

Введение

Целью деятельности любой коммерческой организации является получение прибыли. В современных рыночных условиях

to develop during training this category of personnel is described.

Keywords: project management, professional competence, project management specialists training, railway enterprises strategy.

Bibliographic list

1. Strategy of railway transport development in the Russian Federation till 2030, http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13009
2. Apenko S. N. Project-oriented management at the Russian enterprises in the course of integration into world economic space. Eighteenth April economic readings. Materials of the international scientific and practical conference. April 23, 2013. – Omsk. - GP of the Omsk region "Omsk regional printing house", 2013. - Page 70-72.
3. Apenko S. N. Regional tendencies of development of management of projects as professional work: results of research in Omsk // Vestnik SIBADI. – 2013. -No. 4 (32) – P. 124-130.
4. Dubovik M. F. Practice of application unitary enterprise in the Russian companies <http://www.slideshare.net/anastasiyaazarkevich/ss-27920529>
5. Project Management. Bases of professional knowledge, National requirements to competence of experts (NSB – SOVNET National Competence Baseline Version 3.0). М.: JSC Proyektnaya PRAKTIKA, 2010 – 256 pages, page 228

Апенько Светлана Николаевна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой «Инновационное и проектное управление» Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского. Основные направления научной деятельности: управление проектами, организационное развитие и поведение, оценка и мотивация персонала. Общее количество опубликованных работ: 180. e-mail: apenkosn@yandex.ru

организациям довольно трудно сохранять свои конкурентные преимущества. Поэтому им приходится искать новые эффективные пути привлечения потребителей и формиро-

вания их лояльности к своей продукции.

Одним из таких путей повышения эффективности работы является создание системы менеджмента качества (СМК), которая представляет собой часть системы менеджмента организации и направлена на удовлетворение потребностей, ожиданий и требований заинтересованных сторон для достижения результатов в соответствии с целями ее деятельности.

СМК в первую очередь ориентирована на формирование политики и целей в области качества, а так же для достижения этих целей с тем, чтобы постоянно улучшать качество выпускаемой продукции или оказываемых услуг, так как именно качество является главным составляющим их конкурентоспособности на рынке. Это следует из определения, приведенного в стандартах, где под качеством понимают «степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям» [1], в частности, непосредственно требованиям потребителей.

Потребности и ожидания потребителей отражаются в технических условиях на продукцию. Эти требования устанавливаются либо непосредственно потребителем в контракте, либо определяются самой организацией. В любом случае приемлемая ценность продукции, в конечном счете, устанавливается потребителем.

Поскольку потребности и ожидания потребителей меняются, организации также испытывают давление, обусловленное конкуренцией и техническим прогрессом, из-за чего они должны постоянно совершенствовать свою продукцию и технологические процессы [3].

В рамках реально функционирующей СМК организации предполагается проведение по-

стоянного мониторинга результативности и эффективности бизнес-процессов, с целью недопущения появления несоответствий или дефектов.

Под **результативностью** понимают «степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов» [1].

Эффективность – это связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами [5].

При этом согласно одному из восьми принципов менеджмента качества – постоянное улучшение деятельности организации является ее неизменной целью.

Как уже отмечалось выше, с экономической точки зрения, основной целью деятельности любой организации является получение прибыли. Поэтому в рамках концепции управления качеством в организации рост прибыли должен происходить именно за счет повышения удовлетворенности потребителей и повышения уровня качества выпускаемой продукции и услуг.

В производственных организациях сокращение прибыли часто происходит из-за выявленных несоответствий (дефектов) выпускаемых изделий заявленным требованиям. При этом организация тратит дополнительные денежные средства для устранения выявленных несоответствий, а при невозможности их исправления - утилизирует бракованную продукцию. Затраты на исправление несоответствий и брак, согласно классификации затрат на качество по методу Джурана-Фейгенбаума, относятся к непроизводственным затратам и по факту являются убытками организации, которые увеличивают себестоимость производства ее продукции [4].



Рис. 1. Классификация затрат на качество

Для устранения несоответствий в процессе производства организации необходимо разрабатывать корректирующие действия, т.е. действия, предпринятые для устранения причин обнаруженного несоответствия или другой нежелательной ситуации [6].

Корректирующие действия могут быть оперативного характера, когда в ходе выполнения процесса, предпринятые корректирующие действия могут привести к устранению несоответствия и планового характера, которые принимаются после исследования и анализа накопленных данных о несоответствиях.

Корректирующие действия разрабатываются на основе оценки результативности и эффективности процессов в организации по определенным критериям. Часто их разработка и внедрение в бизнес-процессы требуют значительных материальных затрат, например таких как:

- замена сырья и материалов, из которых производится продукция;
- модернизация оборудования;
- применения новых технологий.

Все эти затраты относятся к затратам на обеспечение качества и как любые экономические затраты, которые несет организация с целью увеличения своей экономической выгоды, соответственно, требуют оценки их экономической эффективности.

Поскольку корректирующие действия относятся непосредственно к конкретным бизнес-процессам и часто носят организационный характер, определить экономическую эффективность их внедрения сложно.

Поэтому ниже предлагается методика оценки экономической эффективности затрат на осуществление корректирующих действия для снижения несоответствий и дефектов по основным бизнес-процессам производственной организации.

Основная часть

Основной функцией управления качеством является контроль, цель которого - предотвращение появления несоответствий и дефектов на этапах производства продукции.

Основанием для разработки корректирующего действия является выявленное существующее несоответствие, т.е. невыполнение требований.

Несоответствия могут быть выявлены в результате:

1. мониторинга продукции;
2. мониторинга и измерения всех процессов СМК организации;
3. оценки удовлетворенности потребителей;

4. проведения внутренних и внешних аудитов СМК.

Объем мероприятий, определяемых в качестве корректирующих действий, зависит от того, насколько значимы последствия выявленного несоответствия. В ряде случаев корректирующие действия могут быть совмещены с коррекцией, в других случаях определяется план корректирующих действий.

Все структурные подразделения организации обязаны выявлять причины любых проблем, связанных с выявленными несоответствиями, и предпринимать необходимые корректирующие действия. Руководству структурных подразделений необходимо обеспечить сопровождение всех корректирующих действий, с тем, чтобы убедиться в их результативности.

Учитывая выше сказанное, предлагаемая методика основывается на определении основных, наиболее часто встречающихся видов дефектов при производстве той или иной продукции. Для каждого существенного вида дефекта предлагается разработка корректирующих действий, которые позволят сократить, либо полностью исключить появление данного вида дефекта.

После выявления основных видов производственных дефектов и причин их появления, разрабатывается план корректирующих действий. Затем определяется общая сумма затрат необходимая для разработки и внедрения корректирующих действий в производственные процессы и на заключительном этапе на основании данных о сокращении общего числа дефектов после внедрения корректирующих действий, рассчитывается экономическая эффективность (экономический эффект) от предлагаемых мероприятий по улучшению производственных процессов.

Рассмотрим подробнее применение методики.

Так, например, производственная организация в год выпускает N деталей стоимостью C руб., себестоимость изготовления одной детали S руб. Из общего объема выпуска N_1 деталей признаются дефектными, при этом основными видами дефектов в производстве являются $D_1, D_2, D_3, \dots, D_i$.

В таблице 1 заносятся данные об основных видах дефектов, встречающихся при производстве деталей, их количестве и данные о процентном соотношении каждого вида дефектов в их общем объеме.

Таблица 1 — Основные виды дефектов деталей

Наименование дефекта	Процентное содержание, %	Количество дефектов
D_1	d_1	q_1
D_2	d_2	q_2
D_3	d_3	q_3
...
D_i	d_i	q_i
Итого	100	Q_Σ

Для определения наиболее существенных дефектов можно воспользоваться таким статистическим инструментом контроля качества, как диаграмма Парето, которая позволит определить не только важнейшие проблемы производственного процесса (наиболее часто встречающиеся виды дефектов), но и расставить приоритеты при принятии управленческих решений в области обеспечения качества продукции.

На рис. 2. видно, что большая часть дефектов приходится на четыре их вида D_1, D_2, D_3, D_4 (согласно принципу Парето), именно устранение причин появления этих четырех видов дефектов является первостепенной управленческой задачей в области обеспечения качества в данном случае. Принцип Парето применительно к вопросам качества гласит, что наибольшее количество дефектов (примерно 80 %) появляется по незначительной доли причин (20 %).

Продукцию несоответствующую заявленным требованиям в дальнейшем либо ремонтируют, либо утилизируют, если ремонт не возможен или экономически не целесообразен. В таблице 2 представлен пример отчета о целесообразности проведения корректирующих действий по основным видам дефектов

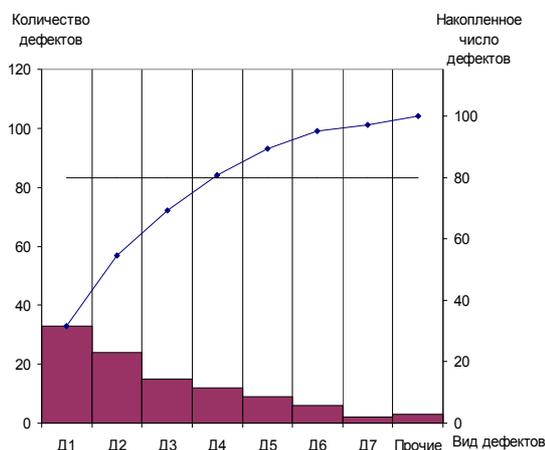


Рис. 2. Диаграмма Парето.

Таблица 2 – Стоимость ремонта деталей до внедрения корректирующих действий

Наименование дефекта	Стоимость ремонта, руб.	Примечание
D_1	C_1	Бракуется
D_2	C_2	Ремонтируется
D_3	C_3	Бракуется
...
D_i	C_i	Ремонтируется

На основании собранных данных по производственным процессам (объем производства, количество дефектов и т.д.), значениям цены и себестоимости продукции можно рассчитать экономическую эффективность корректирующих действий, используя традиционный подход.

Так, выручка организации от реализации всех произведенных деталей составит:

$$B = C \cdot N, \text{ руб.},$$

где C - цена реализации деталей;

N - годовой объем производства деталей.

Тогда прибыль от реализации всех деталей:

$$\Pi = (\Pi - C) \cdot N, \text{ руб.}$$

Это прибыль, которую получило бы предприятие, если реализовало все произведенные детали. Но известно, что N_1 деталей из общего объема выпуска являются дефектными и предприятие тратит денежные средства на исправление этих дефектов или их утилизацию.

Общая сумма затрат на исправление дефектов составит:

$$Z = \Pi_2 \cdot q_2 + \Pi_3 \cdot q_3, \text{ руб.}$$

Не все дефекты предприятие может исправить, поэтому в рассматриваемом случае, детали с такими дефектами, как D_1 и D_4

(см. табл. 2) бракуются и в продажу не попадают, вследствие, чего прибыль предприятия уменьшится на общую стоимость деталей с перечисленными дефектами и убытками вследствие брака.

$$\Pi_{до} = \Pi - Z - (q_1 + q_4) \cdot C, \text{ руб.}$$

После разработки и внедрения в процесс производства необходимых корректирующих действий по предотвращению появления вышечисленных несоответствий, которые позволят сократить дефекты или вообще исключить их возникновение, экономический эффект от предлагаемых мероприятий составит сумму равную стоимости устранения дефектов при производстве и утилизации бракованной продукции.

Таблица 3 — Корректирующие действия по предотвращению дефектов компрессоров

Наименование дефекта	Корректирующие действия	Стоимость мероприятия до внедрения корректирующего действия, руб.	Стоимость мероприятия после внедрения корректирующего действия, руб.
D_1	K_1	Π_1	Π'_1
D_2	K_2	Π_2	Π'_2
D_3	K_3	Π_3	Π'_3
D_4	K_4	Π_4	Π'_4
Итого	-	$C_{рем.}$	$C_{коррект.}$

Себестоимость деталей после проведения корректирующих действий в большинстве случаев изменится в связи с применением новых более дорогих материалов или технологий. Изменение себестоимости общего объема производства деталей можно рассчитать по формуле:

$$C_1 = C - C_{рем.} + C_{коррект.},$$

где

C - себестоимость детали до внедрения корректирующих мероприятий;

$C_{рем.}$ - общая стоимость мероприятий по исправлению дефектов деталей;

$C_{коррект.}$ - общая стоимость внедряемых корректирующих действий.

Тогда себестоимость одной детали после внедрения корректирующих действий:

$$C_{1\text{после}} = \frac{C_1}{N}, \text{ руб.}$$

Прибыль после внедрения предлагаемых корректирующих действий:

$$\Pi_{\text{после}} = (\Pi - C_{1\text{после}}) \cdot N, \text{ руб.}$$

Экономический эффект от реализации корректирующих действий в производстве деталей найдем по формуле:

$$\Xi = \Pi_{\text{после}} - \Pi, \text{ руб.}$$

Эффективность предлагаемых корректирующих действий рассчитаем по формуле:

$$R = \frac{\Xi}{C_{\text{корр.}}} \cdot 100\%$$

Выводы

Актуальность изучения экономических вопросов управления качеством в организации обусловлена сложностью и, во многих случаях, невозможностью определения конкретных величин затрат на качество, вследствие чего трудно определить эффективность мероприятий по обеспечению качества. Также, в стандартах на качество [2] рассматривается результативность и эффективность процессов не с экономической, а организационной точки зрения.

Поэтому одной из экономических проблем качества является определение именно экономической эффективности от предлагаемых в организации мероприятий в области качества, которая позволит определить их целесообразность и обоснованность.

Рассматриваемая выше методика основана на стандартном подходе к оценке экономической эффективности мероприятий, учитывает специфику вопросов обеспечения качества и проста в применении.

Библиографический список

1. ГОСТ ISO-9000-2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. - М: ФГУП «Стандартинформ», 2012. - 28 с.

2. ГОСТ Р ИСО-9004-2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества. - М: ФГУП «Стандартинформ», 2011. - 41 с.

3. Байда Е. А. Система менеджмента качества - составляющая инновационной политики организации // Актуальные инновационные исследования: теория и практика. - Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина, 2010. - №1. - URL: http://actualresearch.ru/nn/2010_1/Article/economics/bayda.htm (дата обращения 05.08.13).

4. Байда Е. А., Горяинова С. Ю. Использование данных о затратах на качество в управлении поставщиками // Труды молодых ученых, аспирантов и студентов. Межвузовский сборник. - Омск: СибАДИ, 2010. - С. 17-21.

5. Хаирова С. М., Реброва Н. П. и др. Инновационная деятельность как фактор повышения эффективности производства: монография - Омск: Омский государственный институт сервиса, 2011. - С. 123-132. Хаирова С. М. Развитие маркетингового и логистического подходов в управлении материальными потоками // Российское предпринимательство. - 2005. - №5. - С. 67 - 72.

TECHNIQUE OF THE ASSESSMENT OF ECONOMIC EFFICIENCY CARRYING OUT CORRECTING ACTIONS IN PRODUCTIONS

E. A. Bayda

The article examined the technique of an assessment of economic efficiency of carrying out the

correcting actions, based on definition of the general the sum of expenses for their development and deployment of production processes for the purpose of reduction of defects and marriage is offered. The technique is based on standard approach to an assessment of economic efficiency of actions, considers specifics of questions of ensuring quality in the organization, is simple in application.

Keywords: effectiveness, the economic efficiency, corrective action, quality assurance, productions.

Bibliographic list

1. GOST ISO-9000-2011. Quality management system. Basic provisions and dictionary. - M: Federal State Unitary Enterprise «Standartinform», 2012. - 28 p.

2. GOST ISO-9004-2010. Managing for the sustained success of an organization - A quality management approach - M: Federal State Unitary Enterprise «Standartinform», 2011. - 41 p.

3. Bayda E. A. Quality management system - component of innovative policy of the organization // Actual innovative researches: theory and practice. - Tambov state university of a name Derzhavin, 2010. - №1. - URL: http://actualresearch.ru/nn/2010_1/Article/economics/bayda.htm (date of the address 05.08.13).

4. Bayda E. A., Goryainova S. Yu. Use of data on costs of quality in management of suppliers // Works of young scientists, graduate students and students. Interuniversity collection. - Омск: SibADI, 2010. - P. 17-21.

5. Hairova S. M., Rebrov N. P. Innovative activity as factor of increase of efficiency of production: monograph. - Омск: Омск state institute of service, 2011. - Page 123-132.

6. Hairova S. M. Development of marketing and logistical approaches in management of material streams // The Russian business. - 2005. - № 5. - Page 67 - 72.

Байда Елена Александровна - кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление качеством и сервис Сибирская государственная автомобильно-дорожная академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований: экономические проблемы обеспечения качества. Общее количество публикаций: 18. E-mail: baida_elena@mail.ru

УДК 629. 193

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

В. В. Бирюков, В. Ю. Кирничный

Аннотация. Показаны особенности и тенденции развития городского пассажирского транспорта в современных условиях, рассмотрены организационно-экономические факторы и механизмы, обуславливающие формирование позитивных изменений в транспортном обслуживании населения.

Ключевые слова: Городской пассажирский транспорт, организационно-экономические факторы, инновации, модернизация.

Введение

Создание необходимых условий для удовлетворения потребностей населения в транспортных услугах является важнейшей задачей городских властей. Вместе с тем в настоящее время транспортная проблема остается одной из самых острых для мегаполисов разных стран, а вопросы транспортного обслуживания населения все чаще упоминаются среди ключевых в развитии современных городов. Весьма сложная ситуация в сфере транспортного обслуживания возникла и во многих крупных российских городах, большая часть населения которых недовольна работой пассажирского транспорта - качеством услуг, временем ожидания, высокой стоимостью платы за проезд. Неудовлетворительная работа пассажирского транспорта приводит к тому, что горожане вынуждены часто пользоваться личным транспортом, которым в настоящее время располагает каждый третий взрослый житель страны. Это обуславливает дополнительную нагрузку на улично-дорожную сеть, способствует появлению «пробок» на дорогах, увеличивая затраты на передвижение всех участников дорожного движения и уровень транспортной усталости, ухудшая безопасность движения и экологическую ситуацию, порождая, таким образом, значительный социальный, экономический и экологический ущерб.

В связи с этим важным становится анализ сложившегося состояния и тенденций развития системы городского пассажирского транспорта, выявление организационно-экономических факторов и механизмов, формирование которых способствует эффективному решению проблем транспортного обслуживания населения в соответствии потребностями модернизации нашей страны.

Основная часть

Противоречивые социально-экономические изменения, происходящие на протяжении двух последних десятилетий в

стране, оказывали сложное влияние на формирование факторов, определяющих динамику спроса и предложения на рынке транспортных услуг, оказываемых горожанам [2,4]. Реализация в 1990-х годах радикально-либеральных реформ в стране сопровождалась глубоким и продолжительным спадом в экономике – сокращением валового внутреннего продукта (ВВП) примерно на 40 %, промышленного производства – в 2 раза, инвестицией – в 4 раза, резко усилилась дифференциация доходов населения, реальные доходы снизились примерно на треть. При этом происходящие процессы автомобилизации приводят к значительному росту количества легковых автомобилей (в 2 раза), основная часть которых находится в собственности граждан (95 %). В условиях резкого уменьшения финансовой базы, формирующей спрос и предложения на рынке транспортных услуг перевозки пассажиров на городских маршрутах автобусным транспортом, на который приходится основная часть пассажирских перевозок в городах, сократились в 2,5 раза, трамвайным и троллейбусным транспортом увеличились, соответственно, на 23,7 и 45,5 %. В прошедшем десятилетии в результате восстановительного роста доходов населения сопровождался дальнейшим повышением уровня автомобилизации – со 120 до 250 автомобилей в расчете на 1000 чел. При этом наблюдалось уменьшение объемов перевозок пассажиров за 2000-2011 гг. на автобусном транспорте в 2 раза, трамвайном – в 3 раза, троллейбусном – в 4 раза. Всего за последние двадцать лет объем пассажирских перевозок автобусным транспортом в городах снизился в 5 раз, трамвайным и троллейбусным – в 3 раза [7].

В результате осуществления рыночных реформ радикально изменились организационно-экономические условия оказания транспортных услуг населению, конкуренция и рынок транспортных услуг стали важнейшими

факторами, определяющими развитие городского пассажирского транспорта. В различных городах, в том числе и в Омске, сложились обширные сети маршрутных такси как одна из подсистем пассажирского транспорта. Вместе с тем накопились в городах и во многом схожие проблемы, которые не находят удовлетворительного решения.

Так, автобусами, находившимися в распоряжении организаций автомобильного транспорта Омской области (без микропредприятий) и в собственности физических лиц в 2012 г. было перевезено 259,8 млн. человек, из них крупными и средними организациями

автомобильного транспорта - 183,9 млн. человек или 70,8 % от общего объема перевозок пассажиров автобусами (таблица)[6]. Вместе с тем объем перевозок пассажиров субъектами малого предпринимательства за 2010 -2012 гг. увеличился с 72,6 до 75.9 млн. чел. или на 4,5 %, а их удельный вес в общем объеме перевезенных пассажиров возрос с 25,0 до 29,2 %. Пассажирооборот составлял 1864,0 млн. пассажиро-км, в том числе по субъектам малого предпринимательства - 649,1 пассажиро-км или 34,8 % от общего объема пассажирооборота (в 2010 г.- 610,4 пассажиро-км или 30,2 %).

Таблица 1 — Перевозки пассажиров и пассажирооборот автомобильного транспорта Омской области и возрастная структура автобусного парка*

	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Перевозки пассажиров, всего, млн. человек	290,5	271,5	259,8
из них крупными и средними организациями автомобильного транспорта	217,9	199,2	183,9
субъекты малого предпринимательства	72,6	72,3	75,9
Пассажирооборот, всего, млн. пасс.км	2019,6	1893,6	1864,0
из него крупных и средних организаций автомобильного транспорта	1409,2	1295,9	1214,9
субъекты малого предпринимательства	610,4	597,5	649,1
Возрастная структура автобусного парка (на конец года; в % к итогу), всего	100,0	100,0	100,0
в том числе находившиеся в эксплуатацм			
до 5 лет	17,0	18,0	8,8
от 5,1 до 10 лет	23,0	35,7	39,1
более 10 лет	60,0	46,3	52,1

*Составлено по [6].

Перевозки пассажиров на коммерческой основе наряду с организациями автомобильного транспорта осуществляли физические лица (владельцы автобусов). Объем перевозок пассажиров автобусами физических лиц составлял в 2012 г. (по оценке Омскстата) - 63,3 млн. чел. или 24,4 % от общего объем перевозок пассажиров автобусами, малыми автотранспортными организациями перевезено 12,6 млн. чел. или - 4,8 %.[6]. В г. Омске организациями автомобильного транспорта в 2012 г. было перевезено 169,7 млн. человек, или 86,4 % общего объема перевозок пассажиров организациями автомобильной транспорта; пассажирооборот составил 773,0 млн. пасс.-км или 53,3 %. Объем перевозок пассажиров в 2012 г уменьшился. по сравнению с 2011 г. на 4,3 %, с 2010 г. - на 10,6 %. Автобусами организаций автомобильного транспорта в 2012 г. перевезено 154,2 млн. платных

пассажиров. Доля пассажиров льготных категорий, перевезенных крупными и средними организациями автомобильного транспорта во всех видах сообщения, в 2012 году составляла 18,8 % от общего объема перевезенных ими пассажиров, в том числе внутригородское – 18,0 %, пригородное – 23,4 %, междугородное – 48,7 %.

Осуществлению необходимых модернизационных изменений в системе городского пассажирского транспорта препятствует сохраняющийся в настоящее время целый ряд сложных проблем. Так, в условиях дефицита финансовых ресурсов сложился высокий уровень износа парка транспортных средств и нерациональная его структура. Автобусы, которые эксплуатируются сверх нормативного срока службы (более 10 лет), составляют почти половины всего парка автобусов организаций области. Темпы обновления автобусов в организациях Омской области в 2012 г.

снизились по сравнению с предыдущими годами. На конец 2012 г. доля автобусов со сроком службы до 5 лет составляла 9 % от общего числа автобусов против 18% в 2011 г. и 17 % в 2010 г. Средняя пассажироместимость одного автобуса на протяжении последних лет сохранялась на уровне 21 место. Неудовлетворительным является состояние и уровень развития дорожной сети; улично-дорожная сеть г. Омска требует крупных затрат для проведения работ по реконструкции, капитальным и текущем ремонтам; большая часть мостов не соответствуют возрастающим нагрузкам автотранспорта; низким остается уровень оснащения современной строительной и эксплуатационной техникой организаций дорожного хозяйства, износ от 30 до 75 % дорожно-строительной техники составляет 100%.

Реализованные в стране меры в сфере городского пассажирского транспорта не позволили радикально изменить ситуацию к лучшему, поскольку не сопровождались масштабными и высокоэффективными финансово-экономическими, транспортно-технологическими и организационно-правовыми мероприятиями. Отставание в сфере городского пассажирского транспорта от развитых стран значительно сильнее, чем во многих других отраслях экономики. Чтобы коренным образом улучшить ситуацию, необходимо обеспечить качественный прорыв на основе использования современных инновационных разработок, отвечающих потребностям модернизации российского общества. Это предполагает формирование организационно-экономического факторного пространства, благоприятного для развития пассажирских транспортных организаций на основе пересмотра сложившихся представлений о роли государственно-административных и рыночных механизмов в регулировании транспортного обслуживания населения.

Весьма актуальными являются вопросы активного использования субъектами малого и среднего бизнеса передовых технологий в строительстве автомобильных дорог и снижении больших затрат на их строительство и эксплуатацию. Росту стоимости способствует применения устаревших нормативов; в эту стоимость входят также и расходы на выкуп земли, выплату компенсаций, перекладка коммуникаций и т.д. Необходим пересмотр нормативно-правовой базы на всех этапах сооружения дороги, совершенствование методики определения стоимости строительства и механизмов контроля за качеством выполнения работ по строительству и ремонту. В связи с увеличением автотранспортного парка и неудовлетворительным состоянием

автодорог возникла избыточная грузо- и пассажиронапряженность дорожной сети. Расширение рынка транспортных услуг и многократное увеличение количества автоперевозчиков различных форм собственности привели к обострению проблемы государственного регулирования перевозок, проведения единой экономической и технической политики на автомобильном транспорте.

В результате либерализации на автотранспорте в наибольшей степени по сравнению с другими видами транспорта сформировалась конкурентная среда, обуславливающая необходимость активного использования малых и средних форм предпринимательства и новых подходов в управлении автотранспортными предприятиями. Вместе с тем в результате несовершенства методов налогообложения и регулирования деятельности автоперевозчиков большая их часть «ушла» в теневой рынок. Необходимо с учетом зарубежного опыта создать такие механизмы организационно-экономического регулирования, которые с помощью различных инструментов-налогов, сборов, платежей, лицензирования и др. – не позволяли проникать на рынок неквалифицированных перевозчиков и стимулировали формирование конкурентоспособных автотранспортных компаний.

Проблемы развития городского пассажирского транспорта во многом обусловлены специфической сложностью процесса транспортного обслуживания населения, поскольку возникает всегда необходимость активного вмешательства государства « в те важные области, где рыночные силы не могут обеспечить эффективного размещения ресурсов или где доступ к основным, наиболее важным благам и условиям для жизни людей является несправедливым» [4]. Мировой опыт убедительно свидетельствует о том, что существенным недостатком обладает не только административная модель функционирования систем пассажирского транспорта, но и модель свободного рынка. В связи с этим в разных странах транспортное обслуживание населения осуществляется на основе использования различных механизмов регулируемого рынка.

Следует отметить, что ещё в начале 1990-х годов во многих европейских странах использовались традиционные подходы относительно форм регулирования развития городского пассажирского транспорта, сохранялись прямые договоры с перевозками, но вместе с тем власти некоторых стран начинают применять конкурентные тендеры [3]. В настоящее время способы, которыми организован общественный транспорт, значительно различаются от одной европейской страны к

другой, более того, — от города к городу. Среди них можно выделить то, как национальные и локальные органы власти делят полномочия по регулированию общественного транспорта, как финансируется общественный транспорт, каковы форма и структура собственности перевозчиков, какова природа отношений между регулятором и перевозчиками, насколько используются конкурентные или иные механизмы при регулировании отрасли. Регулирующей властью обычно наделяется отдельный независимый регулирующий орган, который законодательно в состоянии согласовывать интересы потребителей услуг и их производителей. Основная задача такого органа заключается в регулировании рынка в интересах общества (ради получения потребителями услуг достаточного качества и в достаточном количестве по ценам, далеким от монополистических) при должном обеспечении интереса производителей транспортных услуг. Регулирующий орган может устанавливать определенные уровни дохода (путем, например, стимулирования сокращения затрат или роста объемов услуг), контролировать цены и качество услуг, уровень производительности.

Организация местного и регионального общественного транспорта в Европе подвергается в последние два десятилетия значительным изменениям [3]. Основным направлением является использование контрактов, их виды зависят от формы взаимоотношений между транспортным регулятором и транспортными компаниями. Другая важная черта новейших изменений — расширение использования некоторых форм конкуренции, которые сильно варьируются в своей реализации. Все эти формы можно разбить на два вида: «конкуренция на дороге» и «конкуренция вне дороги». Например, перевозчики могут улучшать качество своих услуг так как они хотят при «конкуренции на дороге», а регулятор при режиме «конкуренции вне дороги» может устанавливать требования относительно номенклатуры услуг перевозчиков. Распределение рисков между транспортной компанией и местными органами власти в договорах осуществляется в следующих видах: 1) без риска; 2) только с риском изменения производственных издержек; 3) с указанным риском и рисками изменений выручки. Процедура заключения подрядных договоров может быть прямой или основанной на конкурентной процедуре с вознаграждением в результате переговоров или многокритериальным вознаграждением.

В настоящее время сложились достаточно широкие возможности применения успешного зарубежного опыта в рамках организации процесса транспортного обслуживания на основе действующего законодательства, согласно которому городские службы должны привлекать к транспортному обслуживанию населения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, проводить конкурсы среди перевозчиков на право выполнения перевозок автомобильным транспортом на маршрутах регулярного сообщения городов.

Однако в современных условиях весьма проблематичными остаётся использование зарубежного опыта в области финансирования общественного транспорта. В России не существует такой связи между источником дохода и направлением использования этого дохода, которые имеются в Европе и США. Возникшая на основе экспертно-сырьевой ориентации российской экономики система формирования бюджетов предусматривает концентрацию большей части на федеральном уровне, подавляющая часть региональных и местных бюджетов являются дотационными, на муниципальном уровне формируется около 20 % доходов консолидированного бюджета. В развитых странах пирамида формирования доходов перевернута в обратном направлении. Ограниченные финансовая база и полномочия местных органов власти неизбежно порождают исключительно напряженное состояние их бюджетов и неблагоприятную ситуацию в сфере финансирования общественного транспорта.

Выполнение задачи полного и качественного транспортного обслуживания населения города зависит от уровня организации и управления работой перевозчиками всех форм собственности, задействованными в выполнении муниципального заказа. В этих условиях возникает необходимость в разработке механизма согласования интересов населения как потребителей транспортных услуг, возможностей муниципальных властей, увязывающих размер бюджетных средств, направленных на выполнение муниципального заказа и экономических интересов хозяйствующих субъектов на рынке городских пассажирских услуг. Важно активно привлекать коммерческое инвестирование и кредитование, в том числе с использованием различных форм частно-государственного партнёрства; требуется осуществить переход к нормативно-бюджетному финансированию пассажирских транспортных предприятий и

разработка соответствующих методических рекомендаций, позволяющих заключать городским властям контрактные соглашения на основе конкурсных процедур с учётом сложности и протяженности маршрутов, объёма и качества транспортных услуг; необходимо совершенствование системы мониторинга качества транспортного обслуживания населения, на основе которой осуществляется контроль и стимулирование перевозчиков.

В современных условиях проблему транспортного обслуживания населения следует рассматривать комплексно с учетом загрузки улично-дорожной сети города и оптимизации транспортных потоков [5]. Этот процесс должен развиваться под контролем муниципальных властей и регулироваться конкурсными механизмами.

При этом задача формирования рациональной системы городского пассажирского транспорта должна решаться путем оптимизации динамических и структурных параметров подвижного состава по вместимости и количеству исходя из необходимости получения максимального выигрыша от направления финансовых средств на развитие пассажирского транспорта и улично-дорожной сети, а также минимизации экономической оценки социальных, экономических и экологических издержек [1].

В современных условиях одним из важных направлений решения транспортных проблем в крупных городах является развитие скоростных видов пассажирского транспорта. Как свидетельствует мировая и отечественная практика в связи с этим требуется пересмотреть устаревшие подходы к строительству и эксплуатации метро. В настоящее время городские власти многих стран осуществляют инновационные изменения в системе городского пассажирского транспорта, направленные на повышение ее производительности, экономичности и экологичности, связывая эти изменения с созданием легкорельсовой системы метро, соединяя метро с пригородными железными дорогами и транспортными линиями. Линии подземного трамвая уже существуют в Антверпене; Шарлеруа, Брюсселе (Бельгия), Гааге (Нидерланды), Бостоне, Сан-Франциско (США), Вене (Австрия). В настоящее время в условиях ограниченности финансовых ресурсов в целом ряде городов нашей страны прорабатываются вопросы создания линий скоростного трамвая и легкорельсовой системы метро. Для Омска важным становится проведение комплексного исследования, позволяющего получить адекватные оценки сложившейся транспортно-экономической ситуа-

ции и выработать оптимальную концепцию развития системы пассажирского транспорта на основе использования скоростного трамвая и объектов строящего метрополитена.

Решение задач по разработке организационно-экономических методов управления городским пассажирским транспортом, адаптированных к современным условиям рынка транспортных услуг, можно добиться только путем использования инноваций и современных технологий управления, которые позволят повысить уровень его эффективности как социально значимой экономической системы. Осуществление системных изменений в работе пассажирского транспорта Омска, обеспечивающих повышение его эффективности, предполагает реализацию широкого комплекса мер, включающих в себя следующее. Во - первых, разработка комплексной транспортной системы г. Омска, основанной на паспортизации улично-дорожной сети по геометрическим, конструктивным, экологическим и иным параметрам (с уточнением состава и интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков), в также выборе оптимальных решений с учетом развития скоростных видов пассажирского транспорта; Во - вторых, определение оптимального объёма услуг по перевозке пассажиров на основе изучения пассажиропотока и его изменений в связи с развитием городской инфраструктуры и ростом жилищного строительства. В - третьих, совершенствование маршрутной системы города на основе анализа работы сети муниципального и коммерческого городского пассажирского транспорта, обоснования рациональных соотношений объемов перевозок между ними; определение оптимального количества микроавтобусов для города. В – четвертых, обновление парка подвижного состава городского пассажирского транспорта с учётом определения требуемого подвижного состава по количеству и вместимости, экономическое обоснование выбора марок подвижного состава по видам городского пассажирского транспорта. В – пятых, выявление мест первоочередного строительства подземных и наземных пешеходных переходов, зон парковки автомобильного транспорта; разработка программы первоочередных мер, включающих в себя малозатратные способы улучшения организации дорожного движения, повышения пропускной способности улиц и дорог, безопасности движения и снижения экологического ущерба от транспорта; создание системы мониторинга состояния улично-дорожной сети и изменений транспортного потока с разработкой рекомендаций по пер-

воочередным мероприятиям на основе использования информационных технологий.

Заключение

Сложившаяся в нашей стране система городского пассажирского транспорта не обеспечивает необходимую доступность и качество транспортных услуг, транспортная проблема превратилась во многих городах в одну из самых острых. Вместе с тем благодаря научно-техническому прогрессу возрастают возможности осуществлять кардинальные инновационные изменения с учетом особенностей транспортных потребностей разных социальных групп населения, о чем свидетельствуют значительные успехи, достигнутые в развитых странах. В связи с этим актуальным становится формирование организационно-экономического факторов и механизмов, способствующих успешной модернизации городского пассажирского транспорта на основе образования единого инфраструктурного пространства, обеспечивающего рациональное взаимодействие разных видов пассажирских перевозок с учетом того, что в рыночных условиях конкуренция является ключевым фактором, определяющим выбор населения видов транспортных услуг и форм передвижения исходя из их стоимостных, качественных и социальных параметров.

Библиографический список

1. Бирюков В. В. Оценка эффективности инвестиционных проектов развития транспортных систем: эволюция и развитие подходов. // Вестник СибАДИ.- 2012.- № 2 (24).- С. 97-101.
2. Бирюков В. В., Лерман Е. Б. Развитие городского пассажирского транспорта в условиях модернизации российской экономики. // Вестник СибАДИ.- 2011. № 3(21).- С 55-59.
3. Кузнецова К., Попова Е., Шилова Н. Городской общественный транспорт в развитых странах: особенности организации и способы финансирования // Российский экономический журнал.- 2013.- № 2.- С. 111-117; № 3.- С. 86-90.
4. Макинтайр Р. Социальная политика в странах с переходной экономикой в аспекте развития человеческих ресурсов // Проблемы прогнозирования.- 2002.- № 2.- С. 142-149.
5. Национальная концепция устойчивых городских транспортных систем.- М.: «Алекс», 2013.
6. О работе автомобильного транспорта Омской области.- Омск : Омкстат.-2013.
7. Транспорт и связь в России. 2012.: стат. сб.- М., Росстат,2012.

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC FACTORS OF URBAN PASSENGER TRANSPORT'S DEVELOPMENT

V. V. Biryukov, V. Y. Kirnichny

The article dwells on the features and trends of urban passenger transport's development in modern conditions, organizational and economic factors and mechanisms stipulating the formation of positive changes in public transport services.

Keywords: urban passenger transport, organizational and economic factors, innovations, modernization

Bibliographic list

1. Biryukov V. V. Otsenka effektivnosti investitsionnykh proyektov razvitiya transportnykh sistem: evolyutsiya i razvitiye podkhodov // Vestnik SibADI. - 2012. - № 2 (24).- pp. 97-101.
2. Biryukov V. V., Lerman E. B. Razvitiye gorodskogo passazhirskogo transporta v usloviyakh modernizatsii rossiyskoy ekonomiki // Vestnik SibADI.- 2011. № 3(21).- pp. 55-59.
3. Kuznetsova K., Popova E., Shilova N. Gorodskoy obshchestvennyy transport v razvitykh stranakh: osobennosti organizatsii i sposoby finansirovaniya // Rossiyskiy ekonomicheskiy zhurnal.- 2013.- № 2.- pp. 111-117; № 3.- pp. 86-90.
4. Makintayr R. Sotsialnaya politika v stranakh s perekhodnoy ekonomikoy v aspekte razvitiya chelovecheskikh resursov // Problemy prognozirovaniya. - 2002.- № 2.- pp. 142-149.
5. Natsionalnaya kontseptsiya ustoychivykh gorodskikh transportnykh sistem.- М.: «Aleks», 2013.
6. O rabote avtomobil'nogo transporta Omskoy oblasti. - Omsk :Omskstat.-2013.
7. Transport i svyaz v Rossii. 2012.: stat. sb.-М., Rosstat,2012.

Бирюков Виталий Васильевич - доктор экономических наук, профессор, академик Российской Академии социальных наук. проректор по научной работе Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - социально-экономические проблемы перехода России на инновационный путь развития. Имеет более 200 опубликованных работ. E-mail: birukov_vv@sibadi.org

Кирничный Владимир Юрьевич - доктор экономических наук, профессор, ректор сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основные направления научных исследований - модернизация российской экономики, организационно - экономические механизмы развития строительства и транспорта. Имеет более 60 опубликованных работ.

УДК 656.1

ИННОВАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ В КОНТЕКСТЕ ЦИКЛИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Н. Г. Гавриленко

Аннотация. В статье проведен анализ эволюционного развития системы автомобильного транспорта, выявлены закономерности и описаны отличительные черты каждого этапа развития.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, эволюционное развитие, циклы.

Введение

Экономическое развитие государства сегодня в условиях уникальности нынешнего исторического этапа, отмеченного невиданными ранее интенсивными глобальными трансформациями, во многом определено наличием возможности преодоления пространства для людей и материальных объектов в кратчайшие сроки и с минимальными финансовыми затратами. Эффективное выполнение автомобильным транспортом вышеобозначенной функции, заканчивающиеся запасы природного топлива, а также необходимость уменьшения негативного влияния на экологию требуют формирования инновационной системы автомобильного транспорта. Анализ процессов развития системы автомобильного транспорта, выявление закономерностей и отличительных черт каждого эволюционного этапа позволит сформировать аналитическую базу для прогнозирования направлений развития автомобильного транспорта в будущем, а, следовательно, повысить эффективность мероприятий по улучшению состояния системы автомобильного транспорта России.

Основная часть

Государство, являясь крупнейшим институтом, включающим в себя большое количество разнообразных элементов можно сравнить со сложной молекулярной моделью, в целом эта модель в своем развитии проходит этапы подъема, бума, кризиса и депрессии. Автомобильный транспорт, как одна из молекул вышеобозначенной модели, воздействует сам и испытывает на себе воздействие других элементов. На каждом этапе цикла своя интенсивность происходящих процессов,

внешние факторы либо стимулируют, либо сдерживают развитие автомобильного транспорта

Треть российских и зарубежных ученых в области экономики, начиная с середины 19 века изучали вопросы циклического развития государств, к их числу можно отнести К. Жугляра, Дж. Китчина, Й. Шумпетера, А. Тойнби, И. Уоллерстайна, Дж. Голдстайна, Ф. Броделя, Ф. Кенэ, К.Маркса, Ф. Энгельса, Й Мизеса, Ф. Хайека, Г.Хаберлера, Ф.Шостака, Ш. Корригана, Р. Гаррисона, М. Туган-Барановского, Н. Кондратьева, С. Кузнецца, А.Чижевского, А. Богданова, В. Яковца, И. Савельевой, А. Полетаева, С. Глазьева и др. В качестве основного фактора предлагались циклические явления на солнце, перепроизводство продукции и колебание ставки кредита, колебание мировых запасов золота, продолжительность сроков службы капитального имущества, появление технологических нововведений.

Анализ современной теории циклического развития позволяет с большой долей уверенности утверждать, что циклы развития автомобильного транспорта, как и всей экономики, обусловлены сменой технологических укладов и соответствующих им длинных волн экономического роста (волн Кондратьева), длина указных циклов имеет тенденцию к сокращению и составляет от 60 до 40 лет.

Рассматривая характеристики внешних факторов, процессов взаимодействия автомобильного транспорта с внешней средой, процессов, идущих внутри системы автомобильного транспорта, можно выделить следующие отличительные особенности каждого этапа цикла развития системы автомобильного транспорта (Табл. 1).

Таблица 1 — Характеристики модели циклического развития экономики и состояние автомобильного транспорта на каждом этапе

Этап	Характеристики модели	Влияние внешних факторов на систему автомобильного транспорта	Состояние автомобильного транспорта
Подъем, (восстановление)	Наблюдается рост показателей скорости, объема, количества элементов модели, темпы роста высокие	Внешние факторы, способствуют улучшению ключевых показателей деятельности автомобильного транспорта	Увеличивается количество автотранспортных предприятий (на рынке появляются новые предприятия, в том числе средние и малые), увеличивается объем и количество заказов, количество клиентов (в большей мере для грузоперевозок), уменьшается время простоев
Бум, процветание	Показатели скорости, объема, количества элементов модели достигли максимальных значений, рост показателей прекращается, темпы изменений невысокие	В структуре факторного пространства автомобильного транспорта, состоящего в большей мере из способствующих развитию факторов, начинает возрастать число и степень влияния сдерживающих факторов	Количество автотранспортных предприятий перестало расти, емкость рынка автотранспортных услуг достигла максимального значения, наблюдаются тенденции к его снижению и уменьшению доходных показателей (в большей мере это заметно для средних и малых предприятий)
Спад, рецессия	Уменьшаются показатели скорости, объема, количества элементов модели, темпы уменьшения высокие	В структуре факторного пространства преобладают факторы, способствующие ухудшению показателей деятельности автомобильного транспорта	Уменьшается количество автотранспортных предприятий (с рынка уходят мелкие предприятия), уменьшается объем и количество заказов, количество клиентов (в большей мере для грузоперевозок), увеличивается время простоев
Депрессия, стагнация	Показатели скорости, объема, количества элементов модели достигли минимальных значений, темпы изменений невысокие, в начале этапа идет снижение показателей к концу показатели стабилизируются, намечаются тенденции к росту	В структуре сдерживающего факторного пространства начинают появляться факторы способствующие развитию автомобильного транспорта	Количество автотранспортных предприятий и, емкость рынка автотранспортных услуг достигли минимального значения, наблюдаются тенденции к его оживлению.

Развитие автомобильного транспорта с момента зарождения происходит некоторыми толчками, усиливаясь на этапах роста и замедляясь на этапах спада. Достигнув точки бифуркации, дальнейшее развитие продолжается лавинообразно независимо от фазы длинного цикла. Ряд экономистов (Г. Менш, А. Кляйкнехт) утверждают, что кризисные явления порождают

стимул к инновациям, другие (Х. Фримен, Л. Су-тэ), что, наоборот стадия роста является стимулом к инновациям [1,2,3]. Говоря об автомобильном транспорте, мы соглашаемся со второй позицией. Рассмотрим соответствие интенсивности инновационной деятельности повышательной и понижательной волне длинного цикла (Табл. 2)

Таблица 2 — Эволюция автомобильного транспорта

Период	Описание инновационной деятельности	Соизмеримость интенсивности инновационной деятельности и направления волны длинного цикла
1	2	3
Повышательная волна 1770 – 1810	Были созданы разными учеными: Китай, Англия, Франция, Россия, США трехколесные паровые повозки, вошедшие в жизнь и имеющие промышленное значение, начались работы над двигателями внутреннего сгорания	Повышательная волна – интенсивность высокая, уровень внедрения высокий
Понижательная волна 1810 -1840	Проводятся исследования по разработке ДВС (Франция, Швейцария), вводятся в жизнь паровые омнибусы. В Венгрии, Шотландии, США, Голландии ведутся работы над созданием электромотоцикла.	Понижательная волна – интенсивность более низкая, вероятность внедрения в жизнь полученных разработок – ниже среднего (электромотоциклы не вошли в жизнь)
Повышательная волна 1840 – 1870	Созданы двухтактные ДВС (Бельгия), которые выпускались массово (около трехсот агрегатов) (Франция), появился четырехтактный двигатель (Франция), был налажен их выпуск (Германия)	Повышательная волна – интенсивность высокая, уровень внедрения высокий
Понижательная волна 1870-1885	Изобретен трехколесный электрический автомобиль, работающий от аккумулятора (Англия) (не получивший распространения), в 1883 году придуман распылительный карбюратор (Германия), ставший основой всех карбюраторных двигателей.	Понижательная волна – интенсивность более низкая, вероятность внедрения в жизнь полученных разработок – ниже среднего
Повышательная волна 1885-1914	В Германии ходят трамваи с бензиновым двигателем, в Германии Бенсом налажено первое производство автомобилей, а также во Франции по лицензии Бенса, к 1900 можно говорить о национально-автомобильной промышленности в Бельгии, Швейцарии, Дании, Норвегии, Италии, Австралии, США, Англии, из Франции поставляли автомобили в Тунис, Египет, Иран, Индию, Бенц построил четырехколесный автомобиль, налажено промышленное производство пневматических шин, запатентован дисковый тормоз и электрический стартер, открыт завод по производству дизельных двигателей. Развитие автомобильных технологий идет быстрыми темпами	Повышательная волна – интенсивность высокая, уровень внедрения высокий
Понижательная волна 1914-1930	Продолжается развитие ДВС, изобретена первая автоматическая трансмиссия, гидравлический тормоз, усилитель руля, шестицилиндровый дизельный двигатель, изобретена новая военная машина-танк, начали выпускаться грузовики с ДВС, к 1930 автомобили выпускались с закрытым кузовом (к 1930 г было изобретено большинство из технологий механики, используемых в современных автомобилях).	Повышательная волна – интенсивность высокая, уровень внедрения высокий
Повышательная волна 1930— 1950	К 1930 – количество производителей автомобилей резко сокращается, в результате консолидации и взросления автомобильной промышленности, отчасти благодаря влиянию Великой депрессии, изобретены автомобиль-амфибия, в России создан средний танк, в США изготовлен Джип.	Повышательная волна – интенсивность высокая, уровень внедрения высокий

1	2	3
Понижательная волна 1950-1970	Изобретен принцип движения на воздушной подушке, на протяжении 50-х годов повышалась мощность двигателя, росла скорость транспорта, дизайн автомобиля становился более искусным.	Повышательная волна – интенсивность высокая, уровень внедрения высокий
Повышательная волна 1970- 1990	Многодесятилетняя мировая большая тройка концернов-автопроизводителей из США, стала утрачивать лидерские позиции, уступая, прежде всего концернам Японии, началось интенсивное развитие автопроизводств в новых странах, прежде всего азиатского региона, самыми большими технологическими разработками было широкое распространение дизелей, независимой подвески, более широкое применение впрыска топлива и растущее внимание к безопасности и конструкции автомобиля.	Повышательная волна – интенсивность высокая, уровень внедрения высокий
Понижательная волна 1990-2010	К наиболее важным тенденциям мирового автомобилестроения можно отнести особое внимание к улучшению экологических и экономических показателей ДВС, создание гибридных систем, повышение уровня безопасности, улучшению ходовых качеств, «интеллектуализации» автомобиля в целом	Повышательная волна – интенсивность высокая, уровень внедрения высокий

Заключение

Резюмируя вышеизложенное инновационную активность можно разделить на четыре стадии:

Первая стадия - изобретение автомобиля и основных его частей (1770-1914 гг.). Это период технологических открытий в сфере автомобильного транспорта, интенсивность научной деятельности соответствует направлениям кривой длинных циклов Кондратьева.

Вторая стадия – активное внедрение автомобиля в жизнь (1914 – 1970 гг.) можно говорить о национальной автомобильной промышленности во многих странах Европы и в США (места возникновения инноваций в сфере автотранспорта). Больше автомобилей стало продаваться не энтузиастам, а обычно потребителю. 1914 год можно обозначить, как точку бифуркации, изменение направления длинной волны вниз не коснулось автомобильного транспорта. Внешние факторы, сдерживающие развитие экономики, такие как Первая и Вторая Мировые войны, не явились сдерживающими для автомобильного транспорта, развитие продолжается лавинообразно, даже в период Великой депрессии.

Третья стадия – активное распространение автомобилестроения (1970 – 2010 гг.). Автомобилестроение выходит за пределы источника образования (Европа, Америка) и распространяется по всему миру, назревает потребность в новых видах транспорта.

Четвертая стадия – инновационное развитие, приводящее к постепенному видоизменению транспортного средства с потерей ключевых особенностей, позволяющих отнести его к категории автомобильного транспорта. (2010 -???). Прогнозируется распространение гибридов, работающих на альтернативных видах топлива и использующих различные дорожные пути (автодороги, рельсы, воздух) (интегрированные высокоскоростные транспортные системы по Глазьеву). Четвертая стадия соответствует первой стадии инновационного транспорта.

Кроме того необходимо отметить, что инновационная активность в сфере автомобильного транспорта была наиболее эффективна, с точки зрения дальнейшего внедрения в производство, в начале этапа роста длинной волны, тогда к концу этапа инновации активно использовались, на этапе спада все ресурсы направлялись на поддержание жизнеспособности предприятий и инновации оставались не востребованы.

Библиографический список

1. Менш. Г. Основы организационного проектирования. М., 2002.
2. Кляйнкнехт А. Инновационные риски венчурного капитала и управление ими. М., 2003
3. Freeman Ch., Clark J., Suetel L. Unemployment and Technical Innovation. A Study of Long Waves in Economic Development. L., 1982.

**INNOVATIVE CHANGES IN ROAD TRANSPORT
IN THE CONTEXT OF THE CYCLICAL
DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEM**

N. G. Gavrilenko

In this article the analysis of evolutionary development of the road transport system is carried out, common factors are determined and the distinctive features of each phase of development are described.

Keywords: road transport, evolutionary development, cycles

Bibliographic list

1. Mensh G., The Basics of organizational design. - M., 2002.

2. Klinknext A. Risks of Innovation venture capital and management. - M., 2003.

4. Freeman Ch., Clark J., Suete L. Unemployment and Technical Innovation. A Study of Long Waves in Economic Development. L., 1982.

Гавриленко Наталья Геннадьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление предприятиями» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований – управление системой автомобильного транспорта в условиях циклического развития экономики. Общее количество публикаций- 30. gng1978@mail.ru

УДК 336

**ВЛИЯНИЕ НЕЦЕНОВЫХ ФАКТОРОВ НА СПРОС ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФИНАНСОВОГО СЕКТОРА НА БАНКОВСКИЕ УСЛУГИ**

В. В. Карпов, М. А. Бабичев

Аннотация. В статье приведен анализ влияния неценовых факторов на спрос предприятий нефинансового сектора на банковские услуги. Факторы распределены по четырем критериям. Анализ проведен в динамике с 2010 года по 2012 год на основе данных, публикуемых Центральным Банком России. Определены рекомендации по устранению причин падения спроса предприятий нефинансового сектора на банковские услуги и по повышению лояльности организаций к банковской среде.

Ключевые слова: Неценовые факторы, банковские услуги, предприятия нефинансового сектора.

Введение

На сегодняшний день спрос на банковские услуги у предприятий нефинансового сектора формируется как за счет ценовых, так и неценовых факторов. С развитием банковских услуг большую актуальность при выборе партнера для ведения бизнеса приобретают неценовые факторы. Данное обстоятельство связано с тем, что ценовые параметры банковской услуги в большей степени определены конкуренцией рынка. Таким образом, цена на банковские услуги для предприятий нефинансового сектора имеет схожий уровень у всех банков.

Особенностью рассмотрения неценовых факторов в литературе [1,2] является то, что данные факторы определяются авторами вне зависимости от сегмента рынка. Спрос рассматривается как общая экономическая категория, а факторы его определяющие, также являются общими вне зависимости от сферы рассмотрения.

В то же время, каждый сегмент рынка имеет свои особенности, и как следствие, факторы, определяющие спрос и предложения услуг, также специфичны в зависимости от сегмента.

Одним из инструментов анализа спроса на рынке банковских услуг является исследование, проводимое Центральным Банком России «Спрос предприятий нефинансового сектора на банковские услуги». В данном исследовании приводятся результаты опроса определенной выборки предприятий на предмет спроса и факторов его определяющих на услуги банков. В данном исследовании Центрального Банка в Омской области на ежеквартальной основе принимают участие 145 предприятий. Анализа данных Центрального Банка России в отношении спроса предприятий нефинансового сектора на банковские услуги позволит определить источники увеличения спроса из области неценовых методов регулирования.

Основная часть

Анализ проводится на основании четырех критериев:

- 1) потребность в услугах кредитных организаций и степень удовлетворенности спроса на услуги;
- 2) влияние факторов, изменяющих использование предприятиями банковских услуг;
- 3) критерии выбора кредитной организации;

4) оценка качества банковских услуг.

Рассмотрим критерий потребности в услугах кредитных организаций и степень удовлетворенности спроса на услуги.

При рассмотрении возможности получения услуг кредитных организаций следует отметить не резкий, но стабильный рост доли организаций, располагающих возможностью получения данных услуг. К концу 2010 года 93,1 % организаций располагал данной возможностью. К концу 2011 года данная доля возросла до 93,2 %, а к окончанию 2012 года она составляла 94,6 %. Рост объясняется тем, что доля предприятий, испытывающих высокую потребность в услугах кредитных организаций, также растет. Для сравнения: в 2010 году доля организаций с высокой потребностью в услугах кредитных организаций составляла 20,6 %. В 2011 году данная доля увеличилась до 21,2 %, а к 2012 году составила 25,5 % [3,4,5]. Таким образом, наблюдается рост на 5 % за период 2010-2012 годов.

Таким образом, с каждым годом доля организаций с высокой потребностью в услугах банков растет, данное обстоятельство стимулирует банки к изменению ценовой и качественной политики в сторону повышения ло-

яльности к потребителям банковских услуг. Как следствие, увеличивается доля предприятий, обладающих возможностью к получению данных услуг.

Результатом изменений политики коммерческих банков в целом, может служить показатель удовлетворенности организаций нефинансового сектора на банковские услуги. К 2010 году спрос на банковские услуги был в различной степени удовлетворен у 91,5 % предприятий. В 2011 году данный показатель составил 95,2 %, а в 2012 возрос до 95,9 %.

Следующим критерием анализа является влияние факторов, изменяющих использование предприятиями банковских услуг.

При рассмотрении данных факторов, целесообразно выделить 2 группы:

- 1) факторы увеличивающие использование банковских услуг
- 2) факторы уменьшающие использование банковских услуг.

Рассмотрим каждую группу в отдельности. Основные факторы увеличивающие использование банковских услуг у предприятий нефинансового сектора Омской области, исходя из данных 2010-2012 годов отражены в Таблице 1.

Таблица 1 — Основные факторы увеличивающие использование банковских услуг у предприятий нефинансового сектора Омской области

2010 год (4 квартал)	2011 год (4 квартал)	2012 год (4 квартал)
1) Деятельность предприятия 2) Набор услуг кредитной организации 3) Льготы кредитной организации предприятию	1) Деятельность предприятия 2) Набор услуг кредитной организации 3) Уверенность в кредитной организации	1) Деятельность предприятия 2) Льготы кредитной организации предприятию 3) Уверенность в кредитной организации

Исходя из данных Таблицы 1, следует, что деятельность предприятия неизменно остается основным фактором использования банковских услуг организацией нефинансового сектора. В то же время, такой фактор как набор услуг кредитной организации был вторым в 2010 и в 2011 году, а в 2012 году перестал входить в разряд критериев влияющих на обращение предприятия к услугам банка. Данное явление можно объяснить тем, что банки в ходе своей деятельности непрерывно модифицируют набор своих услуг для удовлетворения потребности клиента.

Таким образом, регулярное изменение структуры продукта и увеличение количества отдельных услуг в наборе кредитных организаций позволят потребителю получить удовлетворяющий его спрос продукт.

Основным фактором, уменьшающим использование банковских услуг является процедура оформления документации при оказании услуги. Данный фактор был обозначен

предприятиями нефинансового сектора как 2010 году, так и в 2011 и 2012 году соответственно.

Помимо фактора сложного оформления документации в период 2010-2012 годов являлись: в 2010 году: ставки по кредитам; в 2011 году: наличие других источников средств; в 2012 году: запросы на информацию при оказании услуг.

Исходя из того, что запросы на информацию кредитной организацией у кредитруемого предприятия являются одной из составляющих в процессе оформления документации, можно сделать вывод о том, что одним из основных направлений совершенствования банковского продукта является упрощение его получения.

Стоит заметить, что такой ценовой фактор как уровень процентной ставки не является основным критерием выбора кредитора предприятием нефинансового сектора. Данное обстоятельство свидетельствует о том, что при нали-

чи конкуренции, поставщики банковских услуг стремятся удовлетворить спрос клиента путем совершенствовании ценовой политики, упуская при этом совершенствование политики качества предоставления услуги.

Таким образом, исходя из анализа факторов влияющих как на увеличение использования банковских услуг предприятиями нефинансового сектора, так и на уменьшение, можно сделать вывод о том, что увеличение количества отдельных услуг в наборе кредитных организаций позволяют потребителю получить удовлетворяющий его спрос продукт, но в то же время процедура оформления документов по выбранному клиентом продукту стабильно является фактором, снижающим спрос на банковские услуги и требует совершенствования.

Следующий параметр анализа спроса предприятий нефинансового сектора на банковские услуги это критерии выбора кредитной организации.

Критерии подразделяются на следующие:

- 1) число кредитных организаций, услугами которых пользовались предприятия
- 2) предпочтение предприятий при выборе кредитных организаций
- 3) наличие изменений в выборе предприятиями кредитных организаций

При анализе числа кредитных организаций относительно стабильным является показатель доли организаций, которые обращались к одной кредитной организации. В 2010, 2011, 2012 годах доля составляла 53,7 %, 51,8 % и 53,8 % соответственно.

Таким образом, большая часть организаций нефинансового сектора придерживаются политики сотрудничества с одной кредитной организацией. Данное обстоятельство обусловлено тем, что большинство кредитных организаций предлагают услуги адаптированные для конкретного потребителя или сферы деятельности потребителя. Также значительная часть кредитных продуктов организаций предназначена для использования в среднесрочном (до 3 лет) и долгосрочном (до 5 лет) периоде. Примером таких услуг являются такие услуги как кредитная линия или лизинг.

В то же время, с 2010 по 2012 год можно заметить динамику увеличения доли предприятий, использовавших услуги пяти и более банковских организаций. В 2010 году и 2011 году данный показатель составлял 9,6 % и 9,2 % соответственно. В 2012 доля предприятий использовавших услуги пяти и более кредитных организаций составляла 10,3%. Рост объясня-

ется тем, что в рассматриваемом периоде (2010-2012 год) стабильно возрастал показатель доли организаций имеющих возможность получения банковских услуг (с 91 % до 94,6 %).

Таким образом, большее количество потребителей находится в поиске приемлемого по цене и качеству поставщика банковских услуг. Также, стабильное увеличение количество услуг в наборе кредитных организаций стимулирует потребителя к взаимодействию с новым партнером на рынке банковских продуктов.

Анализ предпочтений предприятий при выборе кредитных организаций показывает, что среди российских кредитных организаций предприятия предпочитали использовать услуги кредитных организаций, расположенных непосредственно в регионе. Стабильно высокой остается доля предприятий, никогда не обращавшихся к услугам банков в других регионах. В 2010, 2011, 2012 годах данный показатель составлял 69,4 %, 73,1 % и 69 % соответственно.

Предпочтение выбора услуг банка, расположенного в регионе обусловлено особенностями ведения бизнеса и процесса оформления банковского продукта. Исходя из параметров услуг большинства кредитных организаций, одним из основных требований предоставления услуги предприятию является его нахождение в регионе присутствия банка.

Таким образом, политика предоставления услуг кредитных организаций предприятиям вынуждает клиента осуществлять выбор банка-партнера путем анализа предложения внутри региона ведения деятельности.

Выводы

Исследование изменений в выборе предприятиями кредитных организаций показывает, что состав кредитных организаций, услугами которых пользовались предприятия, у подавляющего большинства предприятий не изменился. 97,2 % предприятий с 2010 года по 2012 год не изменили предпочтения в выборе партнеров на рынке банковских услуг.

Решение предприятий сохранять неизменным состав кредитных организаций, с которыми они взаимодействовали, в большей мере определяют:

- 1) опыт сотрудничества;
- 2) уверенность в финансовом положении кредитной организации;
- 3) знакомство с руководителями;
- 4) изменение кредитной организацией условий оказания услуг в пользу клиента;
- 5) удобное расположение кредитной организации.

Основным фактором, влияющим на решение сохранить состав сотрудничающих кредитных организаций, являлся опыт сотрудничества с данными кредитными организациями.

В то же время, существует ряд факторов, влияющих на решение предприятий изменить состав кредитных организаций, с которыми они сотрудничают.

Это такие факторы как:

- 1) изменение кредитной организацией условий оказания услуг не в пользу клиента;
- 2) предложение другими кредитными организациями новых видов услуг;
- 3) требование головной компании предприятия;
- 4) уровень квалификации персонала кредитной организации;

5) рекомендации партнеров предприятия.

Таким образом, при принятии решения о сотрудничестве с кредитной организацией, руководство предприятия принимает во внимание критерии, позволяющие как сохранить состав банков-партнеров, так и изменить его. Основной задачей кредитных организаций является удержания действующих партнеров путем учета факторов влияющих на выбор банка-партнера предприятием нефинансового сектора.

Заключительным критерием анализа спроса предприятий нефинансового сектора на банковские услуги является оценка качества банковских услуг.

Основные качественные характеристики предоставления услуг кредитными организациями Омской области, исходя из данных 2010-2012 годов отражены в Таблице 2.

Таблица 2 — Основные качественные характеристики предоставления услуг кредитными организациями Омской области

2010 год (4 квартал)	2011 год (4 квартал)	2012 год (4 квартал)
1) вежливость персонала	1) вежливость персонала	1) понятные процедуры оформления
2) оперативность обслуживания	2) понятные процедуры оформления	2) возможность переговоров с руководством кредитной организации
3) удобный режим работы	3) удобный режим работы	3) вежливость персонала
4) понятные процедуры оформления	4) возможность переговоров с руководством кредитной организации	4) оперативность обслуживания
5) гибкость в оказании услуг	5) гибкость в оказании услуг	5) удобный режим работы

Исходя из приведенных данных в Таблице 2 следует, что в 2010 и 2011 году вежливость персонала и удобный режим работы были основными качественными характеристиками предоставления банковских услуг.

Смещение акцентов в сторону удобства оформления услуги и снижение приоритета обслуживания в целом в 2012 году говорит о результативной работе банков в части обслуживания клиентов.

Включение в ряд качественных характеристик предоставления услуг кредитными организациями такого фактора как возможность переговоров с руководством кредитной организации, свидетельствует о том, что предприятия нефинансового сектора испытывают потребность в индивидуальных условиях предоставления услуг. В качестве решения индивидуального подхода кредитным организациями могут быть предложены следующие способы удовлетворения потребностей клиентов:

- 1) разработка новых банковских услуг, учитывающих специфику деятельности организации клиента;
- 2) разработка комплексных (пакетных предложений) для клиентов, что позволит получить максимальное количество услуг при

однократном обращении клиента. Данное решение даст возможность кредитной организации исключить возможную потребность клиента в обращении в конкурирующую кредитную организацию;

3) организация регулярных встреч на уровне руководителей кредитной организации и предприятия клиента. Данное решение позволит повысить лояльность клиента по отношению к кредитной организации;

4) установление режима работы и удобного уровня обслуживания клиента на постоянной основе;

5) организация и мониторинг маркетинговых исследований, проводимых среди организаций, работающих в сфере деятельности схожей со сферами деятельности постоянных клиентов кредитной организации.

Таким образом, проведенный анализ показывает что, на сегодняшний день рынок предложения и спроса банковских услуг предприятиям нефинансового сектора находится в стадии развития. Стабильно увеличение доли организаций испытывающих высокую потребность в услугах кредитных организаций отражает стабильно растущий спрос на услуги.

Также, увеличение доли организаций, располагающих возможностью получения банковских услуг говорит об изменениях в структуре предложения банковских продуктов кредитными организациями.

Анализ факторов, изменяющих использование предприятиями банковских услуг, выявил 2 группы: факторы увеличивающие использование банковских услуг и факторы, уменьшающие использование банковских услуг. Учет совокупного влияния факторов каждой группы позволит кредитным организациям совершенствовать структуру предложения на рынке банковских услуг для предприятий нефинансового сектора.

Исследование критериев выбора кредитной организации предприятиями нефинансового сектора показывает, что при принятии решения о сотрудничестве с кредитной организацией, руководство предприятия принимает во внимание критерии, позволяющие как сохранить состав банков-партнеров, так и изменить его.

Проведенный анализ критериев показывает, что на сегодняшний день наблюдается устойчивый рост доли предприятий, обладающих возможностью к получению банковских услуг. В силу того, что в банковском секторе преобладает рыночное ценообразование, уровень цен на услуги сравним с конкурентами внутри рынка. В данной ситуации неценовые факторы играют важную роль в формировании спроса участниками рынка. В подтверждение этого, говорят результаты анализа факторов, уменьшающих использование банковских услуг. Исследование показало, что именно такой неценовой фактор как процедура оформления документации является основным на протяжении последних трех лет. В связи с этим, в качестве рекомендации определить максимальное упрощение перечня документов при оформлении банковской услуги предприятиями нефинансового сектора. Данное изменение позволит устранить основную причину падению спроса предприятий и повысит их лояльность к банковской среде. При анализе критериев выбора кредитной организации были определены факторы, оказывающих существенное влияние на решение предприятия изменить состав кредитных организаций по сотрудничеству.

Факторы следующие:

- 1) изменение кредитной организацией условий оказания услуг не в пользу клиента;
- 2) предложение другими кредитными организациями новых видов услуг;
- 3) требование головной компании предприятия;

4) уровень квалификации персонала кредитной организации;

5) рекомендации партнеров предприятия.

Также были определены факторы, влияющие на решение предприятия о сохранении взаимоотношения с банком.

Факторы следующие:

- 1) опыт сотрудничества;
- 2) уверенность в финансовом положении кредитной организации;
- 3) знакомство с руководителями;
- 4) изменение кредитной организацией условий оказания услуг в пользу клиента;
- 5) удобное расположение кредитной организации.

В качестве рекомендаций по увеличению спроса на банковские услуги, а также по удержанию действующих клиентов банками, исходя из критериев, можно предложить следующие рекомендации:

1) введение кредитными организациями на регулярной основе тренингов и курсов повышения квалификации специалистов, что позволит сохранять квалификацию персонала на высоком уровне и, как следствие, воздействовать на один из факторов изменения организации нефинансового сектора по выбору партнера в банковской сфере.

2) подробный анализ расположения потенциальных клиентов при выборе размещения отделений филиальной сети банка. Данное решение позволит определить наиболее выгодные места локации потенциальных партнеров и, исходя из анализа, позволит банковской организации оказывать влияние на действующих и потенциальных клиентов по сохранению взаимоотношений с банком.

3) Регулярное взаимодействие на уровне головных компаний клиентов с центральным офисом банковской организации по вопросу продления сотрудничества и по разработке индивидуальных предложений отдельным клиентам. Данный шаг позволит закрепить сложившиеся отношения и получить рекомендацию руководства головной компании не менять банк-партнер. Разработка индивидуальных предложений отдельным фирмам будет способствовать получению необходимых рекомендаций для увеличения спроса на услуги банка.

Совокупное применение описанных рекомендаций имеет возможность оказать влияние на неценовые факторы спроса банковских услуг, и как следствие, увеличить спрос на них.

Библиографический список

1. Экономическая теория: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. В. Д. Камаева. — 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. — 592 с: ил.
2. Макконнелл К. Р., Брю С. Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика: Пер. с 13-го англ. изд. — М.: ИНФРА-М, 1999. -974 с.
3. Центральный Банк Российской Федерации. Спрос предприятий нефинансового сектора экономики на банковские услуги. Омская область. Хозяйство всего. IV квартал 2010 г., 2010 — Омск, 15 с.
4. Центральный Банк Российской Федерации. Спрос предприятий нефинансового сектора экономики на банковские услуги. Омская область. Хозяйство всего. IV квартал 2011 г., 2011 — Омск, 15 с.
5. Центральный Банк Российской Федерации. Спрос предприятий нефинансового сектора экономики на банковские услуги. Омская область. Хозяйство всего. IV квартал 2012 г., 2012 — Омск, 15 с.

EFFECT OF NON-PRICE FACTORS ON PRIVATE NONFINANCIAL CORPORATIONS DEMAND FOR BANKING SERVICES

V. V. Karpov, M. A. Babichev

In the article provides an analysis of the influence of non-price factors on the demand of private nonfinancial corporations for banking services. Factors divided into four criteria. The analysis was made in dynamics of from 2010 to 2012 based on of data published by the Central Bank of Russia. Determined recommendations to eliminate causes of falling demand of private nonfinancial corporations for banking

УДК 656.072; 338.47

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЗАКАЗА В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Е. Б. Лерман

Аннотация. Показаны особенности функционирования системы городского общественного транспорта в современных условиях. Представлены основные участники рынка пассажирских перевозок и их взаимодействие, Предложен подход к формированию эксплуатационных затрат муниципальных пассажирских предприятий с учетом сложности выполнения муниципального заказа.

Ключевые слова: эксплуатационные затраты, переменные затраты, рынок пассажирских транспортных услуг, показатели транспортной работы, муниципальный заказ.

Введение

Дальнейшее развитие рынка пассажирских транспортных услуг в городе Омске определяется организационными изменениями в системе управления городским пассажирским транспортом [1]. Проводимая в городе муниципальная политика в области реформирования основных принципов

services and to increase the loyalty of organizations to the banking environment.

Keywords: Non-price factors, banking, private nonfinancial corporations.

Bibliographic list

1. Economic Theory: Studies. for stud. high school / ed. V. D. Kamaeva. - 10th ed., Rev. and add. - M.: humanity. ed. Center VLADOS, 2003. - 592 p: ill.
2. McConnell, C. R., Brue, S. L. Economics: Principles, Problems and Policies: Trans. with the 13th Eng. ed. - Moscow: INFRA-M, 1999. -974 With.
3. The Central Bank of the Russian Federation. Demand for non-financial sector for banking services. Omsk region. The farm total. IV quarter 2010, 2010 - Omsk, 15.
4. The Central Bank of the Russian Federation. Demand for non-financial sector for banking services. Omsk region. The farm total. IV quarter 2011, 2011 - Omsk, 15.
5. The Central Bank of the Russian Federation. Demand for non-financial sector for banking services. Omsk region. The farm total. IV quarter 2012, 2012 - Omsk, 15.

Карпов Валерий Васильевич – доктор экономических наук, профессор, директор Омского филиала ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ». Общее количество опубликованных работ: 130. e-mail: VVKarpov@fa.ru

Бабичев Михаил Александрович – аспирант Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). e-mail: mixa156@mail.ru

организации транспортного обслуживания населения, целью которой является обеспечение устойчивого, надежного, безопасного функционирования городского общественного транспорта опирается на Ведомственную целевую программу, разработанную департаментом транспорта Администрации города Омска на 2013 — 2015

годы. Программа предусматривает объем и состав и бюджетных ассигнований, выделяемых из бюджета города на реализацию поставленных задач с указанием финансового обеспечения обязательств в разрезе разработанных мероприятий.

Основная часть

Основным заказчиком на рынке пассажирских транспортных услуг выступает администрация города Омска. Департамент транспорта обеспечивает условия для функционирования всей системы городского пассажирского транспорта, регулирует объем и распределение муниципального заказа, формирует исполнителей транспортного процесса, в соответствии с разработанными маршрутами по установленному расписанию и графикам движения. Взаимодействие между исполнителями транспортного процесса и заказчиком строится на основе договора, определяющего организационную и экономическую сторону их сотрудничества в области выполнения (реализации) муниципального заказа.

Департамент транспорта при формировании объема муниципального заказа города утверждает плановые технико-производственные и экономические показатели деятельности пассажирским предприятиям и контролирует их выполнение. Проведенный анализ формирования муниципального заказа на пассажирские перевозки по отдельным регионам Российской Федерации показал отсутствие единого подхода при планировании показателей, позволяющих учитывать реальный объем оказанных транспортных услуг. Изучение применяемых на практике измерителей объема выполненных пассажирских транспортных услуг, позволил сделать вывод о том, что действующие объемные показатели не всегда отвечают предъявляемым к ним требованиям.

Основными объемными измерителями транспортных услуг муниципального заказа в городе являются отработанные машино-часы

в наряде и объем перевезенных пассажиров. Применяемые количественные показатели могут использоваться в основном для сравнения плановых и отчетных данных, позволяют проследить динамику показателей, однако их использование на стадии планирования муниципального заказа стимулирует рост транспортных издержек и не учитывает сложившейся особой специфики и социально-экономической значимости городского пассажирского транспорта. Кроме того рост отдельно действующих плановых показателей муниципального заказа не всегда может характеризовать увеличение объемов и улучшение качества предоставляемых транспортных услуг. При увеличении количества отработанных машино-часов и, следовательно, увеличения общего пробега, без проведения дополнительного анализа предоставленных услуг с учетом провозных возможностей подвижного состава, происходит рост затрат на выполнение транспортного процесса.

Отсутствие показателей, объективно учитывающих фактический объем выполненной транспортной работы с учетом фактически предоставленных провозных возможностей предприятий в рамках муниципального заказа и выполненный анализ взаимосвязи показателя «машино-часы» с затратами предприятий показал, что отсутствует взаимосвязь между объемом оказанных транспортных услуг и расходов предприятий, что приводит к несоответствию темпов роста эксплуатационных затрат с объемом и качеством оказанных транспортных услуг. Эта противоречивость позволяет сделать вывод о том, что показатель «машино-часы» не может быть использован в качестве объемного показателя по которому в дальнейшем проводится расчет эксплуатационных затрат, а также компенсация дотационных средств на покрытие убытков предприятий (табл. 1).

Таблица 1 — Показатели выполнения муниципального заказа пассажирского предприятия в городе Омске

Показатель	2010 год	2011год	Изменение, 2011/2010, %	2012 год	Изменение 2012/2010, %
1. Среднесписочное количество автобусов, ед.	188	171	91,0	162	86,1
2. Машино-часы в наряде, тыс. час	482,27	475,7	98,6	470,5	97,6

Продолжение Таблицы 1

3. Объем перевезенных пассажиров, тыс. пасс	29312,2	25947,1	88,5	26195,3	89,3
3. Расходы, тыс. руб.	266729,5	358267,5	1,34	377895,7	141,7
4. Доходы, тыс. руб.	156921,4	195157,1	124,4	208551,3	132,9
5. Убытки, тыс. руб.	109808,1	163110,4	1,49	169344,4	154,2

В качестве основного измерителя потенциала транспортных услуг в системе планирования муниципального заказа в городе рекомендуется использовать показатель – «местокилометры». Рассчитывается показатель на основе имеющейся информации о наличии, выпуске, структуре и пробеге парка подвижного состава, не позволяет завышать объемы услуг за счет искусственного превышения номинальной вместимости транспортных средств. Использование в качестве измерителя транспортных услуг показателя «местокилометры» в планировании объема муниципального заказа свидетельствовало о том, что он обладает рядом преимуществ.

Переход на этот измеритель позволяет более точно и обоснованно рассчитывать и оценивать уровень транспортного обслуживания пассажиров, так как он более тесно связан с планово-учетной единицей провозных возможностей транспортных средств предприятий, легко поддается контролю и учету во времени, а также позволяет планировать объемы деятельности городского пассажирского транспорта исходя из установленных социальных нормативов по предельному и среднему наполнению подвижного состава на маршрутах в характерные периоды суток. С его введением исчезает основа для искажения фактических объемов предоставленных услуг, формируется более тесная связь с эксплуатационными затратами на выполнение муниципального заказа и вытекающего из этого перерасхода финансовых и материальных ресурсов [2].

По действующей в настоящее время методике планирования затрат муниципального заказа, проводится расчет себестоимости единичной транспортной услуги на основе действующих норм и нормативов и при этом не учитывается такой важный фактор, как маршрутная сложность, определяющая городские условия движения

автобусов. Возникающая при этом ситуация ставит в более трудное экономическое положение те пассажирские предприятия, которые имеют высокий показатель маршрутной сложности. Объясняется это тем, что при выполнении плановых показателей муниципального заказа, переменные затраты на выполнение транспортного процесса у этих предприятий оказываются выше.

Для исполнителей муниципального заказа, оказавшихся в такой ситуации, возникает необходимость дополнительного подтверждения объективности расходов перед финансовыми органами местного самоуправления. Ограниченность бюджетных средств, выделяемых на финансирование системы городского пассажирского транспорта, часто приводит к необходимости постоянного «давления» со стороны заказчика и недофинансированию текущих затрат муниципальных предприятий.

Оценка формирования эксплуатационных затрат при выполнении муниципального заказа должна носить комплексный характер, с одной стороны, необходимо учитывать объем фактически выполненной транспортной услуги по перевозке пассажиров, а с другой стороны, важно учитывать и разные условия работы подвижного состава на городских маршрутах. Проведенные исследования подтверждают, что пренебрежение факторами условий работы подвижного состава на городских маршрутах, т.е. маршрутной сложностью отрицательно сказывается на объективности оценки суммы эксплуатационных затрат, связанных с выполнением муниципального заказа.

Выполненные расчеты изменения соотношений между уровнем фактических затрат на исполнение муниципального заказа, провозными возможностями подвижного состава пассажирских предприятий, действующим и предлагаемым объемными показателями объема заказа, представлены на рисунке (рис. 1.).

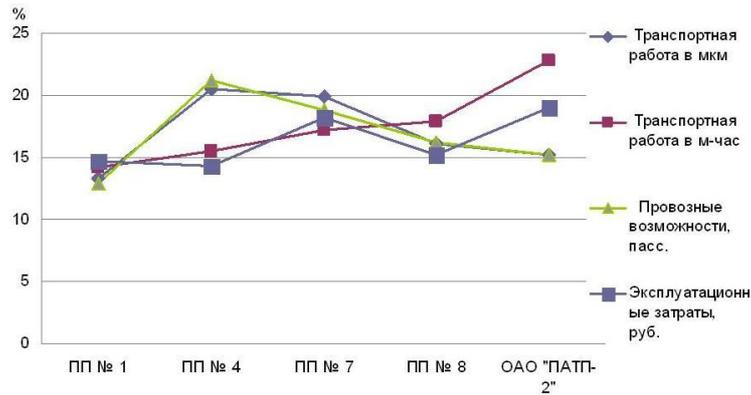


Рис. 1. Удельный вес показателей работы подвижного состава пассажирских предприятий

Ранее проведенными исследованиями [3, 4, 5, 6] установлено, что условия эксплуатации городских автобусов существенно влияют на нормы расхода, прежде всего топлива, смазочных и эксплуатационных материалов, износ и ремонт шин. При расчете общей суммы эксплуатационных затрат отдельно

рассматриваются группы переменных, постоянных затрат и фонд оплаты труда водителей. Выполненные расчеты и результаты показали, что на уровень переменных затрат, оказывают значительное влияние условия работы подвижного состава на маршруте т. е., показатель маршрутной сложности, (рис. 2.).

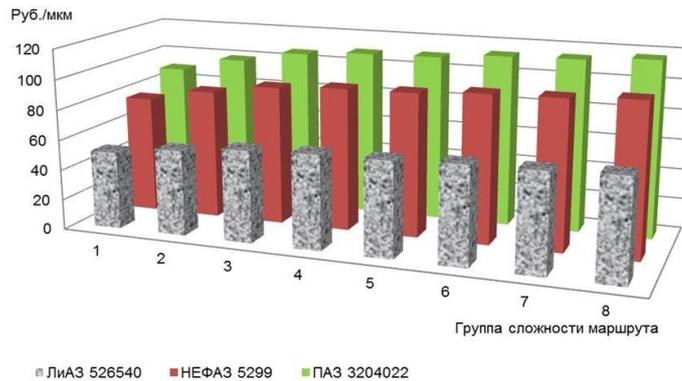


Рис. 2. Динамика удельных переменных затрат по маркам подвижного состава с учетом групп сложности

Предлагаемая методика расчета объема муниципального заказа позволяет адекватно определить величину эксплуатационных затрат, необходимых для его выполнения. Предлагается использовать новый подход, учитывающий особенности формирования статей затрат себестоимости исходя из

влияния на них специфики выполнения перевозочного процесса. Расчет суммы эксплуатационных затрат при выполнении муниципального заказа ($C_{экс}$) определяется по формуле:

$$C_{экс} = C_{нос}(t) + \sum_{l \in L} C_{пер\ l\ мкм}^r * P_{мкм\ l}^r(t) * K_{c\ l} + 3\Pi_m^r(t) * K_{c\ l} * k_n + 3\Pi_n^r(t),$$

где $C_{нос}$ – сумма постоянных затрат предприятия, руб.;

$C_{пер\ l\ мкм}^r$ – удельные переменные затраты для подвижного состава r – модели, работающего на маршруте первой группы сложности, руб. / мкм;

$P_{мкм\ l}^r(t)$ – объем транспортной работы для подвижного состава r – модели, работающего на l - маршруте, мкм;

$K_{c\ l}$ – коэффициент маршрутной сложности для l - го маршрута;

$3\Pi_m^r(t)$ – тарифная часть заработной платы водителей, работающих на маршруте первой группы сложности, на подвижном составе Γ – модели, руб.;

k_n - поправочный коэффициент к тарифной части заработной платы водителей;

$3\Pi_n^r(t)$ - надтарифная часть заработной платы водителей, работающих на подвижном составе Γ – модели, руб.

Заключение

Формирование эксплуатационных затрат на оказание транспортных услуг населению города Омска с использованием измерителя транспортной работы пассажиро-место-километр, позволяет получить фактическую оценку объема предоставленных услуг пассажирскими предприятиями. Одновременно учет совокупности факторов, влияющих на сложность выполнения муниципального заказа и определяющих специфику городских пассажирских автобусных перевозок, повысит достоверность величины эксплуатационных затрат для предприятий, имеющих высокий показатель оценки маршрутной сложности.

Разработанная методика формирования эксплуатационных затрат при выполнении муниципального заказа на оказание транспортных услуг населению города с учетом маршрутной сложности, в отличие от действующей методики планирования затрат будет способствовать обоснованному решению проблемы возникающих разногласий между исполнителями и заказчиком по вопросу финансирования муниципального заказа.

Библиографический список

1. Бирюков В. В., Лерман Е. Б. Развитие городского пассажирского транспорта в условиях модернизации российской экономики // Вестник СибАДИ. - 2011 г. - №3(21). - С. - 55-60.
2. Улицкая, Н. М. Управление имуществом комплексом городского общественного транспорта в условиях рыночного хозяйства: автореф. дисс. на соискание ученой степени д.э.н.: 08.00.05 / Н.М. Улицкая; М., 2012. - 48 с., ил.
3. Колов, Д. А. Разработка информационной ресурсосберегающей технологии управления расходом топлива для автобусов городских маршрутов: дисс. на соискание ученой степени к.т.н.: 05.22.10 / Д. А. Колов; Владимир, 2005. - 200 с. ил. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>
4. Конин, И. В. Разработка метода оценки сложности автобусных маршрутов: автореферат

дисс. на соискание ученой степени к.т.н.: 05.22.10 / И.В. Конин; М., 1994. - 24 с. ил. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>

5. Максимов, В. А. Научные основы повышения эффективности использования городских автобусов средствами инженерно-технической службы: дисс. на соискание ученой степени д.т.н.: 05.22.10 / В. А. Максимов, М., 2000. - 442 с. ил. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>

6. Чистяков, А. Н. Влияние неравномерности движения автомобилей на расход топлива: дисс. на соискание ученой степени к.т.н.: 05.22.10 / А. Н. Чистяков; Тюмень, 2006. – 155с. ил [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>

7. Федеральная служба государственной статистики [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>

THE FORMATION OF THE OPERATING COSTS OF THE MUNICIPAL ORDER IN THE SYSTEM OF URBAN PUBLIC TRANSPORT

E. B. Lerman

Defined goal and a task in the effective operation of urban public transport as the main infrastructure of the city. The main participants of the market of passenger traffic and their interaction are presented, operating main indicators of volume of transport services are analyzed. New approach of formation of operational expenses of the municipal passenger enterprises taking into account complexity of implementation of the municipal order is offered.

Keywords: operating costs, variable costs, market of passenger transport services, indicators of transport work, municipal order

Bibliographic list

1. Birjukov V. V., Lerman E. B. Development of city passenger transport in the conditions of modernization of the Russian economy // Vestnik SibADI - 2011.- №3(21).- P.-55-60
2. Ulitskaja N. M., Property management of urban public transport in a market economy: author. diss. for the degree of doctor of economic sciences: 08.00.05 M., 2012, 48 p.
3. Stakes D. A., The development of information resource-saving technology of management by fuel consumption for buses of city routes: diss. for the degree of candidate of technical sciences: 05.22.10, Vladimir, 2005. - 200 p., [electronic resource]. – Access mode: <http://diss.rsl.ru>
4. Konin I. V., The development of a method of an assessment of complexity of bus routes: author diss. for the degree of candidate of technical sciences: 05.22.10, M, 1994, 24 p., [electronic resource], Access mode: <http://diss.rsl.ru>
5. Maksimov V. A., Scientific bases of increase of efficiency of use of city buses means of technical service: diss. for the degree of Doctor of technical sciences: 05.22.10, M., 2000, 442 p., [electronic resource], Access mode: <http://diss.rsl.ru>

6. Chistyakov A. N., The influence of unevenness of movement of cars on fuel consumption: diss. for the degree of candidate of technical sciences: 05.22.10, Tyumen, 2006, 155 p., [electronic resource], Access mode: <http://diss.rsl.ru>

Лерман Евгения Борисовна - кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление предприятиями» Сибирской

государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности - изучение и пути решения основных проблем функционирования городского пассажирского транспорта. Общее количество опубликованных работ: 26. E-mail: gsv-73@yandex.ru

УДК 658.075

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗМЕНЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А. Е. Миллер, В. Н. Крючков

Аннотация. В статье исследованы особенности формирования предпосылок изменений производственно-предпринимательской деятельности. Обоснованы организационные, экономические и социальные предпосылки изменения производственно-предпринимательской деятельности. Предложена система критериев оценки и показателей планирования изменений производственно-предпринимательской деятельности.

Ключевые слова: производственно-предпринимательская деятельность, предпринимательские структуры, показатели и критерии изменений, прибыль.

Введение

В современных условиях на предпринимательскую структуру воздействует огромное количество факторов разного содержания и направленности. Для предпринимательской структуры, осуществляющей производственную деятельность, определяющим ее функционирование и назначение в экономике государства, является производственный процесс. В этой связи наибольший интерес вызывают те социально-экономические факторы, воздействие которых способно нарушить основные производственные элементы и связи между ними. Руководствуясь данной логикой, необходимо выявить ключевые предпосылки, являющиеся исходными условиями изменений в производственно-предпринимательской деятельности.

Основная часть

Применительно к системе организации производства можно выделить организационные, экономические и социальные предпосылки изменения производственно-предпринимательской деятельности.

Организационные предпосылки можно группировать по двум основным блокам изменений:

1. Изменения, связанные с необходимостью совершенствования в функционировании и взаимодействии элементов производственного процесса: организации труда участников производственного процесса; организации использования орудий труда; организации движения предметов труда в произ-

водстве; организации информационных потоков в производстве.

2. Изменения, связанные с необходимостью совершенствования производственной структуры предпринимательской структуры и ее структурных подразделений: организации производственных процессов по выпуску основной продукции; организации комплексной подготовки производства и освоения новой продукции; организации планирования производства и качества продукции; организации производственной инфраструктуры предпринимательской структуры.

Основу экономических предпосылок изменений производственно-предпринимательской деятельности составляют процессы, связанные с организацией внутрифирменных экономических отношений; организацией материально-технического обеспечения процессов производства, сбыта и реализацией продукции.

К социальным предпосылкам следует отнести изменения в организации и управлении персоналом; организации социальных процессов на производстве.

Каждая из представленных групп решает определенные задачи, содержание которых является основанием для определения соответствующих изменений в производственно-предпринимательской деятельности.

Производственный процесс, являясь основой функционирования производственно-предпринимательской структуры, также является источником основных изменений производственно-предпринимательской деятель-

ности. Недостаточные усилия по организации труда участников производственного процесса приводят к сложнейшим социально-экономическим последствиям - недостатку квалифицированных кадров, последствия реализации которой существенно ослабляют функционирование предпринимательской структуры. Часто изменения в производственных процессах связаны с кадровыми перестановками, набором новых и увольнением старых сотрудников предпринимательской структуры. Важно учитывать последствия, связанные с изменениями в кадрах, занятых в процессе производства. Ведь успех работы предпринимательской структуры зачастую сильно зависит от основного производственного персонала, особенно если он незаменим. Ведь изменения в этом персонале напрямую сказываются на продукции предпринимательской структуры, а, следовательно, и влияют на все остальные сферы деятельности. То же самое, например, можно сказать и об узкоспециализированных рабочих. Теряя их, предпринимательская структура теряет часть своих возможностей по проведению работ, в которых требуется узкая специализация.

Нарушения в организации использования орудий труда с точки зрения функционирования предпринимательской структуры ведут к преждевременному износу элементов основного капитала, их невосполнения и утере из-за этого производственного потенциала. Эта ситуация в равной мере характерна для всех производственно-предпринимательских структур, хотя, безусловно, каждая отрасль имеет специфические черты. Такие данные, как динамика основных фондов, износ основных фондов, коэффициент обновления основных фондов, коэффициент выбытия основных фондов дают представление о необходимости совершенствования аналитической работы. Безусловно, аналитическая оценка должна быть детализирована по отдельным элементам основных фондов (зданиям, сооружениям, оборудованию), по срокам их службы, состоянию их роста, видам производства и производственным и структурным подразделениям предпринимательской структуры и т.д.

Причиной изменений в организации движения предметов труда в производстве может являться низкая заинтересованность персонала в совершенствовании бесперебойного движения предметов труда, вследствие использования слабой системы стимулирования работников. Аналогичная ситуация может быть и с организацией информацион-

ных потоков в производстве, когда задачи разработки информационной модели предпринимательской структуры и ее подразделений решаются не в полном объеме; формирование информационных потоков не способствует развитию производства; отбор информации, необходимой для того или иного уровня управления и соответствующих подсистем является недостаточно оперативным и своевременным; передача информации всем подразделениям предпринимательской структуры осуществляется с большим запозданием.

Производственная структура выражает и определяет взаимодействие элементов производственного процесса и соединение частных процессов в пространстве. Система формирования производственной структуры решает задачи определения состава подразделений, входящих в предпринимательскую структуру; выбора и обоснования характера их специализации и установления производственных связей между ними; оптимизации объемов производства и др. Причинами низкой эффективности производственной структуры являются консервативность ее строения и инертность из-за отсутствия гибкой реакции на изменения во внешней среде.

Неправильный выбор форм и методов организации производственных процессов приводит, как правило, к высоким издержкам производства, что само по себе является серьезной предпосылкой снижения устойчивого функционирования предпринимательской структуры. Не использование технических новшеств, позволяющих снижать издержки производства, может привести к неправильной ценовой политике на рынке. Если предпринимательская структура постоянно не работает над снижением издержек производства, то всегда есть угроза потерять конкурентоспособность на рынке.

В рамках функционирования комплексной подготовки производства и освоения новой продукции весьма значимой может быть угроза отставания техники и технологии, применяемых предпринимательской структурой. Эта угроза, если она не предотвращена, лишает предпринимательскую структуру конкурентоспособности на рынке и возможности нормально функционировать.

Снижение результативности организации обеспечения качества продукции проявляется в снижении качества продукции после внедрения продукта на рынок, и, как следствие, снижение репутации предпринимательской структуры в глазах потребителей.

Планирование решает задачи рационального сочетания производственных процессов во времени. Оно в большей мере подвержено срывам собственных производственных планов или инновационных проектов. Причинами такой ситуации может выступать непредвиденный недостаток финансовых средств, несоблюдение технологии, переход квалифицированных кадров в другие предпринимательские структуры.

Существенные сбои в подсистеме организации производственной инфраструктуры провоцируют возникновение кризисных ситуаций. Все это указывает на реальном проявлении угрозы аварийных и чрезвычайных ситуаций у предпринимательской структуры. Для значительного числа предпринимательских структур гораздо более актуальной является задача уменьшения вероятности возникновения нештатных и аварийных ситуаций из-за неумышленных действий персонала, которая может быть решена только в результате нормальной безаварийной работы предпринимательской структуры. Тем самым закладывается надежная основа для достижения ими экономических успехов в производственной деятельности.

Внутрифирменные экономические отношения предусматривают реализацию задач экономического обособления подразделений, входящих в состав производственно-предпринимательских структур; внедрение разнообразных форм внутрифирменного хозяйства; создание организационных условий для эффективной работы в условиях многообразия форм собственности. Не выполнение поставленных задач является причиной, вызывающей необходимость изменения внутрифирменных отношений, которые зачастую усугубляются финансовыми интересами подразделений предпринимательской структуры и топ - менеджеров.

Организация материально-технического обеспечения производства ежедневно подвержена угрозе недополучения исходных материалов из-за срыва заключенных договоров о поставке. Причины возникновения данной ситуации могут быть различны, например, непредвиденная ситуация у поставщиков; техническая невозможность производства необходимой для предпринимательской структуры продукции; принятие решения поставщиком о разрыве договора и смене потребителя; принятие решения поставщиком об изменении условий договора — сроков, цен, объемов, требований к качеству поставляемой продукции и др.

Серьезная угроза производственной деятельности при слабом функционировании сбыта и реализации продукции является уте-

ря своей ниши на рынке товара, т.е. невозможность сбыта своего товара с необходимой для обеспечения нормального воспроизводственного процесса прибылью.

Причинами возникновения этой критической ситуации у предпринимательской структуры могут быть самые различные факторы как внешнего, так и внутреннего характера.

Динамика производства и спроса носит циклический характер. Поэтому периодически наступают времена общего спада производства. Результатом этого становится уменьшение, подчас достаточно ощутимое, спроса на продукцию предпринимательской структуры и цены на нее. Это ведет к спаду производства в предпринимательской структуре и невозможности продать продукцию по цене, компенсирующей издержки производства и обеспечивающей необходимую прибыль.

Другой серьезной причиной потери предпринимательской структурой ниши на рынке могут быть значимые технические и технологические сдвиги, вызывающие изменение спроса на отдельные виды товаров.

Следующий фактор, который может вызвать потерю предпринимательской структурой ниши на рынке, — агрессивная политика конкурентов. Этот фактор действует постоянно. У конкурентов есть немало рычагов вытеснения конкурирующей предпринимательской структуры с рынка: активная реклама, улучшение качества и ассортимента товара, правильная организация сбыта и торговли, лучшее обслуживание, снижение издержек производства и цен и т.д.

И, наконец, причиной потери положения на рынке каждой производственно-предпринимательской структурой может быть изменение политико-экономической ситуации. На внешнем рынке это кроме уже упомянутого выше изменения спроса из-за сдвигов в темпах экономического роста могут быть дискриминационные меры некоторых государств по отношению к российским товарам.

Неисполнение задач организации и управления персоналом приводит к неадекватной оценке менеджерами важности инновационных направлений деятельности предпринимательской структуры и необходимой квалификации ведущих специалистов.

Отсутствие грамотного управления социальными процессами на производстве вызывает появление одной из самых серьезных проблем в производственной деятельности предпринимательской структуры - оппортунизм персонала. При этом под оппортунистическим поведением персонала следует понимать скрытое нарушение сотрудниками и ме-

неджерами предпринимательской структуры своих обязательств перед ней. Оппортунизм персонала проявляется, например, в невыполнении должностных обязанностей, нарушении договоров, передаче информации в третьи руки и т.д.

Следует отметить, что устойчивое функционирование производственно-предпринимательской структуры связано с формированием механизмов, направленных на создание условий максимального использования ресурсов в процессе производственной деятельности.

При обеспечении производственной деятельности предпринимательской структурой следует делать упор на предупреждающие меры, направленные на создание системы устойчивого функционирования производственного процесса, то есть нивелирование негативных факторов внешней и внутренней среды. Эта система, по сути, является некоторым существенным препятствием для возникновения негативных тенденций в производственной деятельности предпринимательской структуры. Детально разработанная и системно отлаженная система устойчивого функционирования предпринимательской структуры позволяет руководству эффективно воздействовать на весь процесс производства. Во избежание неэффективного использования ресурсов, обеспечивающих производственную деятельность, важно выделить ряд позиций, определяющих ритм, формирующих событийное поле и являющихся по отношению к друг другу рефлексивными системами.

Во-первых, это руководство предпринимательской структуры: управляющие и собственники. Во-вторых, это персонал предпринимательской структуры, который находится весьма в двусмысленной ситуации. С одной стороны, персонал заинтересован в процветании своей предпринимательской структуры, так как получает вознаграждение за свой труд - зарплату. С другой стороны, это наемные работники предпринимательской структуры, противопоставляющие свою позицию администрации предпринимательской структуры. В-третьих, это контрагенты, под которыми следует понимать предпринимательские структуры, заинтересованные в получении доступа к ресурсам.

Исследования показали, что при осуществлении производственной деятельности возникают две ситуации, характерные для большинства предпринимательских структур.

Ситуация первая — предпринимательская структура высокорентабельная, эффективно функционирующая. Как правило, у таких пред-

принимательских структур позиции администрации и персонала совпадают в силу совпадения интересов (повышение доходности предпринимательской структуры - возрастание доходности каждого из участников производственного процесса) и получения своевременного подкрепления установкам. В таких условиях заинтересованность персонала в устойчивости и стабильности предпринимательской структуры очевидна, а у администрации деятельность сводится к построению глубокоэшелонированной системы превентивных мер управления, направленных на снижение вероятности наступления кризисных ситуаций по производственной деятельности.

Ситуация вторая — несостоятельная предпринимательская структура, терпящая бедствие. Такие предпринимательские структуры медленно, но верно скатываются к банкротству. Администрация, ограниченная в ресурсах для создания устойчивого функционирования, а часто озабоченная лишь своими собственными индивидуальными интересами, не в силах взять ситуацию под контроль. В условиях хронической невыплаты заработной платы персонал предпринимательской структуры деморализован и не может выступать опорой для реализации программы развития производства, разрабатываемой администрацией. Контрагенты, напротив, активизируют свою деятельность по отношению к таким предпринимательским структурам. Часто у таких предпринимательских структур можно наблюдать либо «перехват управления», либо вывод ресурсов предпринимательской структуры. Так или иначе, но в большинстве случаев процесс заканчивается санацией предпринимательской структуры, распродажей ее активов. Отсутствие свободных ресурсов позволяет констатировать, что традиционные приемы и методы создания устойчивого функционирования и методы воздействия на персонал предпринимательской структуры, эффективно используемые в рентабельных предпринимательских структурах, не могут оказаться столь оптимальными в данных условиях.

Возможные направления создания эффективной системы устойчивой производственной деятельности у несостоятельной предпринимательской структуры могут быть рассмотрены с позиций стратегического поведения и с позиций оперативных действий. Оба аспекта одинаково важны, взаимосвязаны, но исходным аспектом является стратегический подход. Оперативные действия должны конкретизировать стратегию предпринимательской структуры и служить средством её реализации. С точки зрения рас-

пределения усилий и ресурсов предпринимательской структуры между стратегической и оперативной деятельностью следует, прежде всего, учитывать сложность и изменчивость внешней среды и таким образом характеристику негативных факторов. Например, если предпринимательская структура работает с постоянными клиентами, число которых оптимально, а расчёт с клиентами осуществляется на условиях полной предоплаты и предпринимательская структура обеспечена заказами, то, вероятно, угроза финансово-экономическому состоянию предпринимательской структуре со стороны клиентов будет невелика. Поэтому на выработку специальных правил поведения предпринимательской структуры по отношению к клиентам в виде стратегии устойчивого функционирования производственной деятельности можно направить минимум средств и усилий. Наоборот, если предпринимательская структура постоянно зависит от оплаты за отгруженную продукцию от неплатёжеспособных клиентов, необходимость выработки стратегических решений по отношению к таким клиентам чрезвычайно важна, а оперативные действия будут полностью подчинены эффективной стратегии.

Важнейшим результатом функционирования производственно-предпринимательской структуры является выбор стратегии развития и выработке оперативных мер по её реализации.

При этом следует, прежде всего, исходить из оценки среды и требуемой полноты стратегических решений. При полном содержании стратегии следует соблюдать основные принципы стратегического подхода: ориентация на соответствие стратегии внешней среде и управление этой средой, отсутствие полностью сходных ситуаций и индивидуальность стратегических решений, согласованность с другими стратегическими решениями и, прежде всего, с общей экономической стратегией, создание условий для успешной реализации стратегии и развития способностей предпринимательской структуры.

Таким образом, в современных условиях выявление предпосылок возможных сбоев в производственной деятельности предпринимательской структуры позволяет свести до минимума влияние кризисных ситуаций, нивелировать воздействие негативных факторов на устойчивое функционирование всей системы производства и обеспечить интеграцию всех групп процессов в единый производственный процесс.

В качестве основы планирования изменений производственной деятельности предпринимательской структуры следует рас-

сматривать внутрифирменные отношения, поскольку речь идет об отражении в их структуре производственных отношений.

Что же касается экономической основы внутрифирменных отношений, то в этом качестве выступают конкретные формы существования производственных отношений, сознательно, целенаправленно используемые как инструментарий производственной деятельности. Это не что иное, как внешний "поверхностный" слой производственных отношений, форма их выражения на практике. Так, на уровне предпринимательской структуры непосредственно фигурирует цена (а не стоимость), прибыль (а не прибавочный продукт), бизнес-планирование (а не закон планомерного развития), заработная плата (а не закон распределения по труду).

Глобализация экономики предопределила и такую особенность совершенствования производственной деятельности, как ориентация на достижение высших качественных результатов. Поэтому одной из определяющих причин перестройки форм и методов планирования является переход к принципиально новым качественным показателям работы. Такой переход совершенно не случаен, он обусловлен качественными изменениями, произошедшими в экономике на данном этапе развития.

Эта диспропорция вызвана в основном тем, что, с одной стороны, сохранилась тенденция к количественным измерителям результатов своей деятельности, а с другой, недооценка роли и значения качественных измерителей результатов деятельности. Конечно, в период становления и развития производственного потенциала количественный подход был оправдан. Когда же, наконец, был достигнут определенный уровень стабильного становления, то действующие "оценочные критерии" стали важным сдерживающим фактором развития производства. Новый этап экономического развития потребовал и новых качественных методов планирования, рационализирующих перестройку функционирования всего механизма хозяйствования, ставя его в непосредственную зависимость от достижения качественных результатов.

В практике хозяйствования имеют место такие негативные явления, как низкие темпы роста производства, слабый рост его эффективности, низкое качество выпускаемой продукции. Действующие плановые показатели не позволяли объективно оценить работу того или иного коллектива.

Назрела необходимость комплексного подхода к планированию изменений производственной деятельности. Именно от рациональной организации всех звеньев механизма хозяйствования зависит повышение действенности производственной деятельности.

Если не решить проблем планирования, проблемы совершенствования организационной структуры управления, то нельзя рассчитывать на то, что производство выполнит все те функции, которые на него возложены.

Таким образом, рассматривая механизм хозяйствования с точки зрения его соотношения с системой категорий и законов экономической теории, можно заключить, что его основой являются производственные отношения. Но для определения содержания и структуры рассматриваемого механизма этого недостаточно. В современных экономических условиях основным путем совершенствования и развития производства становится повышение его эффективности.

Дальнейшее исследование планирования изменений производственной деятельности предполагает не только оптимизацию плановых показателей, но и совершенствование самой методики планирования, как определенного управленческого процесса, процедуры планирования.

Необходимость выявления изменений производственной деятельности предполагает ее всестороннюю характеристику. Для этого следует использовать систему качественных критериев оценки и соответствующих им количественных показателей планирования изменений производственной деятельности с позиций соответствия основным принципам организации экономических отношений и требованиям производства.

На рис. 1. видно, что основными экономическими критериями изменений производственной деятельности являются: эффективность работы предпринимательской структуры в целом; вклад каждого производственного подразделения в результаты деятельности предпринимательской структуры.

Первый из этих качественных критериев получает количественную характеристику с помощью известных показателей эффективности работы предпринимательской структуры.

Наряду с общей оценкой работы предпринимательской структуры необходимо проанализировать вклад каждого производственного подразделения в экономику предпринимательской структуры, который может быть количественно измерен с помощью другого основного показателя - рентабельность производства.

Высокий уровень рентабельности производства обеспечивается благодаря увеличе-

нию выпуска продукции в объеме обеспеченного спроса, уменьшению издержек производства и сокращению объема и размеров санкций. Эти показатели оказывают влияние на эффективность капитала через рентабельность продукции и позволяют количественно определить положительный или отрицательный вклад каждого подразделения в экономику предпринимательской структуры.

Увеличение объема выпуска продукции (выполнения работ и оказания услуг) в объемах обеспеченного спроса или его уменьшение по вине отдельных подразделений приводит к увеличению или уменьшению выпуска и реализации продукции предпринимательской структурой, а, следовательно, к увеличению или уменьшению ее прибыли. К этому же результату приводит и изменение издержек производства. Отрицательными факторами, влияющими на величину прибыли, являются также экономический ущерб и материальные потери по санкциям.

Все эти факторы, оказывающие влияние в конечном итоге на прибыль предпринимательской структуры, должны быть учтены при определении рентабельности производства на уровне производственного подразделения.

Такой подход позволяет установить причины изменения фактической прибыли производственных подразделений, связанные с изменением по сравнению со сметой издержек производства, а также с экономическим ущербом по санкциям.

Перерасход фактических издержек производства по сравнению с нормативными, должен покрываться за счет прибыли производственного подразделения, следовательно, фактическая прибыль подразделения уменьшается по сравнению с нормативной на величину перерасхода издержек производства. Соответственно, экономия добавленных издержек приводит к увеличению прибыли.

Учитывая сложность переходного периода к рыночной экономике и нестабильность экономической ситуации в стране, следует отметить, что основным показателем количественной оценки результатов деятельности производственных подразделений не всегда может служить основой для планирования изменений производственной деятельности. Следовательно, наряду с качественной и количественной оценками эффективности изменений на уровне производственных подразделений в предпринимательской структуре по основным критериям и показателям, необходима оценка с помощью частных критериев и соответствующих им дополнительных показателей (рис. 1.), отвечающих основным принципам организации производственной деятельности.

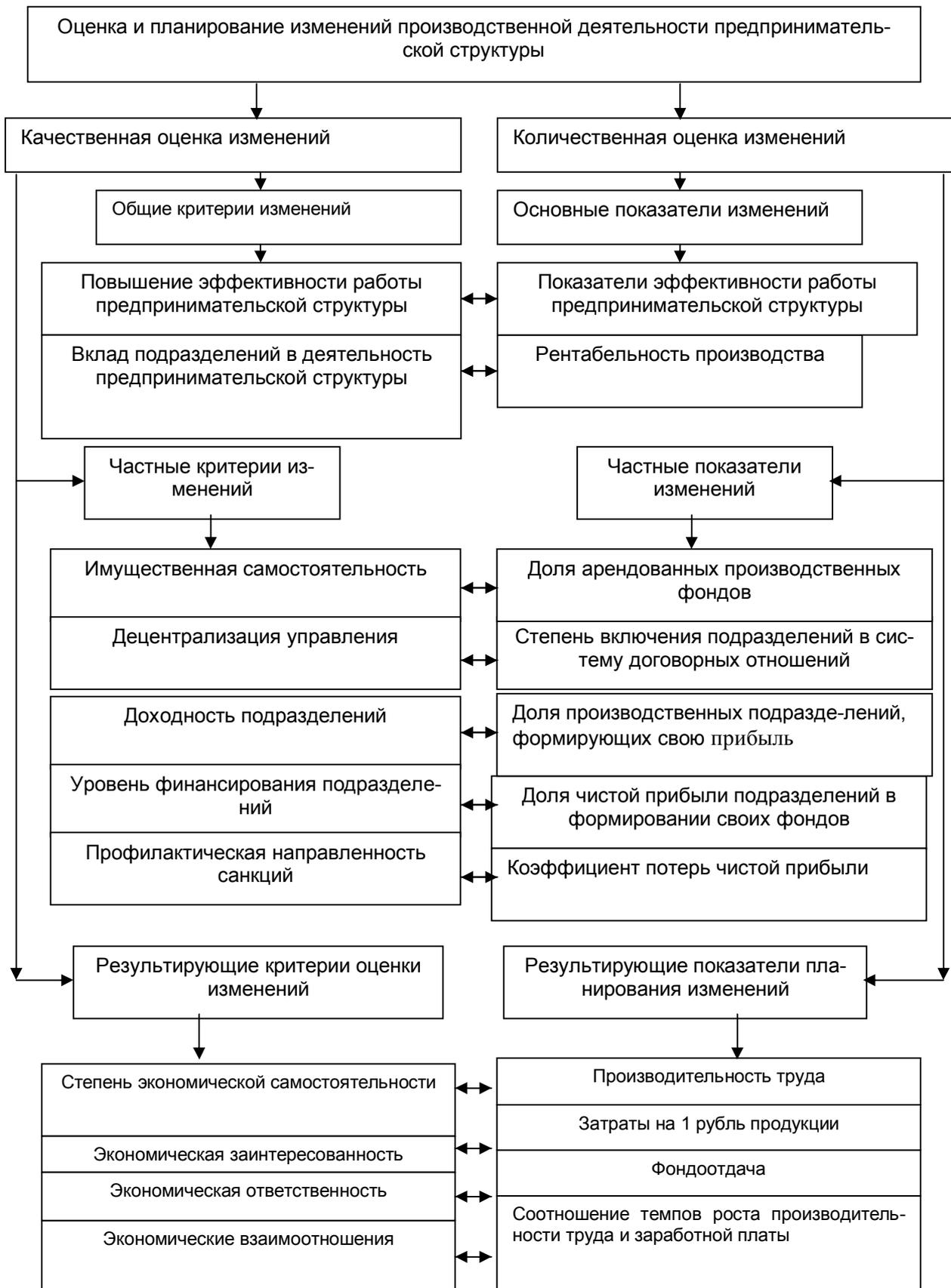


Рис. 1 . Система критериев оценки и показателей планирования изменений производственно-предпринимательской деятельности

Оценка эффективности изменений производственной деятельности с позиций ее соответствия одному из основных принципов — обеспечение относительной имущественной, организационной и экономической самостоятельности структурных подразделений — осуществляется с помощью ряда частных критериев.

Степень имущественной самостоятельности производственных подразделений зависит от наличия у них собственных и арендованных производственных фондов. Этот критерий получает количественную характеристику в зависимости от удельного веса арендованных основных производственных фондов в общем объеме производственных фондов подразделения.

Степень экономической самостоятельности количественно может быть измерена в зависимости от степени вовлечения подразделений в систему договорных и финансовых отношений. Дополнительная количественная характеристика этого критерия обеспечивается с помощью таких факторов, как учет особенностей основного и вспомогательного производства, степень вовлечения в систему экономических отношений отделов и служб аппарата управления.

Важнейшими принципами организации внутрифирменных экономических отношений являются также доходность производственных подразделений предпринимательской структуры, экономическая заинтересованность и экономическая ответственность трудовых коллективов структурных подразделений.

Доходность подразделения может быть количественно охарактеризована с помощью такого показателя, как доля производственных подразделений предпринимательской структуры, формирующих свою прибыль в общем количестве производственных подразделений.

Уровень финансирования подразделения количественно оценивается показателем доли чистой прибыли подразделений в формировании своих фондов накопления и потребления.

В условиях развития конкурентных отношений на внутрифирменном уровне принцип экономической заинтересованности оказывает косвенное влияние на критерии оценки изменений производственной деятельности подразделений.

Экономическая ответственность оценивается посредством критерия профилактической направленности санкций, который в количественном отношении может быть измерен с помощью коэффициента потерь прибыли производственных подразделений от санкций по претензиям других подразделений предпринимательской структуры.

Практическое значение рассматриваемой системы частных критериев и дополнительных показателей эффективности изменений производственной деятельности заключается в том, что она позволяет не только оценить эффективность внутрифирменных экономических отношений в целом, но и определить основные направления совершенствования этих отношений.

В сложившейся практике производственной деятельности применяются различные системы утверждаемых и расчетных плановых показателей. Вместе с тем, каждая из существующих систем должна отвечать установленным требованиям: обеспечивать согласованность показателей основного и вспомогательного производства, объективную оценку объема производства проекции, ее качество и эффективность, возможность применения сквозного планирования, т.е. сохранения единства показателей планирования деятельности производственных подразделений и предпринимательской структуры в целом.

Однако теоретическая и методологическая сложность проблемы, наличие многих еще нерешенных вопросов требует дальнейшего его исследования. Работа по совершенствованию системы экономических показателей должна базироваться на научных принципах, на фундаментальных положениях экономической теории с учетом характера и особенностей действия экономических законов. Прежде чем формировать и совершенствовать систему показателей планирования изменений производственной деятельности, необходимо выявить их сущность, признаки, специфику и принципы формирования.

Состав плановых показателей, устанавливаемых каждому производственному подразделению, должен быть минимальным, но достаточным для правильной оценки его деятельности и обеспечивать взаимосвязь с основными показателями, характеризующими качественные результаты производственной деятельности предпринимательской структуры.

Центральное место в планировании изменений деятельности производственных подразделений должен занимать показатель производительности труда. Качественная определенность понятия производительности труда состоит в том, что она выражает способность конкретного труда создавать потребительные стоимости. Ее количественная определенность выявляется через сопоставление массы потребительных стоимостей с затратами труда на их производство.

Исследования, проведенные в производственно-предпринимательских структурах, показали, что динамика производительности труда подвержена влиянию ряда факторов, вызывающих ее изменение и тем самым нарушают достоверность показателя во времени. Наиболее существенными из них являются: методика расчета объемного измерителя и изменение его структуры в результате развития специализации производственных подразделений и освоения новых видов продукции. На динамику производительности труда также существенное влияние оказывает повышение качества продукции, поскольку это связано с дополнительными трудовыми затратами и поэтому необходимо этот процесс отразить в показателе производительности труда. Серьезным искажающим фактором является и недоучет показателем производительности труда различных производственных потерь (таких как потери рабочего времени, сверхурочные и т.п.). Таким образом, для объективной оценки динамики показателя производительности труда необходим учет всех выше рассмотренных изменений, оказывающих на нее влияние, с целью получения достоверной величины показателя.

Не менее важен показатель снижения затрат на 1 рубль выпускаемой продукции. Использование показателя затрат оказывает организующее воздействие на деятельность всех участников производства: как предпринимательской структуры в целом, так и ее производственных подразделений. При помощи показателя затрат выявляется степень участия производственных подразделений в достигнутой «экономии», а следовательно, и в получении предпринимательской структурой прибыли.

Задания по изменению затрат следует устанавливать каждому производственному подразделению предпринимательской структуры дифференцировано с учетом воздействия на себестоимость конкретных организационно-технических мероприятий. Дифференциация заданий по изменению себестоимости продукции за счет различных факторов предопределяет необходимость закрепления за производственными подразделениями ответственности за обоснованность расчета экономии себестоимости продукции в результате внедрения организационно-технических мероприятий.

Необходимость внедрения в практику конкретного организационного мероприятия возникает в связи с тем, что факторы, влияющие на изменение себестоимости продукции, известны только исполнителям, непо-

средственно занимающимся планированием себестоимости, что не может не сказаться на достоверности данных об изменении себестоимости за счет факторов, ее определяющих.

Динамика показателя затрат на 1 рубль выпускаемой продукции также подвержена влиянию ряда искажающих ее факторов. Причем на показатель затрат влияют одновременно две группы факторов: связанных с себестоимостью и объемом производства продукции. Отсутствие учета этих факторов также может привести к искажающей оценке изменений динамики показателя.

Аналогичная ситуация сложилась и с показателями, отражающими эффективность изменений в использовании основных производственных фондов, а также результативность и действенность оплаты труда всех работников предпринимательской структуры.

Заключение

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что тенденция к оптимальному количеству показателей планирования изменений производственной деятельности обусловлена рядом обстоятельств (как объективных, так и субъективных), два из которых имеют прямое отношение к рассматриваемой проблеме.

Первое обстоятельство связано с тем, что действующие показатели планирования изменений производственной деятельности все еще недостаточно полно отражает вклад каждой предпринимательской структуры и ее структурных подразделений в качественные результаты вследствие весьма недостаточной достоверности базовых, плановых и отчетных данных. Это побуждает пополнять действующие показатели и вводить в методику определения показателей, усложняющие корректировки.

Второе обстоятельство связано с отсутствием до настоящего времени в производственной практике обобщающего измерителя эффективности изменений производственной деятельности предпринимательской структуры и ее структурных производственных подразделений. Эффективность изменений производственной деятельности - исключительно разностороннее явление, что при недостаточной сбалансированности планов вынуждает вводить дополнительные утверждаемые показатели для каждой составляющей производственного процесса в ущерб системному плану регулированию этим процессом.

Таким образом, важным и актуальным для науки и практики является рассмотрение методологических и методических аспектов получения достоверной информации по всем

изменениям производственной деятельности предпринимательской структуры.

Работа проведена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, в рамках государственного задания ВУЗам в части проведения научно-исследовательских работ на 2014-2016 гг., проект № 2378.

Библиографический список

1. Бирюков В. В. Производительность хозяйственных систем и модернизация промышленного производства // Вестник СибАДИ. - 2012. - Т.1, № 1. - С. 84-88.

2. Миллер, А. Е., Крючков В.Н. Проблемы становления институционального интрапренерства // Вестник СибАДИ. - 2012. - № 1 (23). - С. 111-116.

3. Миллер, А. Е. Интегральный подход к ресурсному регулированию взаимодействия предпринимательских структур // Управленец. – 2010. - № 3-4 (7-8). – С. 44-50.

PREREQUISITES OF CHANGES OF PRODUCTION BUSINESS ACTIVITY

A. E. Miller, V. N. Kriuchkov

In article features of formation of prerequisites of changes of production business activity are investigated. Organizational, economic and social prerequisites of change of production business activity are proved. The system of criteria of an assessment and

УДК 334.012.23

АДАПТАЦИЯ РОССИЙСКИХ СУБЪЕКТОВ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ К ИЗМЕНЕНИЯМ СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫХ УСЛОВИЙ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

М. А. Миллер

Аннотация. В статье рассматриваются изменения социально-правовых условий функционирования российского предпринимательства относительно уплаты хозяйствующими субъектами взносов в фонды социального страхования. Особое внимание уделено выделению форм адаптации предпринимателей страны к изменениям в социальном страховом законодательстве.

Ключевые слова: предпринимательство, социально-правовые условия, социальные страховые взносы, адаптация субъектов предпринимательской деятельности

Введение

В экономической теории распространено представление о предпринимательстве как факторе производства и движущей силе инновационного развития государства. Кроме того, предпринимательские структуры – это по своей сути постоянно адаптирующиеся хозяйствующие субъекты, приспособляющиеся к изменениям условий функционирования и выстраивающие гибкую траекторию своего развития с учетом осуществляемых, в том числе и направленных на них, изменений.

indicators of planning of changes of production business activity is offered.

Keywords: production and business activities, business structure and criteria changes, earnings.

Bibliographic list

1. Biryukov V. V. Productivity of economic systems and modernization of industrial production // Vestnik SibADI. - 2012. - Т.1, No. 1. - P. 84-88.

2. Miller, A. E., Kriuchkov V. N. Hooks of a problem of formation of an institutional iintrapreneurship // Vestnik SIBADI. - 2012. - No. 1 (23). – P.111-116.

3. Miller, A. E. Integrated approach to resource regulation of interaction of enterprise structures the Manager. – 2010, - No. 3-4 (7-8). – P. 44-50.

Миллер Александр Емельянович - доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика, налоги и налогообложение» Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского. Основное направление научных исследований – организационно-управленческие формы предпринимательства и интрапренерства. Общее количество публикаций – 234. aem55@yandex.ru

Крючков Владимир Николаевич - доктор экономических наук, профессор кафедры «Менеджмент» Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского. Основное направление научных исследований – организационно-управленческие аспекты деятельности предприятий. Общее количество публикаций – 183.

государств с наиболее благоприятными условиями для предпринимательства страна заняла 29 место, уменьшив удаленность от «лидеров» на 11,6 процентных пункта за 2005-2013 гг. [2].

Несмотря на отдельные достижения по совершенствованию предпринимательской среды в сопоставимых сравнениях с другими странами, в самой России население дает в целом негативную оценку имеющимся «правилам игры» для осуществления предпринимательской деятельности – лишь 13 % граждан рассматривают условия для открытия своего дела благоприятными. Непопулярность предпринимательства приводит к тому, что менее 4 % россиян планируют в ближайшие 3 года начать собственный бизнес, что в пять раз меньше, чем в странах БРИКС и в шесть раз меньше, чем в Восточно-европейских государствах [3]. Во многом такая «предвзятость» к предпринимательскому сектору и нежелание быть в нем занятым в качестве активного субъекта связано с установившимися и достаточно часто меняющимися в последние годы в стране социально-правовыми условиями хозяйствования предпринимателей.

Под социально-правовыми условиями хозяйствования предпринимательских структур в данной статье будут пониматься законодательно установленные и регулируемые государством социальные обязательства субъектов предпринимательства. Одной из основных составляющих социально-правовых условий функционирования отечественного предпринимательства являются обязательные социаль-

ные страховые взносы в фонды социального страхования – Пенсионный фонд, Фонд социального страхования (ФСС) и Федеральный фонд обязательного медицинского страхования (ФФОМС), исчисляемые с фонда оплаты труда.

Результаты уже упоминавшегося выше проекта Всемирного банка «Ведение бизнеса» («Doing Business») по индикатору «Налог и выплаты на зарплату» (сумма уплаченных предприятием налогов и обязательных отчислений, связанных с рабочей силой, как % от коммерческой прибыли) ставят РФ со значением 36,7 на 178-е место, при этом общая налоговая ставка определяется экспертами в размере 50,7 (150-е место) [2]. Соответственно, доля различных отчислений на заработную плату работников в общей налоговой нагрузке отечественных организаций составляет 72,4 %.

Если сравнить по этому показателю Российскую Федерацию с другими странами с сопоставимой общей налоговой ставкой (+/-1,5 процентных пункта), то можно обнаружить, что отечественные социально-правовые условия ведения предпринимательской деятельности характеризуются высокой долей обязательных социальных отчислений в совокупном налоговом бремени хозяйствующих субъектов (см. рис. 1). Так, рассчитав по данным, представленным на рис. 1., этот показатель для других сравниваемых государств, получаем, что в Швеции он равняется 68,3 %, в Австрии – 66,2 %, в Венгрии – 69,6 %, а в Японии и Германии – всего по 36 % и 44,1 % соответственно.

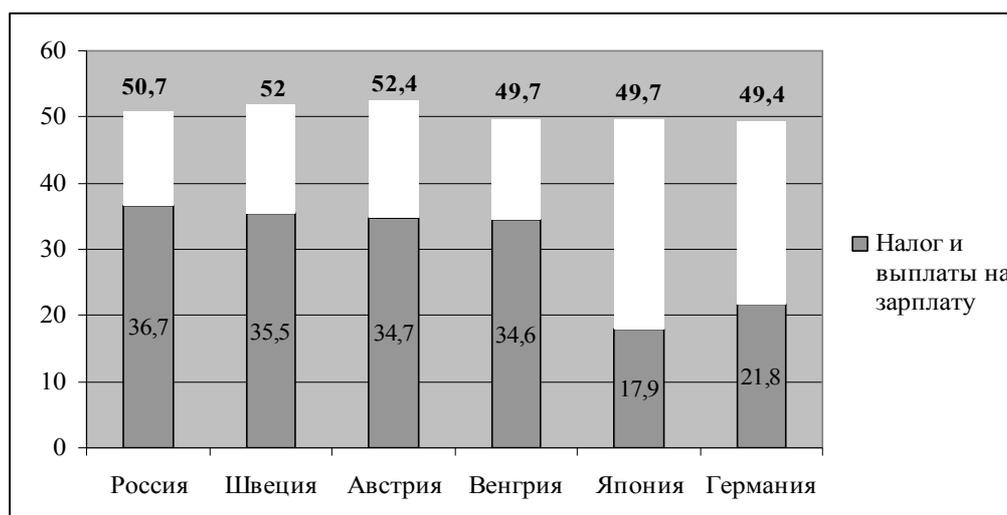


Рис. 1. Налог и выплаты на зарплату в общей налоговой ставке для предпринимателей в некоторых странах, % от коммерческой прибыли [2]

Таблица 1 — Затраты на оплату труда и взносы в фонды социального страхования субъектов предпринимательства в 2010-2012 гг., % от общих затрат на производство и продажу продукции (товаров, работ и услуг) [расч. по: 5]

Годы	Затраты на оплату труда	Затраты на страховые взносы в Пенсионный фонд, ФФОМС, ТФОМС (в 2010 и 2011 гг.) и ФСС
2010	14,46	2,92
2011	13,84	3,57
2012	13,6	3,4

Как следует из данных, представленных в табл. 1, в 2010-2012 гг. в отечественных организациях наблюдалось постепенное снижение расходов на оплату труда, при этом объем социальных страховых отчислений изменялся разнонаправлено. Данный «феномен»

объясняется тем, что в 2011 г. законодательно был резко изменен один из важнейших параметров социально-правовых условий функционирования предпринимательского сектора – тариф страхового взноса (см. табл. 2).

Таблица 2 — Размеры тарифов страховых взносов и максимальной базы для их начисления для субъектов крупного и среднего предпринимательства в 2010-2014 гг.

Годы	Тарифы страховых взносов, %	База для начисления страховых взносов, тыс. руб. в год
2010	26	415
2011	34	463
2012	30	512
2013	30	568
2014	30	624

Существенное повышение страховой ставки с 26 % до 34 % привело к таким адаптационным мерам предпринимателей, как сокращение персонала, увеличение трудовой нагрузки при сохранении прежней заработной платы для не потерявших свое рабочее место, «замораживание» планового ежегодного увеличения фонда оплаты труда, возврат к зарплатам «в конвертах», сворачивание части инвестиционных проектов. В результате, по итогам 2011 г. отмечалось снижение затрат на оплату труда при одновременном увеличении отчислений в фонды соцстрахования.

Осуществленная в 2012 г. корректировка тарифа страхового взноса до 30 % (см. табл. 2) несколько ослабила социальную страховую нагрузку на предпринимательство, однако не изменила тенденцию сокращения расходов на зарплату работников. В итоге, 2012-й год принес как продолжающееся снижение затрат на оплату труда, так и, как следствие, уменьшение обязательных социальных отчислений организаций.

Аналогичные процессы происходили и в сфере малого предпринимательства, для которого 2011 г. общая страховая нагрузка была сначала повышена до 26 %, затем с 2012 г. снижена до 20 %, предусматривающая выплаты только в Пенсионный фонд (для малых производственных и социальных предприятий, аптек, благотворительных и некоммерческих организаций).

Безусловно, еще одним фактором, корректирующим объем средств, уплачиваемых в фонды социального страхования, является ежегодно принимаемый размер базы для начисления страховых взносов, зависящий от предполагаемого повышения средней начисленной заработной платы на одного работника в следующем году (см. табл. 2). Выгода для крупных и средних предпринимательских структур от «предельной базы», состоящая в отсутствии необходимости скрывать годовую зарплату работника выше утвержденного максимума, поскольку это не приводит к увеличению объема страховых отчислений, сохранялась только до 2011 года включительно. С 2012 г. для предпринимательских структур, относящихся к крупному и среднему бизнесу, был введен дополнительный сбор в размере 10 %, уплачиваемый в Пенсионный фонд РФ с суммы превышения фактической заработной платы работника над максимальной базой для начисления страховых взносов.

Что касается индивидуальных предпринимателей, то в 2013 г. для них произошло двукратное увеличение объема обязательных социальных отчислений, т.к. фиксированный размер страхового взноса было предложено рассчитывать из 2-х МРОТ, а не одного, как годом ранее. В результате, годовая сумма, обязательная для уплаты ИП в Пенсионный фонд и Федеральный фонд обязательного медицинского страхования, пре-

высила 35 тыс. руб. Адаптацией индивидуальных предпринимателей страны к данному нововведению стало массовое снятие с учета в качестве хозяйствующего субъекта, либо для сворачивания бизнеса, либо для продолжения его осуществления в теневом секторе экономики. По данным Федеральной налоговой службы РФ, число ИП, прекративших свою деятельность за 2013 г., превысило 900 тыс. единиц [4].

Возможно, ситуация выправится благодаря принятым в конце прошлого года изменениям в законодательстве относительно страховых взносов для ИП. Согласно осуществленной корректировке социально-правовых условий функционирования индивидуальных предпринимателей, последние с 2014 г. при годовом доходе до 300 тыс. руб. обязаны уплачивать в Пенсионный фонд и ФФОМС фиксированный взнос в размере чуть более 20 тыс. руб. и 1% от дохода, превышающего 300 тыс. руб., только в Пенсионный фонд. Для этого пришлось вернуться к порядку расчета взноса с 1 МРОТ (который за это время вырос до 5554 руб.) и сохранению страхового тарифа для ИП по обязательному пенсионному страхованию в размере 26 %, а по обязательному медицинскому – 5,1 %.

В целом, адаптация российских предпринимательских структур к изменениям социально-правовых условий функционирования осуществляется в двух основных формах: формальной (законной) и неформальной (теневой).

Последняя, как правило, проявляется в отсутствии регистрационного учета в Федеральной налоговой службе (по некоторым оценкам таких хозяйствующих субъектов в стране около 20 млн. чел.), выплате «серой» зарплаты, большей того размера, с которого платятся налоги и сборы, не проведению через официальный бухгалтер отдельных документов и т.п.

К формальной форме адаптации относится широкое использование законных способов уменьшения социальной страховой нагрузки, используя для этого представляемые правовые возможности.

Так, в соответствии с законодательством каждый субъект предпринимательской деятельности должен страховать своих работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Тарифы по данному виду обязательного страхования устанавливаются для каждого вида предпринимательской деятельности в зависимости от ее принадлежности к соответствующему классу профессионального риска. В итоге, все отечественные предпринимательские структуры, отно-

сясь по виду своей деятельности к одному из 32 классов профессионального риска, уплачивают взнос по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в размере от 0,2 % до 8,5 %.

Вместе с тем, в целях стимулирования предпринимателей улучшать условия труда, в 2012 г. Правительством РФ была принята норма, дающая возможность получать скидку до 40 % от установленного тарифа. Основой для расчета размера скидки (или надбавки) являются 3 показателя деятельности субъекта предпринимательства:

1) отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов;

2) количество страховых случаев у страхователя на 1 тыс. работающих;

3) количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на 1 несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом.

Например, утвержденные на 2014 г. показатели для экономической деятельности «Переработка и консервирование картофеля» составили, соответственно, 0,04, 2,42 и 38,46, для «Производства машин и оборудования для изготовления текстильных, швейных, меховых и кожаных изделий» – 0,07, 14,21 и 30,62, для «Розничной торговли мороженым и замороженными десертами» – 0,11, 0,54 и 86,83, для «Деятельности по операциям с недвижимым имуществом» – 0,02, 0,09 и 95,22 [1]. Соотнесение фактических значений указанных показателей деятельности организации за предшествующие 3 года с утвержденными дает возможность ФСС (после проведения соответствующей экспертизы) рассчитать размер скидки (надбавки) к тарифу страхового взноса конкретной предпринимательской структуры.

Еще одна льгота по взносам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний есть у индивидуальных предпринимателей, имеющих возможность уплачивать страховые взносы за работников, являющихся инвалидами I, II и III группы, в размере 60 % от страхового тарифа.

Кроме того, формальной формой адаптации для предпринимателей, работающих по упрощенной системе налогообложения и привлекающих наемных работников, является предоставляемая им возможность уменьшить свои налоги на сумму уплаченных за расчетный период социальных страховых взносов, но не более, чем на 50 %.

Выводы

Основным обязательным сбором для отечественного предпринимательства являются социальные страховые взносы в фонды социального страхования, и результаты применения межстранового сравнительного метода этот легко доказывают. Адаптация предпринимательских структур к осуществляемым в 2011-2013 гг. изменениям социально-правовых условий хозяйствования происходила как посредством использования законных способов снижения страховой нагрузки, так и, в большей степени, через широкое применение неформальных подходов к новым требованиям правовой системы по обязательному социальному страхованию.

Библиографический список

1. Постановление Фонда социального страхования Российской Федерации от 30 мая 2013 г. № 110 «Об утверждении значений основных показателей по видам экономической деятельности на 2014 год» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fss.ru/ru/legal_information/124/133/107277.shtml
2. Ведение бизнеса в 2014 году [Электронный ресурс]: Группа Всемирного банка. Данные и исследования. – Режим доступа: <http://www.worldbank.org/eca/russian/data/>
3. Глобальный мониторинг предпринимательства. Россия 2012. Национальный отчет/ Высшая школа менеджмента Санкт-Петербургского государственного университета [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gsom.spbu.ru>
4. Данные по формам статистической налоговой отчетности [Электронный ресурс]: Федеральная налоговая служба. – Режим доступа: http://www.nalog.ru/rn55/related_activities/statistics_and_analytics/forms/4161929/
5. Предпринимательство [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/enterprise/

УДК 338

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ ИЗДЕРЖЕК В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Р. Г. Смелик

Аннотация. В данной статье изложены особенности формирования предпринимательских издержек, в условиях тарифных ограничений, на примере жилищно-коммунального хозяйства.

Ключевые слова: предпринимательство, издержки, себестоимость, тариф, калькуляция.

Введение

В 2013 году в Омском государственном университете им. Ф. М. Достоевского под руководством автора данной статьи проводи-

THE ADAPTATION OF RUSSIAN ENTREPRENEURSHIP SUBJECTS TO THE REFORMATIONS OF SOCIAL-LAWFUL BUSINESS CONDITIONS

M. A. Miller

This article comprises the reformations of social-lawful business conditions as to the payment of insurance premium by Russian entrepreneurs in social insurance funds. The special attention is paid to the determination of form of adaptation of Russian entrepreneurship subjects to the reformations of social insurance laws.

Keywords: entrepreneurship, social-lawful conditions, social insurance premium, adaptation of entrepreneurship subjects

Bibliographic list

1. The Decree of Russian Fund of social insurance 30.05.2013 № 110 «About approval of value of main indicators on kinds of economical activity in 2014 - http://fss.ru/ru/legal_information/124/133/107277.shtml
2. Doing Business in 2014: World Bank Group. Data and researches. - <http://www.worldbank.org/eca/russian/data/>
3. Global Entrepreneurship Monitor. Russia 2014. National report: Graduate School of Management, St. Petersburg University. - <http://gsom.spbu.ru>
4. Data on forms of statistical tax reports: State Revenue Service. - http://www.nalog.ru/rn55/related_activities/statistics_and_analytics/forms/4161929/
5. Entrepreneurship: State statistic service. - http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/enterprise/

Миллер Максим Александрович – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики и социологии труда Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского. Основное направление научных исследований: отраслевая и региональная экономика, экономика народонаселения и демография. Общее количество публикаций: 89. e-mail: millerma@yandex.ru

лось научное исследование по проблемам развития жилищно-коммунального хозяйства в городе Омске. Одним из направлений данного исследования было выявление особен-

ностей формирования предпринимательских издержек в сфере ЖКХ. В данной статье мы постараемся остановиться на наиболее сложных моментах этого экономического процесса.

Основная часть

Общепринятой нормой в экономике считается, что общая задача ведения бизнеса, выполняемая предпринимателем, включает две составляющие [1, с. 598-603]:

1) Координацию производственных ресурсов (т.е. организацию покупки необходимых ресурсов, их применение в производстве, сбыта готовой продукции);

2) Несение риска, связанного с принятием тех, а не иных коммерческих решений;

Этот подход означает, что при формировании предпринимательских издержек необходимо учитывать затраты, непосредственно связанные с созданием готовой продукции и её реализацией, а также затраты, компенсирующие риски самой предпринимательской деятельности. Первая составляющая предпринимательских издержек нормируется государством и включает следующие виды затрат [2, с. 293]:

- Материальные расходы;
- Расходы на оплату труда;
- Суммы начисленной амортизации;
- Прочие расходы;

Что касается второй составляющей предпринимательских издержек, то она нормируется государством, и по своей экономической сути представляет собой нормальную предпринимательскую прибыль. При этом норма предпринимательской прибыли очень сильно зависит от вида экономической деятельности предпринимателя и особенностей рыночной ситуации. В жилищно-коммунальном хозяйстве этих особенностей несколько.

Жилищно-коммунальное хозяйство – это комплексная, динамически развивающаяся экономическая система, ведущими отраслями которой являются жилищное строительство и жилищное хозяйство, которые обеспечивают воспроизводство и содержание жилищного фонда, а также коммунальное хозяйство, которое обеспечивает производство и доведение до непосредственных потребителей таких коммунальных услуг как тепло-, водо-, газо-, электроснабжение, утилизация бытовых отходов, озеленение территорий, уборка внутриподъездных и придомовых территорий, ремонт домов, освещение мест общего пользования.

Существует несколько форм управления многоквартирными домами – ТСЖ (товари-

щество собственников жилья) и УК (управляющая компания).

ТСЖ – это юридическое лицо некоммерческая организация, созданная на основе объединения собственников помещений многоквартирного дома для совместного управления, владения и пользования этого дома.

УК – это юридическое лицо, созданное для управления и эксплуатации, технического и санитарного содержания многоквартирных домов.

ТСЖ является достаточно трудоемкой и требует от жильцов намного больше времени, чем пользование услугами сторонней организации, в данном случае управляющей компании.

По данным опроса, мы выяснили, что в большинстве домов применяется именно вторая форма управления, то есть управляющая компания. Нами было опрошено 120 респондентов, и вот какие выводы мы получили: 76,7 % опрошенных (в абсолютном выражении 92 чел) ответили, что на их доме применяется форма управления – управляющая компания, 23,3 % соответственно применяют ТСЖ. При этом из 92 человек, где пользуются услугами управляющей компании, четверть остаются недовольны.

Выделим следующие причины появления разногласий между жильцами и управляющей компанией: Высокие тарифы; Несоответствие указанного перечня услуг с фактическим выполнением; Проблемные жильцы (неплательщики); «Гробель» в договоре (как правило, договор между УК и жильцами заключается в одностороннем порядке. Если зона ответственности УК и тарифы на услуги прописаны недостаточно четко, при необходимости проведения ремонтных и прочих работ, жильцов могут ожидать неприятные сюрпризы. Например, что УК не отвечает за ремонт текущей крыши здания, а покраска подъезда обойдется в сумму несколько миллионов рублей. Во избежание подобных разногласий в договор должен быть включен перечень услуг и работ по содержанию и ремонту имущества, а также пункт о возможности расширения данного перечня по требованиям жильцов); Борьба за власть (Сбор постоянно растущих коммунальных платежей и возможность сдавать в аренду подсобные помещения превращает управление домов в настоящую «золотую жилу»). Немало прецедентов связано с борьбой за выгодный объект между УК и товариществом собственников жилья. И пока ситуация не решится в пользу одного из них, жильцы получают двойные счета на оплату услуг и не могут добиться проведения плановых работ); Непрозрачность работы (Недоверие жильцов усили-

вают отсутствие полной информации о деятельности Управляющей компании. Зачастую владельцы не видят, какие работы выполнены, какие затраты несет УК и что означает статья «содержание и текущий ремонт»).

Чтобы ознакомиться с калькуляцией тарифов вашего дома, необходимо обратиться в бухгалтерию, или ознакомиться с договором на первом собрании при принятии управляющей компании. Также у добросовестной организации должен быть свой веб сайт, на котором находятся тарифы и различные новости.

Статьи калькулирования себестоимости прописаны в Постановлении Госстроя РФ от 04.12.2002 №161 [3].

- 1) Материалы;
- 2) Топливо;
- 3) Электроэнергия;
- 4) Затраты на оплату труда;
- 5) Отчисления на социальные нужды;
- 6) Амортизация;
- 7) Ремонтный фонд;
- 8) Содержание и обслуживание внутридомовых сетей (комплекс инженерного оборудования, находящегося внутри здания: трубопроводы ввода в здание, обратные трубопроводы, ИТП, стояки, расширители, баки, поэтажная и поквартирная разводка, сантехническое оборудование, электрощиты и др.)

9) Проведение аварийно-восстановительных работ;

- 10) Покупная продукция;
- 11) Прочие прямые затраты;
- 12) Цеховые расходы;
- 13) Общеэксплуатационные расходы;
- 14) Внеэксплуатационные расходы.

Нужно понимать, что управляющая компания включает в свою смету не все эти расходы, а лишь те работы, по которым она производит.

Помимо этого нужно знать, что существует нормативный документ Постановление Администрации города Омска от 28 ноября 2012 года №1546-п «О плате за содержание и ремонт жилого помещения» на 2013 год, в соответствии с которым, управляющая компания не может сделать свой тариф выше этой нормы, но может его снижать по согласованию с жильцами [4].

В рамках нашей работы, нами были исследованы калькуляции управляющих компаний, которые обслуживают левый берег:

- УК «ЖКО Берег»,
- «Левобережье»,
- «ЖКО Берег»,
- «ЖКО Полет»,

- «ЦентрЖилСервис».

Из данного анализа мы сделали следующие выводы:

Себестоимость оказываемых услуг в данных управляющих компаниях зависит от:

- Этажности дома
- Оборудованности дома системой дымоудаления и пожаротушения
- Наличия лифта и мусоропровода.

Такие компании как «Левобережье» и «ЦентрЖилСервис» используют нормативную величину тарифов, хотя ряд услуг по данной калькуляции ими не осуществляется, что соответствует постоянным жалобам жильцов домов, находящихся в их управлении.

Остальные организации используют собственную калькуляцию, которая как и положено не превышает установленный норматив, но при этом осуществляет не все виды работ, обозначенные в смете.

Калькуляции всех организаций являются очень похожими, и содержат следующие статьи:

I) Плата за содержание и ремонт жилого помещения

- Управление многоквартирным домом
- Содержание общего имущества многоквартирного дома

II) Содержание помещений общего пользования

- Уборка помещений общего пользования
- Дератизация, дезинсекция
- Вывоз твердых бытовых отходов
- Вывоз крупногабаритного мусора
- Уборка мусоропроводов

III) Уборка земельного участка, входящего в состав общего имущества многоквартирного дома

- Уборка земельного участка, уход за зелеными насаждениями
- Уборка мусора на контейнерных площадках

IV) Техническое обслуживание

• Проведение технических осмотров и устранение незначительных неисправностей в инженерных системах

- Аварийное обслуживание

V) Комплексное обслуживание лифтов

VI) Подготовка многоквартирного дома к сезонной эксплуатации

VII) Проведение текущего ремонта конструктивных элементов зданий и внутридомового инженерного оборудования

Исходя из вышеназванных характеристик, мы рассчитали средний тариф для следующих домов:

1. Используемые системы дымоудаления, пожаротушения, лифт и мусоропровод с этажностью 10 эт. 19,28руб/м²

2. Используемые лифт и мусоропровод с этажностью 10 эт. 17,64руб/м²

3. Не оборудованные ни одной из систем этажностью 6 эт. 12,80руб/м²

Заключение

Полученные расчётные значения позволяют добросовестной управляющей компании формировать предпринимательские издержки с учетом нормальной предпринимательской прибыли. Главная особенность формирования предпринимательских издержек в ЖКХ состоит в том, что норма прибыли не прибавляется к суммарным затратам, как в других отраслях. В ЖКХ прибыль закладывается в каждую статью калькуляции, при этом каждая статья ограничивается тарифом

Сфера ЖКХ является достаточно широкой областью экономики, но при этом занимает существенную роль в социальной сфере, что позволяет ей не терять своей актуальности уже на протяжении 20 лет.

Автор выражает благодарность Максимова В. В. и Штыхлиной А. С. За плодотворную совместную работу.

Библиографический список

1. Микроэкономика: практические подходы (Managerial Economics)/под ред. А. Г. Грязновой и А. Ю. Юданова – М.: КНОРУС, 2008. – 704 с.

2. Налоговый Кодекс РФ. Глава 25 налог на прибыль организаций. – М.: ИНФРА-М; 2010. – 688 с.

3. Постановление Госстроя РФ от 04.12.2002 №161. «Об утверждении методики, планирования,

учёта и калькулирования себестоимости услуг жилищно-коммунального хозяйства».

4. Постановление Администрации г. Омска от 28.11.2012. №1546-п «О плате за содержание и ремонт жилого помещения на 2013 год».

FEATURES OF THE ENTREPRENEURIAL COSTS FORMATION IN HOUSING AND UTILITIES

R. Gr. Smelik

The article presents the results of research of the formation's structure of entrepreneurial costs. The author highlighted features of entrepreneurial costs formation in housing and utilities considering tariff regulation.

Keywords: entrepreneurship, costs, cost price, tariff, regulation, cost accounting

Bibliographic list

1. Microeconomics: a practical approach (Managerial Economics)/Ed. by A. G. Hraznova and A. Yu. yudanova - M: KNORUS, 2008. - 704 p.

2. Tax Code of the Russian Federation. Chapter 25 of the tax on profit of organizations. - M: INFRA-M, 2010. - 688 p.

3. The decision of Gosstroy of the Russian Federation from 04.12.2002 №161. «On approval of methodology, planning, accounting and calculation of cost of services of housing and communal services».

4. Decree of the Administration G. of Omsk on November 28, 2012. # 1546-p «On payment for the maintenance and repair of accommodations for 2013.

Смелик Роман Григорьевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Бухгалтерский учет и аудит» Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского. Основное направление научной деятельности: Экономика и управление. Общее количество опубликованных работ: 85. e-mail: smelik@eco.univer.omsk.su

УДК 334.7

ФОРМИРОВАНИЕ КЛАСТЕРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

С. М. Хаирова, Г. Д. Боуш

Аннотация. Исследованы теоретические и методологические основы транспортной отрасли. Выявлено, что управление логистическим сервисом в глобальной экономике является необходимым условием формирования кластеров транспортной отрасли. Представлены результаты применения в проектировании кластеров в транспортной отрасли таких когнитивных технологий как категориальный метод «Конечный информационный поток».

Ключевые слова: транспортный кластер, логистика, аутсорсинг, когнитивные технологии, глобальная экономика.

Введение

Транспорт представляет собой важное звено логистической системы и должен обладать рядом необходимых свойств и удовлетворять определенным требованиям в целях создания инновационных систем сбора и распределения грузов.

Глобализация экономических процессов, рост влияния экологических факторов на развитие экономики, создание замкнутых транснациональных экономических систем невозможны без координации усилий участников этих взаимоотношений. Разумный баланс в методах и сферах государственного регули-

рования в системе рыночных отношений отводит государству роль макроэкономического регулирующего центра.

Любое производство на территории России характеризуется чрезвычайно высоким уровнем издержек. Эти издержки выше, чем в любой другой промышленной стране мира. При прочих равных условиях российская продукция получается более дорогой и поэтому не конкурентоспособной на мировом рынке [11].

Аутсорсинг является одной из наиболее современных и успешных бизнес-моделей, позволяющих добиться реальных конкурентных преимуществ. По мнению экономиста М.Портера конкурентоспособность компании, во многом, определяется конкурентоспособностью её экономического окружения, которая зависит от базовых условий соотношения продукта к ресурсу и конкуренции внутри самой сети [12].

К преимуществам аутсорсинга относят: концентрацию на профильной деятельности; использование наилучших методов и опыта; повышение конкурентоспособности; сокращение затрат, применение передовых технологий, улучшение сервиса, повышение гибкости производственного процесса и достижение эффекта синергии и т. д. В результате применения аутсорсинга сокращается потребность в капиталовложениях, повышается качество продукции, так как поставщиками становится специализированная организация, происходит концентрация управленческих ресурсов за счет уменьшения количества объектов управления. В связи с этим основная задача менеджмента – настройка инфраструктуры на более гибкие условия работы. Именно на эти направления сегодня должны идти основные инвестиции.

Основная часть

Для России выгодно стать транспортно-коммуникационным мостом между Азиатско-Тихоокеанским и Евро-Атлантическим регионами. Это источник значительных валютных поступлений и широких зарубежных инвестиций. Растущая взаимозависимость мирового сообщества может способствовать превращению России в важного участника глобального мирового рынка [6].

Соответственно инвестиционные решения на макроуровне должны быть согласованы с управленческими решениями в других сферах и обосновываться исходя из общеэкономических целей, а приоритеты инвестиционной политики обусловлены необходимыми приоритетами общеэкономической политики. Формиро-

вание системы приоритетов – объективная необходимость, поскольку имеющиеся в наличии инвестиционные ресурсы не в состоянии удовлетворить всех потребностей, что обуславливает необходимость выбора сфер приложения усилий, требующих первоочередного внимания.

Внедрение современного логистического менеджмента на предприятии гарантирует снижение себестоимости и улучшение качества поставок – решающего конкурентного преимущества в условиях российского рынка [5].

Обслуживание потребителей является одной из важнейших функций логистики. Именно эта функция наполняет смыслом логистическую концепцию не только на стадии распределения, но и в целом. В связи с этим все большее распространение в мировой практике приобретает аутсорсинг. Для того чтобы определить целесообразность передачи той или иной функции на аутсорсинг нужно рассмотреть её с позиции четырёх аспектов: стратегического фокуса, операционной способности, финансовой выгоды и возможности для совершенствования внутри предприятия.

Концепция аутсорсинга заключается в отсутствии необходимости использования собственных ресурсов для организации логистических операций, которые фирма может доверить внешнему партнеру, в том числе транспортным организациям.

На развитие рынка логистического аутсорсинга влияют четыре основных фактора:

- глобализация снабженческих и сбытовых сетей и глобализация торговли. Межрегиональное и международное сотрудничество компаний способствовали усложнению логистических цепочек поставок. В связи с этим логистические провайдеры являются одним из решений эффективного управления международной логистикой, особенно для компаний, которые не имеют в этом опыта;

- управление цепочками поставок (логистическими цепочками). 3PL-провайдеры могут представить необходимые логистические ресурсы без дополнительных затрат на зарплату, содержание автомобильного хозяйства, складских помещений;

- давление потребителей. Один из факторов успеха эффективного управления логистическими цепочками – соблюдение растущих требований покупателей к выполнению заказов и поставке;

- применение аутсорсинга как бизнес-модели организации.

Логистические провайдеры (3PL) - коммерческие организации, осуществляют оказание услуг в сфере логистики, выполняют отдельные операции или комплексные логистические функции, а также осуществляющие интегрированное управление логистическими цепочками предприятия - клиента.

В логистике существуют множество комплексных активностей, которые могут быть переданы на аутсорсинг, такие как: управление входящими потоками материалов, управление запасами, упаковка, транспортировка, поставки «just-in-time» и т.д. Но прежде чем передать ту или иную функцию на аутсорсинг необходимо проанализировать аспекты работы предприятия, на которые повлияет передача функций (например, на контроль цепочек поставки, на сезонные колебания спроса на продукцию и т.д.).

Как правило, компании передают в аутсорсинг стратегически важные логистические функции (активности) и активности, ориентированные на покупателя, а также функции, в значительной мере связанные с транспортировкой грузов и информационными технологиями.

Увеличивающиеся ожидания компаний – клиентов относительно комплексности оказываемых услуг, применение информационных технологий, индивидуализация логистических решений и улучшение всей логистической цепочки предприятия, ведущие к увеличению конкурентных преимуществ компании, способствуют интеграции логистических провайдеров (посредством слияний/поглощений). Новый тип провайдеров стал называться – 4PL провайдеры.

Провайдеры логистических услуг объединяются не только с аналогичными компаниями. Многие из них объединяют свои усилия с консалтинговыми компаниями и провайдерами информационных технологий.

4PL провайдер является интегратором всей логистической цепи предприятия. Он управляет своими ресурсами, возможностями, технологиями и ресурсами поставщиков дополнительных услуг, обеспечивая полное и исчерпывающее решение относительно логистической цепи компании. Ключ его успеха – это предоставление лучших решений для компании – клиента, на основе достижения соответствующего уровня сотрудничающих с ним 3PL провайдеров, провайдеров технологий и менеджеров бизнес-процессов [9].

4PL провайдер представляет собой сочетание стратегического управления логистическими цепями и оперативного управления вопросами реализации и выполнения стратегических решений. Более того, высокий уровень услуг для конечного клиента достигает-

ся за счет повышения технологического уровня консультантов, провайдеров информационных технологий и 3PL провайдеров. Рост доходов достигается за счет улучшения качества продукта, его доступности и улучшения работы клиентской службы за счет применения ведущих технологий. Так как 4PL провайдеры концентрируют свое внимание на управлении всей логистической цепью, может быть достигнуто значительное улучшение качества услуг. Сокращение операционных затрат на 15 % может достигнуто за счет повышения операционной эффективности, расширения процесса и сокращения расходов на поставку путем полного аутсорсинга функций логистической цепочки. Таким образом, хотя концепция аутсорсинга развивается уже довольно продолжительное время и рынок аутсорсинга оценивается во многие миллиарды долларов, в России ему уделяется недостаточно внимания. На основе вышеприведенных тенденций, можно сделать вывод, что у рынка логистики, и, в частности, у логистического аутсорсинга есть мощный потенциал для развития, как за рубежом, так и в России для формирования новых форм ведения хозяйства, в частности формирование кластеров в транспортной отрасли.

Предложению пакета транспортных услуг предшествует изучение потребностей клиентуры. В последние годы на транспорте ряда промышленно развитых стран исследованием потребностей стали заниматься специальные логистические центры и другие структуры.

Цель подготавливаемых предложений заключается в том, чтобы обеспечить: повышение уровня работы транспорта; соблюдение сроков доставки грузов; повышение надежности и регулярности перевозок; сохранность товаров и т. д.

На железных дорогах развитых стран существуют и другие организации, занимающиеся логистическими услугами в соответствии с требованиями рынка, например, организации по экспедиторской деятельности, несущие ответственность за доставку груза, включая его перевозку от поставщика до потребителя, даже в тех случаях, когда груз перевозится в смешанных сообщениях.

В настоящее время в целях повышения качества обслуживания клиентуры экспедиторские организации строят новые терминалы, которые будут располагать цехами для технического обслуживания большегрузных автомашин. Планируется, что некоторые терминалы будут иметь свою собственную железнодорожную ветку, а для сокращения времени на таможенные формальности на

них предполагается ввести в эксплуатацию электронную систему таможенного контроля.

Наиболее важным для транспортных фирм стал обмен данными грузовых накладных с компьютера грузоотправителя на компьютер перевозчика и далее на компьютер грузополучателя, а также электронный перевод ценных бумаг, сведений о местонахождении грузов и некоторой другой информации.

Распределение программ производства, снабжения и сбыта, работающих строго по графику («Канбан» и «Точно в срок»), - это результат совершенствования методов производства товаров и доставки их на рынок. Взаимосвязь и взаимозависимость всех логистических элементов, включая транспорт, обусловили необходимость комплексного подхода к их дальнейшему развитию, на базе которого и происходило формирование инновационных транспортных систем сбора и распределения материальной продукции.

Появление на рынке услуг региональных транспортных компаний по сбору и распределению грузов и перевозке их к торговым зонам снизили конкурентоспособность промышленных фирм, владеющих центрами распределения и традиционными транспортными организациями по доставке грузов мелкими партиями. Последние, так же, как и автотранспортные компании, осуществляющие магистральные перевозки, были вынуждены прибегнуть к более дифференцированным видам обслуживания. Кроме того, новые региональные организации по сбору грузов, установив свои цены и нормативы обслуживания, начали предлагать специализированные услуги в данной сфере деятельности, направленные на удовлетворение, информационное обслуживание, размещение заказов на производство.

В ближайшей перспективе универсальные логистические компании станут основной формой организации посреднических и транспортных систем во многих странах.

Среди предпосылок организационно-экономического плана, влияющих на формирование систем логистического сервиса, необходимо выделить усиление, с одной стороны, конкуренции, с другой – интеграционных процессов организационных структур бизнеса; увеличение количества и изменение отношений между производителями продукции и их партнерами в бизнесе.

Постепенно меняется характер конкуренции – от конкуренции отдельных предприятий до конкуренции союзов, альянсов, групп предприятий в распределении. Внедрение систем логистического сервиса позволит оп-

тимизировать прибыль партнеров по бизнесу. Появление большого числа коммерческо-торговых, транспортных, экспедиторских, складских, информационных и других предприятий подрядчиков повлекло за собой усложнение рыночных взаимоотношений, как между ними, так и между производителями, подрядчиками и потребителями продукции. Это, в свою очередь требует поиска новых форм управления, отношений координации и интеграции партнеров по бизнесу – формирование кластеров транспортной отрасли, что успешно может быть реализовано в системах логистического сервиса различного уровня.

Принципиальным для формирования систем логистического сервиса является фактор эффективного удовлетворения требований потребителей. Возрастание роли обеспечения требуемого уровня обслуживания, ужесточение требований потребителей к уровню качества обслуживания, стимулирует оптимизационные подходы специалистов предприятий-производителей и подрядчиков к производству и доставке продукции. Эффективная реализация таких подходов возможна только на основе синтеза систем логистического сервиса.

Как первый этап на пути создания региональных логистических систем ресурсного обеспечения необходимо рассматривать организацию регионального логистического центра, который позволит интегрировать усилия товаропроизводителей, перевозчиков, коммерческих посредников и муниципальных заказчиков с целью наиболее полного удовлетворения нужд и потребностей региона в материально-техническом снабжении при наименьших затратах посредством оптимизации потоков логистического сервиса [10].

О необходимости установления прочных организационных связей в логистической цепи для повышения ее общей конкурентоспособности указывают известные специалисты в области логистики Д. Бауэрсокс и Д. Клосс, считая, что сотрудничество ведет к сокращению риска и значительному росту эффективности всего логистического процесса, предотвращает непроизводительные затраты и дублирование действий [1]. Действительно, реализация участниками канала научно-обоснованных принципов формирования стабильных партнерских отношений, маркетинга взаимодействия и интегрированной логистики позволяет получать все преимущества от долговременного сотрудничества, гибко и оперативно решать все возникающие проблемы, осуществлять совместные действия по качества обслуживания и уровня удовлетворенности потребителей [8].

Ускорение развития экономики будет обеспечено не только с помощью новых производственных технологий, но и благодаря более оперативному принятию решений и быстрой реализации всех управленческих операций. Существует объективная потребность в понимании и изучении сущности роли логистического сервиса для российской экономики и в первую очередь прогрессивных форм организаций логистического сервиса и инновационных методов его управления в условиях глобализации экономических процессов [9].

От величины инновационного потенциала зависит выбор той или иной инновационной стратегии развития. Так, если у предприятия имеются все необходимые ресурсы, то оно может пойти по пути стратегии лидера, разрабатывая и внедряя принципиально новые, или базисные, инновации. Если инновационные возможности ограничены, то целесообразно их наращивать и избирать стратегию последователя, т.е. реализовывать улучшающие технологии. При выборе той или иной стратегии разработки и внедрения новых технологий недостаточно ограничиваться оценкой и учетом факторов только инновационной сферы.

Задачи коренной модернизации и инновационного развития транспортных комплексов, в том числе автотранспортного, по нашему мнению, не могут быть решены без привлечения нетрадиционного инструментария для анализа ситуации и проектирования будущих структур. Интеллектуальные системы и когнитивные технологии позволяют, как осмыслить фундаментальные проблемы, препятствующие росту и развитию транспортной отрасли, так и конструировать будущую конфигурацию составляющих её структур, ориентируясь на желаемые качественные параметры, обеспечивающие данной отрасли динамичное развитие и структурную трансформацию с последующим обретением высокой конкурентоспособности национального и международного уровня.

Для транспортной отрасли одним из перспективных направлений развития является кластеризация с применением когнитивных технологий в проектировании.

Категориальный метод «Конечный информационный поток» (КИП) позволяет представить транспортный кластер как постоянно усложняющийся в процессе познания объект, отражая повышение его системной сложности в процессе стихийного эволюционирования. КИП как метод исследования и проектирования объектов представляет собой специально организованный его информационный

образ, характеризующий его в совокупности с самим процессом познания. Основной единицей представления информации в КИП является информационный критерий (ИК), фиксирующий любую новую познавательную информацию об объекте. Одним из параметров метода КИП, содержащих информацию об объекте, является ЛУ – логический уровень. Перечень ЛУ имеет определённую последовательность, отражающую появление каждого принципиально нового [системного] качества в объекте, отражаемого соответствующим ИК [7].

В рамках комплекса ЛУ метода КИП возможно проектирование перечня компонентов транспортного кластера, начиная от более простого, возникающего на первом этапе его зарождения, к всё более сложным, возникающим поочередно в процессе стихийного или управляемого эволюционирования кластера.

Полагаем целесообразным выделить в проектируемом транспортном кластере следующие ЛУ, отображающие соответствующие кластерные компоненты [2, 3, 4]:

ЛУ1–производство – группа предприятий-производителей, конкурирующих между собой на основе сходных базовых процессов производства, производства сходных продуктов или использования сходных ресурсов. Для транспортного кластера это любые транспортные организации, осуществляющие пассажирские и грузовые перевозки, а также выполняющие работы специальными транспортными средствами.

ЛУ2–обеспечение – группа предприятий-поставщиков ресурсов (сырья, материалов, комплектующих). В проектируемом кластере сюда следует отнести поставщиков транспортных средств, топлива, запасных частей, комплектующих и пр., а также поставщиков пассажиров и грузов (в том числе предприятия других подотраслей транспортного комплекса), заказчиков работ и услуг, выполняемых специальными транспортными средствами.

ЛУ3–обслуживание – группа предприятий и организаций, обслуживающих основные и дополнительные производственные процессы, осуществляемые поставщиками ресурсов: производителей специализированного оборудования и специализированных услуг. В данную группу могут быть включены организации, осуществляющие техническое обслуживание транспортных средств, поставляющих специальное оборудование, оказывающих услуги по разработке программного обеспечения, систем слежения, по выполнению маркетинговых исследований, рекламе и пр.

ЛУ4–потребление – группа потребителей производимой продукции. Потребителями услуг транспортных предприятий являются физические и юридические лица, включая государственные учреждения.

ЛУ5–исследование – группа исследовательских структур, обеспечивающих разработкой новаций все имеющиеся в кластере фирмы. Данная группа включает в себя научные организации, конструкторские бюро, кафедры профильных вузов, осуществляющие исследования и разработки, как для транспортных предприятий, так и для представителей других групп кластера.

ЛУ6–экспорт – группа специализированных структур, экспортирующих готовую продукцию, полуфабрикаты, услуги, технологии и пр. Для транспортного кластера на определённом этапе его развития актуальным будет формирование специализированных экспортных организаций, осуществляющих продвижение основных и дополнительных продуктов (услуг) кластера за пределы региона и страны.

ЛУ7–обучение – группа образовательных учреждений. Данная группа состоит из средних и высших учреждений профессионального образования, осуществляющих подготовку специалистов по направлениям, востребованным участниками транспортного кластера.

Развёрнутый комплекс компонентов проектируемого транспортного кластера включает в себя «Производство», «Обеспечение», «Обслуживание», «Потребление», «Исследования», «Экспорт», «Обучение».

Развитие рыночных механизмов саморегулирования транспортно-экспедиционных организаций в регионе, основанных на требовании логистической целесообразности, достигается путем трансформации жестких функциональных и не рыночных связей между подразделениями и службами предприятия на рыночные связи между самостоятельными субъектами процесса. Последовательное развитие рыночных механизмов саморегулирования организации на рыночных принципах осуществляется по следующей схеме: развитие услуг → распространение аутсорсинга и инсорсинга → формирование территориальных кластеров → организация сетевых структур. В таком случае логистическая сеть и цепь функционируют последовательно, сменяя друг друга. Оптимизация взаимодействия и функционирования не отдельных вариантов цепи, а всей сетевой структуры увеличивает синергетический эффект классического системного подхода в логистической системе [8].

Таким образом, выбирая определенную модель, необходимо использовать правильные инструменты управления качеством, маркетингом, логистикой. Главным рычагом должно быть получение перспектив при выборе креативных решений для внедрения инноваций не только в производстве, но и в управлении, что позволит перейти к «новой» экономике – экономике знаний.

Библиографический список

1. Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд./ Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 640 с.
2. Боуш Г. Д. Бизнес-кластеры: категориально-системное представление: монография / Г. Д. Боуш. – Омск: Изд-во ОмГУ, 2011. – 244 с.
3. Боуш Г. Д. Бизнес-кластеры: теория и методология выявления структурного устройства / Г. Д. Боуш // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2011. – № 6. – С. 28-35.
4. Боуш Г. Д. Идентификация и описание кластеров предприятий с применением категориальной модели «Конечный информационный поток» / Г. Д. Боуш // Вестник Томского государственного университета. Сер. Экономика. – 2010. – № 8. – С. 129-134.
5. Новиков Д. Т., Гарнов А. П. Логистические системы: их значение и эффективность // Логистика и бизнес/ Под ред. Л. Б. Миротина – М.: Брандес, 1997. – С. 32-35.
6. Прокофьева Т. А. Развитие транспортно-логистической инфраструктуры в Азиатской части России – стратегическое направление реализации транзитного потенциала страны в системе Евразийских международных транспортных коридоров. - Официальная ежегодная конференция Российско-Германского Научного Логистического сообщества. 11-14 мая 2011 г. – г. Бремен, С.435-450
7. Разумов В. И. Категориально-системная методология в подготовке учёных: учеб. пособие / В. И. Разумов. – Омск: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2004. – 277 с.
8. Хаиров, Б. Г. Формирование отношений властных и предпринимательских структур региона на принципах логистического администрирования // Вестник СибАДИ. -2012. - №4 (26). – С. 148-152.
9. Хаирова С. М. Логистический сервис в глобальной экономике: монография / С. М. Хаирова. – М.: Издательский дом «МЕЛАП», 2004. – 200 с.
10. Хаирова С. М. Маркетинговое и логистическое обеспечение услуг транспортно-экспедиционных организаций региона // Вестник СибАДИ. -2012. - №2 (24). – С. 136-140.
11. Biryukov V. V. Innovation and the formation of competitive advantages of the transport enterprise / V. V. Biryukov // Bulletin of the Siberian Automobile-Road Institute. – 2011. – № 4. – P. 64-67
12. Porter M. E., Kramer M.R. Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility // Harvard Business Review, 2006.

THE FORMATION OF CLUSTERS OF TRANSPORT INDUSTRY IN A GLOBAL ECONOMY

S. M. Khairova, G. D. Boush

Investigated the theoretical and methodological foundations of the transport industry. It was revealed that the management of the logistics service of the global economy is a necessary condition for the formation of clusters of the transport industry. The results of application in the design of clusters in transport industry such cognitive technologies as categorical method «Target information stream».

Keywords: transport cluster, logistics, outsourcing, cognitive technologies, the global economy

Bibliographic list

1. Bauersocs D. J., Klos D. Logistika: the integrated chain of deliveries. the 2nd izd./the Lane with English – M.: JSC Olympe-business, 2005. – 640 p.
2. Boush G. D. Business clusters: categorial and system representation: monograph/G D. Boush. – Omsk: OMGU publishing house, 2011. – 244 pages.
3. Boush G. D. Business clusters: theory and methodology of identification of the structural device/G D. Boush//News of St. Petersburg University of Economics and Finance. – 2011. – No. 6. – P. 28-35.
4. Boush G. D. Identification and the description of clusters of the enterprises with application of the categorial model "Final Information Stream"/G D. Boush//the Messenger of Tomsk state university. It is gray. Economy. – 2010. – No. 8. – Page 129-134.
5. Novikov D. T., Garnov A. P. Logistic systems: their value and efficiency//Logistics and business / Under the editorship of L. B. Mirotin – M.: Brandes, 1997. – P. 32-35.
6. Prokofieva T. A. Development of transport and logistic infrastructure in Asian part of Russia – the strategic direction of realization of transit capacity of the country in system of the Euroasian international transport corridors. - Official annual conference of the

Russian-German Scientific Logistic community. On May 11-14, 2011 – Bremen, Page 435-450

7. Razumov V. I. Categorial and system methodology in training of scientists: studies. grant / Century. I. Razumov. – Omsk: Publishing house of Ohms. the state. un-that, 2004. – 277

8. Hairov, B. G. Formation of the relations of power and enterprise structures of the region on the principles of logistic administration // Vestnik SIBADI. - 2012. - № 4 (26). – P. 148-152.

9. Hairova S. M. Logistichesky service in global economy: monograph / S. M. Hairova. – M.: MELAP publishing house, 2004. – 200 p.

10. Hairova S. M. Marketing and logistic ensuring services of the forwarding organizations of the region // Vestnik SIBADI. -2012. - № 2 (24). - P. 136-140.

11. Biryukov V. V. Innovation and the formation of competitive advantages of the transport enterprise/V. V. Biryukov//Bulletin of the Siberian Automobile-Road Institute. – 2011. – No. 4. – River 64-67

12. Porter M. E. Kramer M. R. Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility // Harvard Business Review, 2006.

Хаирова Саида Миндуалиевна – доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Управление качеством и сервис» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований – логистика, маркетинг, сервис, инновации. E-mail: saida_hairova@mail.ru

Боуш Галина Дмитриевна – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление научных исследований – кластеры в экономике, методология экономических исследований. E-mail: gboush@narod.ru

РАЗДЕЛ VI

ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 37.072

СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВУЗА И ПРОФИЛЬНЫХ КОЛЛЕДЖЕЙ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ ПРИКЛАДНОГО БАКАЛАВРИАТА

А. П. Жигадло, Т. П. Хохлова

Аннотация. В статье определены направления сетевого взаимодействия, организованного ФГБОУ ВПО СибАДИ в сотрудничестве с профильными колледжами, а также сформулированы основные этапы и стратегии организации взаимодействия образовательных учреждений в рамках реализации программ прикладного бакалавриата.

Ключевые слова: прикладной бакалавриат, колледж, квалификация, образование.

Введение

Быстрое развитие современных технологий обуславливает повышенные требования, предъявляемые руководством предприятий к своим сотрудникам. Многие специальности, в том числе и в автотранспортной отрасли, требуют в современных условиях значительно более высокого уровня квалификации, чем ранее. Современный специалист должен уметь использовать высокотехнологичное оборудование, разбираться в чертежах и схемах и работать с использованием средств информатизации. Фактически, это должен быть высококвалифицированный специалист со знаниями инженера и навыками рабочего [1].

Образовательные программы системы среднего профессионального образования, направленные преимущественно на освоение практических навыков, не могут обеспечить подготовку специалистов такого уровня. В то же время выпускники вузов, получив за годы учёбы хорошую академическую базу, зачастую не имеют опыта работы в реальных производственных условиях. Создание качественно нового уровня высшего образования – прикладного бакалавриата, является попыткой решить проблему подготовки кадров, ориентированных на решение практических производственных задач с использованием новейшего оборудования и передовых технологий.

Основная часть

В основе формирования программ прикладного бакалавриата – программы, ориентированные на овладение практическими навыками работы на производстве, что характерно для образования в системе СПО, в сочетании с программами высшего образования, ориентированными на получение серьёз-

ёзной теоретической подготовки. При этом объём практической части программы прикладного бакалавриата, ориентированный на освоение компетенций, необходимых рынку труда и заложенных в профессиональных стандартах, включая лабораторные и практические занятия, курсовое проектирование, все виды практик, составляет не менее половины всего времени, отведённого на обучение. Для сравнения: на практическое обучение программами академического бакалавриата (ВПО) предусмотрено 45 % учебного времени [4], программами СПО – 60 % [5].

Другими словами, задача прикладного бакалавриата – сделать так, чтобы вместе с дипломом о высшем образовании молодые люди получали полный набор знаний и навыков, необходимых для того, чтобы сразу же, без дополнительной «доводки» в условия реального производства, начать работать по специальности.

Совершенно очевидно, что при организации подготовки кадров по программам прикладного бакалавриата целесообразно объединить усилия в этом направлении с учреждениями СПО, имеющими богатый опыт подготовки практикоориентированных специалистов и рабочих кадров. Колледжи, в свою очередь, весьма заинтересованы в сотрудничестве с вузами, в первую очередь, как звеном системы непрерывного образования. Кроме того, материально-техническая база и кадровый потенциал вуза могут оказаться незаменимыми для колледжей, реализующих программы углубленной подготовки.

В отношении СибАДИ такое взаимодействие исторически сложилось с 1998 года с введением системы непрерывного образова-

ния, организованного вузом для выпускников пяти профильных колледжей: Омского авто-транспортного колледжа, Омского колледжа транспортного строительства, Омского колледжа профессиональных технологий Сибирского профессионального колледжа и Омского колледжа профессиональных технологий строительства и транспорта.

В данной статье мы рассматриваем организацию подготовки кадров по программам прикладного бакалавриата в рамках сетевого взаимодействия вуза с профильными колледжами по направлениям: **190600.62** Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (Профили: Автомобили и автомобильное хозяйство, Автомобильный сервис); **190700.62** Технология транспортных процессов (Профили: Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте, Организация и безопасность движения); **051000.62** Профессиональное обучение (Профиль: Транспорт).

Рассмотрим те аспекты взаимодействия образовательных учреждений различного уровня, которые отвечают теме реализации программ прикладного бакалавриата, а именно:

1. Реализации программ профессионального обучения и повышения квалификации студентов и работников образования в рамках проектирования и реализации программ прикладного бакалавриата.

2. Параллельное обучение студентов с применением интегрированных образовательных программ «колледж (углубленная подготовка) – вуз (прикладной бакалавриат)».

1. Стандартами прикладного бакалавриата «ФГОС 3+» выпускник вуза с квалификацией «прикладной бакалавр» должен **владеть рабочей профессией** в соответствии с видом профессиональной деятельности, на который ориентирована программа бакалавриата.

Образовательная среда колледжей традиционно сложилась как функциональная модель подготовки квалифицированных рабочих кадров. Студенты факультета Автомобильный транспорт СибАДИ ежегодно проходят профессиональное обучение на базе колледжей – партнеров и после итоговой аттестации в форме квалификационного экзамена получают свидетельство об уровне квалификации по профессии «Слесарь по ремонту автомобилей». В приложение к свидетельству вносятся специальные дисциплины учебного плана вуза, перезачтенные в рамках профессионального обучения в колледже, и

этапы квалификационной практики (монтажно-демонтажная, сварочная, станочная и пр.).

Взаимодействие между колледжем и вузом при организации профессионального обучения студентов вуза регулируется договорами о сотрудничестве и об организации практики студентов.

Выпускник вуза с квалификацией «прикладной бакалавр» должен не просто владеть рабочей профессией, он должен **быть высококвалифицированным специалистом** в соответствующей области. Для реализации указанных требований осуществляется повышение квалификации студентов вуза по рабочей профессии, приобретенной на начальном этапе обучения. Для этих целей студенты проходят стажировку в автомобильном центре европейских образовательных технологий «МОТОР МАСТЕР» на базе СибАДИ, который взаимодействует с французской Национальной Автомобильной Образовательной Ассоциацией (GNFA). Цель создания Центра - подготовка высококвалифицированных кадров для автомобильного сервиса, ремонта и обслуживания автомобильной техники ведущих мировых производителей с использованием инновационных продуктов компании GNFA в научно-образовательном процессе.

Определяющей точкой роста является повышение квалификации педагогических кадров [3]. Сеть колледжей, с которыми СибАДИ связан договорами о сотрудничестве, выразили готовность осуществлять стажировку своих преподавателей и студентов на базе Центра с целью повышения качества подготовки специалистов автотранспортного профиля. Занятия в центре проводят преподаватели СибАДИ, прошедшие подготовку и аккредитацию во французской Национальной Автомобильной Образовательной Ассоциации (GNFA). СибАДИ в данном случае предоставляет свои материально-технические и кадровые ресурсы для организации стажировок преподавателей и практических занятий для студентов колледжей – партнеров.

По окончании обучения выпускникам Центра выдается документ об образовании европейского образца.

2. Одним из способов сочетания фундаментальности и практикоориентированности образовательной программы прикладного бакалавриата является интеграция программ СПО и ВПО.

Для студентов колледжей предусмотрено освоение программ СПО углубленной подготовки и ВПО на основе интегрированных образовательных программ в системе непрерывно-

го образования «колледж - вуз» по индивидуальным учебным планам. При этом производится согласование содержания отдельных элементов учебного плана (дисциплин, модулей, программ практик и др.) на уровне кафедр вуза и предметно-цикловых комиссий колледжа. В вариативную часть учебного плана СПО углубленной подготовки вносятся дисциплины учебного плана программы прикладного бакалавриата соответствующего профиля. Для ведения занятий по дисциплинам учебного плана подготовки прикладных бакалавров привлекаются профессорско-преподавательские кадры вуза. При этом результаты освоения обучающимися в рамках индивидуального учебного плана СПО программ учебных курсов, предметов, дисциплин, модулей, практик, дополнительных образовательных программ являются действительными для вуза.

Параллельное обучение студентов колледжа в вузе начинается со 2 курса после прохождения вступительных испытаний в вуз в форме ЕГЭ. К этому моменту пройден адаптационный период в системе профессионального образования, и молодой человек уже может определиться со своими профессиональными планами и имеет представление о своих образовательных возможностях. В течение 3 лет продолжается обучение в двух учебных заведениях (колледже и вузе) по интегрированным учебным планам. Дополнительная недельная учебная нагрузка составляет 8-10 часов.

По окончании колледжа по углубленной программе СПО студенты получают диплом о сред-

нем профессиональном образовании углубленной подготовки и продолжают обучение в вузе в течение 1 года. По окончании вуза после успешного прохождения государственной итоговой аттестации им вручается диплом прикладного бакалавра по соответствующему направлению.

Реализация программ прикладного бакалавриата на основе интегрированных учебных планов СПО-ВПО предполагает следующую последовательность действий:

1-ый год (КОЛЛЕДЖ)

Набор студентов в колледж с перспективой освоения программы ВПО. Обучение студентов в колледже по программам СПО базового и повышенного уровня (с возможностью перехода с одного уровня на другой). Освоение программ профессионального обучения.

2-ой год (КОЛЛЕДЖ - ВУЗ) параллельное обучение. Зачисление обучающихся в вуз на основе вступительных испытаний (ЕГЭ). Параллельное обучение в образовательном учреждении СПО и ВПО.

3-ий год (КОЛЛЕДЖ - ВУЗ) параллельное обучение. Параллельное обучение образовательном учреждении СПО и ВПО.

4-ый год (КОЛЛЕДЖ - ВУЗ) параллельное обучение. Завершение образования по программе СПО (повышенный уровень).

5-ый год (ВУЗ). Завершение образования по программе ВПО (прикладной бакалавриат).

В целом направления сетевого взаимодействия образовательных учреждений по реализации программ прикладного бакалавриата может быть представлено в виде таблицы 1.

Таблица 1 — Направления сетевого взаимодействия СибАДИ и профильных колледжей

Направления деятельности в рамках сетевого взаимодействия	Образовательные программы	Контингент обучающихся
1. Параллельное обучение студентов по интегрированным образовательным программам «колледж - вуз» (на базе вуза и профильных колледжей)	Направления подготовки: 190600.62 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (Профили: Автомобили и автомобильное хозяйство, Автомобильный сервис); 190700.62 Технология транспортных процессов (Профили: Организация перевозок на автомобильном транспорте, Организация и безопасность движения); 051000.62 Профессиональное обучение (Профиль: Транспорт)	- студенты СПО, (углубленная подготовка), ВПО;
2. Программы профессионального обучения в рамках реализации программ академического прикладного бакалавриата (на базе профильных колледжей)	Перечень программ профессионального обучения: 1. Слесарь по ремонту автомобилей (2-3 разряд); 2. Машинист бульдозера 3-4 разряд; 3. Машинист экскаватора одноковшового 3-4 разряд; 4. Машинист крана автомобильного 3-4 разряд; 5. Оператор диспетчерской и производственно-диспетчерской службы; 6. Агент по заказам населения на перевозки; 7. Экспедитор по перевозке грузов; 8. Оператор ЭВ и ВМ.	- студенты вузов и профильных колледжей; - все желающие, имеющие достаточный уровень базовой подготовки.

Продолжение Таблицы 1

<p>3. Программы дополнительного образования, профессиональной переподготовки, повышения квалификации (на базе Центра МОТОР – МАСТЕР вуза)</p>	<p>1. Системы электронного управления современных дизельных двигателей; 2. Системы электронного управления современных бензиновых двигателей; 3. Диагностирование автомобилей оснащённых дизельными двигателями; 4. Диагностирование автомобилей оснащённых бензиновыми двигателями; 5. Электрические цепи и электронные системы современных автомобилей. Мультиплексаж. 6. Международные перевозки; 7. Контролер технического состояния автотранспортных средств; 8. Руководитель пункта контроля технического состояния автотранспортных средств.</p>	<p>- руководящий состав предприятий реального сектора экономики; - работники образования; - студенты колледжей и вузов; - все желающие, имеющие достаточный уровень базовой подготовки.</p>
---	--	--

Заключение

Предлагаемая система полностью отвечает идее непрерывности профессионального образования. При этом содержание непрерывного профессионального образования является эффективным, если будут соблюдены основные критерии его функционирования и развития: проектируемость, возможность конструирования образовательной системы, отвечающей целям и задачам личности, экономики, общества и системы профессионального образования в настоящее время и на перспективу; результативность; корректируемость, предполагающая наличие многоступенчатости обучения, позволяющая на основе оперативной обратной связи помочь личности в выборе индивидуальной образовательной траектории; управляемость, обеспечивающаяся за счет поставленных целей обучения в соответствии с особенностями, традициями и возможностями региона [2].

В процессе совместной реализации системы непрерывного образования СПО – ВПО (прикладной бакалавриат) создаются условия для формирования эффективного механизма трансферта современных образовательных технологий на участников образовательной сети и налаживания механизма отбора и подготовки элитных специалистов на базе центра Мотор Мастер СибАДИ и последующего их распределения в регионы. Сетевое взаимодействие образовательных учреждений ВПО и СПО способствует активизации процессов внедрения инновационных методов обучения и внедрению многоуровневой системы профессиональной ориентации и подготовки, позволяют создать в рамках сети центр концентрации интеллектуальных, методических и технологических ресурсов профессионального обучения.

Библиографический список

1. Выступление Дмитрия Медведева на совместном заседании Госсовета и Комиссии по модернизации экономики России. URL: <http://duma.tomsk.ru/page>
2. Герасимова Л. А., Колотова О. М. Организация учебного процесса в системе непрерывного образования // Вестник ТГПУ. – 2011. URL: <http://vestnik.tspu.ru/files/PDF/>
3. Грибанова Н. А. Сетевое взаимодействие как фактор развития учреждений среднего профессионального образования в республике Карелия. URL: <http://labormarket.ru>
4. Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования. URL: <http://www.edu.ru/db/cgi-bin/portal/spe/list.plx?substr=&gr=1&st=all>
5. Государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования. URL: <http://www.edu.ru/db/cgi-bin/portal/sred/list.plx?substr>

NETWORKING OF UNIVERSITY AND PROFESSIONAL COLLEGES OF APPLIED UNDERGRADUATE PROGRAMMES

A. P. Zhigadlo, T. P. Khokhlova

The article determines the direction of networking, organized by Federal State Budget Educational Institution of Higher Vocational Training «The Siberian Automobile and Highway Academy (SibADI)» in cooperation with specialized colleges. The authors formulated the basic stages and strategies of organization of cooperation of educational institutions with programmes of applied undergraduate.

Keywords: application undergraduate, College, skills, education

Bibliographic list

1. Dmitri Medvedev in a joint meeting of the State Council and the Commission on the modernization of the Russian economy. URL: <http://duma.tomsk.ru/page>
2. Gerasimova L. A., O. M. Kolotova. Organization of educational process in continuing education //

Vestnik.TSPU. – 2011.
URL: <http://vestnik.tspu.ru/files/PDF/>

3. Griбанова N. A. Networking as a factor in the development of institutions of secondary vocational education in the Republic of Karelia. URL: <http://labormarket.ru>

4. State educational standards of higher vocational education. URL: <http://www.edu.ru/db/cgi-bin/portal/spe/list.plx?substr=&gr=1&st=all>

5. State educational standards of secondary vocational education. URL: <http://www.edu.ru/db/cgi-bin/portal/sred/list.plx?substr>

Жигадло Александр Петрович – доктор педагогических наук, кандидат технических наук, декан факультета Автомобильный транспорт, заведующий кафедрой Инженерная педагогика ФГБОУ ВПО Сибирская государственная авто-

мобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основное направление научных исследований – Управление воспитательной системой развития профессионально важных личностных качеств обучающихся в модели непрерывного профессионального образования «колледж - вуз». Общее количество научных публикаций – 72 ед. E-mail:zhigadlo_ap@sibadi.org

Хохлова Тамара Петровна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры Инженерная педагогика ФГБОУ ВПО Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основное направление научных исследований – непрерывное профессиональное образование. Общее количество научных публикаций – 14 ед. E-mail:tamara@oatk.org

УДК 514.18: 378.147.88

МОБИЛЬНЫЕ ВИДЕОЛЕКЦИИ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Н. В. Кайгородцева, В. Я. Волков

Аннотация. Рассмотрены возможности, целесообразность и эффективность разработки и применения мобильного контента в самостоятельной работе студентов по изучению начертательной геометрии для реализации инновационной технологии мобильного обучения (*M-learning*).

Ключевые слова: информатизация образования, самостоятельная работа студентов, дистанционное обучение, мобильный телефон, *M-learning*.

Введение

Мобильные телефоны становятся основной частью цифровой жизни человека. На данный момент в России активно развивается применение мобильных технологий в образовательном процессе с выделением потенциальных преимуществ технологии мобильного обучения (*mobile learning*). *M-learning* – это прежде всего технология, дающая возможность студентам и преподавателям варьировать процесс обучения по интенсивности, способу и месту получения информации и другим аспектам. Другими словами мобильное обучение снижает ограничения для получения образования, так как *M-learning* сфокусирован на мобильности обучаемого, использующего портативные технологии [1]. Поддержка и развитие *M-learning* гармонично сочетается с растущей мобильностью современного общества.

Дидактические особенности видеолекций по начертательной геометрии

Прогрессивное развитие мультимедийных технологий позволяет создавать электронные учебные пособия все более высокого качества, отвечающие требованиям дидактики, удовлетворяющие личностным особенностям каждого обучаемого и реализующимися на

последних новинках цифровых и коммуникационных средств [2].

В целях поддержки дистанционного образования и развития мобильного обучения был разработан цикл видеолекций по дисциплине «Начертательная геометрия», адаптированный под мобильные устройства [3]. Известно, что данная дисциплина, в силу своей объемности (пространственности) учебной информации, является одной из наиболее сложных для понимания базовых дисциплин инженерного образования. Поэтому весьма актуально и целесообразно изыскивать средства и возможности применения современных технологий и техники для создания прогрессивного учебного курса нового поколения [4].

После анализа особенностей реализации студентами своей самостоятельной работы при изучении начертательной геометрии, был сделан вывод, что наиболее эффективной формой подачи теоретического материала по данной дисциплине станет набор коротких тематических видеолекций. Пришлось категорически отказаться от видеоформата традиционной лекции продолжительностью 1,5 часа, так как это отрицательно сказывается на качестве усвоения учебного материала, так как вызывает отторжение у аудитории,

снижает (до исчезновения) познавательный интерес и перечеркивает все возможности и преимущества изложения материала при помощи мультимедиа технологий. Каждая из предложенных видеолекций представляет собой информативно сжатую, структурированную дидактическую единицу, включающую чередование лекторского пояснения, иллюстраций и 3D-анимаций с аудиосопровождением. Мультимедиа средства были подобраны таким образом, чтобы повысить познавательную активность обучаемых путем разнообразия подачи материала, задействовать одновременно несколько способов получения учебной информации (зрение, слух), при этом стояла задача индивидуализировать и интенсифицировать лекционный процесс.

Специфика каждой видеолекции состоит в том, что благодаря наличию лектора в «кадре», не происходит обезличивания подачи учебного материала. Наличие эмоций, которые передаются от преподавателя, вдохновленного какой-либо идеей, способствуют более успешному усвоению материала, то есть обучающийся как бы погружается в атмосферу лекционной аудитории и, как следствие, в изучаемый предмет.

После вступительного комментария лектора внимание обучающихся переключается на объемную 3D-анимацию с закадровым пояснением, которая в свою очередь позволяет визуализировать процесс в действии. Ранее, до появления виртуальных 3D-технологий, процесс объяснения пространственной информации на плоском чертеже был затруднительным, что в основном и сказывалось на сложности восприятия студентами учебного материала. Именно поэтому теория была не понятна студентам, а зачастую даже казалась абстрактной. Наличие не только видеодвижения, но аудиосопровождения включает в работу все источники получения информации, и в зависимости от преобладающего вида памяти у обучающегося, визуального или аудиального, позволяет индивидуализировать процесс обучения.

Так как начертательная геометрия занимается изучением отображения объемных предметов на плоскости, существует необходимость демонстрации проекций пространственных объектов на ортогональном чертеже. С этой целью в видеолекцию введена анимация процесса решения задачи на двумерных проекциях чертежа со звуковым пояснением этапов алгоритма построения, что способствует запоминанию символично-знаковых обозначений и специальной терминологии изучаемого предмета.

При разработке видеолекций были учтены особенности человеческого восприятия информации, сформулированные А. Каминским [5], а именно:

1. Человеческое восприятие нелинейно. Внимание в течение некоторого времени нарастает, достигает своего пика и идет на спад. После спада внимания наступает период релаксации (восстановления) внимания, во время которого происходит резкий спад скорости и количества возможного восприятия символов, а затем цикл повторяется.

2. Цикл, в среднем, длится 8-10 минут, затем наступает период релаксации - 1-2 мин.

3. Пик восприятия информации приходится на точку, соответствующую продолжительности $2/3$ цикла ("золотое сечение") – эта точка является композиционным центром восприятия.

4. Закон нечетных чисел: самые динамичные и сильно воздействующие произведения, а так же реальные события обычно имеют в своем составе нечетное число элементов (3, 5, 7 и т.д.). Причем именно нечетные части будут воздействовать всегда сильнее, чем четные.

Перечисленные свойства восприятия информации вполне объясняют, почему учащиеся быстро теряют интерес к продолжительным, монотонным видеолекциям в формате «говорящая голова». Поэтому за основу видеолекции, предлагаемого формата, выбран видеоряд, т.е. чередование видеофрагментов, общее время показа которого не превышает 12-13 минут. Видеолекция спроектирована таким образом, что содержит нечетное количество тематических эпизодов, а на участке «золотого сечения» излагается наиболее сложный для понимания материал.

Обзор существующих мобильных устройств

Мобильные устройства, используемые в технологии *mobile-learning*, разнообразны и включают: электронные книги; смартфоны, КПК; портативные аудио-, видеогиды; современные игровые консоли; портативные аудиоплееры; планшетные ПК и другие виды современной аппаратуры. Однако наиболее актуальными для среды *mobile-learning* являются мобильные коммуникационные технологии (МКТ), предполагающие наличие разнопланового функционала в сочетании с высокоскоростным мобильным доступом к сети Интернет.

Одним из важных составляющих частей технологии *M-learning* на основе МКТ являются минимальные технические требования к коммуникационным технологиям. Технологии

передачи данных *EDGE*, *3G*, *Wi-MAX*, распространённые в российских сотовых сетях, предоставляют пользователю портативного устройства мобильный доступ к сети Интернет с достаточной скоростью для передачи аудиовизуального контента *M-learning*. В технологии *mobile-learning* существуют широкие возможности создания специализированных мобильных приложений, использующее языки программирования (*FlashLite*, *JavaScript*, *Oracle CRM On Demand* и др.) под различные платформы, в том числе *Windows Mobile*, *Symbian*, *iOS*. Уровень развития современных мобильных технологий предлагает пользователям специализированные «мобильные сайты», то есть созданные для просмотра на компактных устройствах, а именно с помощью мобильного браузера, что очень важно для разработчиков мобильного образовательного контента. «Мобильный сайт» имеет высокий уровень микроэргономики, уменьшенный размер общей загружаемой информации. Все вышеописанные особенности являются актуальными для конечных пользователей – студентов, и принципы которых должны быть использованы при разработке контента для *M-learning*.

На рисунке 1 представлена *M-learning* структура взаимодействия разработчиков, преподавателей и студентов посредством Интернет-технологий (рис. 1.).

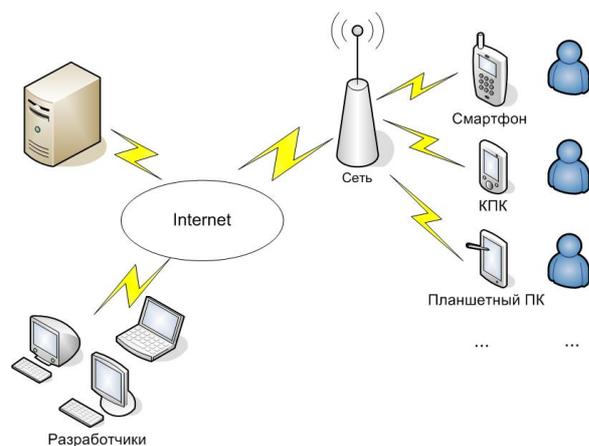


Рис. 1. Структура взаимодействия преподавателя, разработчиков, студентов в *M-learning*

Особенности методики преподавания по технологии *M-learning* состоят в доступности студентам учебного материала в любое свободное время в любом удобном месте, что невозможно было сделать при традиционном обучении из-за ограниченного времени работы библиотек и зачастую отсутствия учебной литературы в достаточном количестве. Технология *M-learning* позволяет решить про-

блему доступа к учебному материалу студентов-заочников, студентов обучающихся по дистанционной форме обучения, в том числе студентов с ограниченными возможностями. Наличие в контенте *M-learning* пояснений лектора одушевляет учебный процесс, что было не возможно при использовании учебников в электронной форме в виде текста с гиперссылками. И еще одна особенность заключается в краткости изложения материала, компактными логическими блоками, которые наиболее удобны при подготовке к экзамену.

Технические аспекты при разработке контента для мобильного обучения

Разработчики мобильного контента должны учитывать ряд технических аспектов: дизайн интерфейса, размер экрана, требования к энергопотреблению, конструктивные особенности ввода данных в устройство, коммуникационные особенности, а также обеспечение конфиденциальности и защищенности данных [6].

При разработке отдельных элементов видеолекций необходимо предварительно создать информативные графические объекты, в частности flash-ролики, отражающие процесс изложения учебной информации, а так же изображения и озвученный текст.

Для реализации указанных целей в данном случае были использованы программы Flash, Photoshop CS, Cool Edit Pro. Для изменения формата .swf созданных flash-фрагментов в удобный для дальнейшего монтирования был использован конвертер Sothink SWF to Video Converter, который бесплатно доступен в сети Интернет. Данное приложение является наиболее оптимальным (в качественном аспекте) для конвертирования flash-файлов.

При всем разнообразии монтажных программ предпочтение было отдано Adobe Premiere Pro, так как в здесь уделено особое внимание созданию цифрового видео, а также поддерживается большое количество устройств обработки цифрового видео и интеграция с другими продуктами компании Adobe. Данная программа захватывает и редактирует фактически любой формат видео.

Для получения минимального размера выходного файла и более комфортного использования его в дальнейшем была произведена процедура компрессии видеофайлов с помощью программного продукта ProCoder3. Фильтрация видеосигнала с помощью ProCoder позволил достигнуть максимального качества. При этом в ProCoder также включены дополнительные функциональ-

ные возможности, такие как цветокоррекция, подавление шумов и др.

При разработке курса лекций в формате мобильного контента нам удалось реализовать основные специфические особенности материала, такие, как например:

1) **доступность** - возможность доступа к контенту с большинства мобильных устройств;

2) **универсальность** – адаптированность видеопотока к устройству, поддержка большинства платформ;

3) **компактность** – компонент мобильного обучения более короткий по продолжительности и имеет малый размер выходного файла;

4) **высокий уровень микроэргономики** – высокое качество изображения при малом размере экрана.

Целесообразность применения технологии *M-learning*

В целях проверки целесообразности разработки и применения технологии *M-learning* были проведены опросы студентов о наличии технических устройств и об их использовании студентами в обучении. Полученные результаты опроса представлены на рисунке 2.

Кроме того, были выявлены используемые студентами способы доступа к сети Internet (рис. 3.).

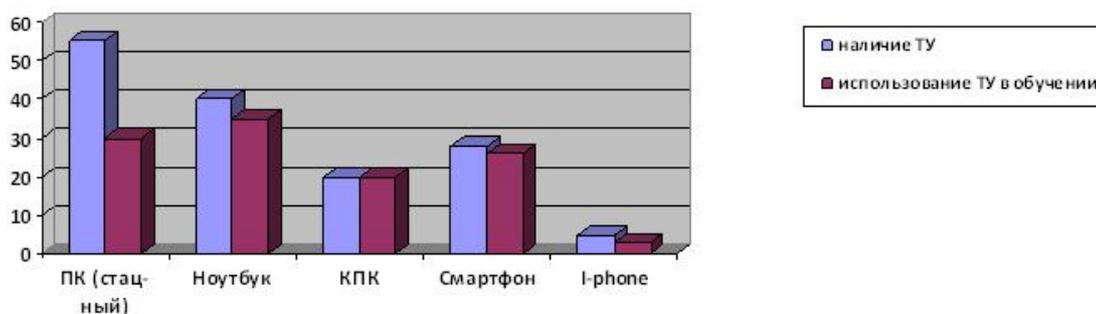


Рис. 2. Наличие технических устройств и их использование в учебном процессе



Рис. 3. Соотношение предпочитаемых студентами способов входа в сеть Internet

Для определения эффективности применения технологии *M-learning* были проведены мониторинг успеваемости студентов по начертательной геометрии, который показал прогресс в области увеличения числа студентов, усвоивших материал учебного курса. Данный факт подтверждается еще и тем, что значительно выросло число желающих участвовать во внутривузовской олимпиаде на начертательной геометрии.

Представленные результаты позволяют сделать выводы:

1. Студенты с удовольствием используют в обучении имеющиеся у них технические

устройства. Особенно популярны устройства с возможностями беспроводного выхода в информационное пространство;

2. Легкодоступность материала, логичность и краткость изложения положительно сказываются на уровне, качестве и прочности получаемых знаний.

Достоинства и значимость технологии *M-learning* в образовательном процессе

Значимость *M-learning* в образовании заключается в освоении новой современной информационно-содержащей технологии в целях повышения активности студентов, как в аудиторной, так и в самостоятельной работе. Возможности *M-learning* позволяют представлять учебный материал методами и технологиями не доступными ранее. *M-learning* актуален в реализации возможности обучения дистанцированных студентов в филиалах и представительствах; в легкодоступности использования в удобное время, в удобном месте. Разработка и применение *M-learning* упрощается технической грамотностью и открытостью студентов к использованию новых информационных технологий.

Достоинства *M-learning* в образовательном процессе очевидны и состоят в следующем:

1. Преимущество использования прогрессивных технологий в образовательном процессе;
2. Возможность использования низкобюджетных моделей портативных устройств (а именно МКТ);
3. МКТ меньше по габаритам, чем ПК или книга;
4. Возможность оперативного изменения и дополнения теоретического материала;
5. *M-learning* представляет собой элемент смешанной формы обучения и при необходимости легко дополняется другими вариантами;
6. Реализация мультимедийных технологий для прогрессивного, наглядного представления материала. Особенно это касается простран-

ственных объектов, рассматриваемых начертательной геометрией;

7. Реализация дистанционного обучения, где особо надо отметить, использование *M-learning* студентами с ограниченными возможностями;
8. Неограниченные по времени условия хранения и использования информации;
9. Современное и своевременное использование новых образовательных технологий, активирующих познавательный интерес студентов.

В настоящее время компоненты видеолекций по начертательной геометрии доступны с любых портативных устройств (рис. 4.) на бесплатном видеосервисе YouTube



Рис. 4. Пример интерфейса видеолекций по начертательной геометрии

Заключение

В результате проведенной работы выявлены основные принципы и условия реализации мобильного обучения, определены особенности образовательного контента для мобильных устройств и принципы его проектирования, а также установлены основные показатели использования мобильного контента в учебном процессе.

M-learning – технология ближайшего будущего, которая должна и будет развиваться, так как ее простота и доступность использования неоспорима и призвана, превращая учебный процесс в увлекательное занятие, насыщать студентов прочными, качественными знаниями, которые перерастая в компетенции формируют будущего высококвалифицированного специалиста, конкурентноспособного на рынке труда.

Библиографический список

1. By Hokyoungh Ryu, David Parsons, Innovative Mobile Learning: Techniques and Technologies / Publisher: Information Science Reference, 2008. – 434 p.
2. Баранова С. С., Кайгородцева Н. В., Лузгина В. Б. Разработка контента для мобильных уст-

ройств и использование его в современном образовательном процессе // Сборник научных работ Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ в области технологий электронного обучения в образовательном процессе. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2010. – Т. 1. – С. 319-326.

3. Лузгина В. Б., Кайгородцева Н. В., Баранова С. С. Мультимедийный комплекс по дисциплине «Начертательная геометрия» для мобильного обучения // Материалы IX международной научно-практической конференции-выставки «Единая образовательная информационная среда». – Новосибирск: НГТУ, 2010. – С. 188.

4. Mike Sharples, Big Issues in Mobile Learning // Learning Sciences: report of a workshop by the Kaleidoscope Network of Excellence Mobile Learning Initiative. – Research Institute, University of Nottingham, 2007. – P. 40.

5. Каминский А. Волновая природа восприятия информации [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://v-montaj.narod.ru/publik/St-14.html> (дата обращения 05.04.2014)

6. Sharples M., The design of personal mobile technologies for lifelong learning / M. Sharples // Computers & Education. – 2000. Vol. 34. – P. 177–193.

MOBILE VIDEOLECTURES ON DESCRIPTIVE GEOMETRY

N. V. Kaygorodtseva, V. Y. Volkov

Presented opportunities, expediency and effectiveness of development and application of mobile content in the students' independent work on the study of descriptive geometry to implement innovative technology mobile learning - (M-learning). II. 4. Bibl. 6.

Keywords: information technologies in education, independent work of students, distance learning, mobile telephone, M-learning.

Bibliographic list

1. By Hokyoungh Ryu, David Parsons, Innovative Mobile Learning: Techniques and Technologies / Publisher: Information Science Reference, 2008. - 336 p.
2. Baranov S. S., Kajgorodtseva N. V., Luzgin V. B. Developing content for mobile devices and their use in modern educational process // Bulletin of the all-Russian contest of research works in the field of e-learning technologies in the educational process. - Belgorod: Publishing house of BelSU, 2010. - So 1. - P. 319-326.
3. Luzgina V. B., Kajgorodtseva N. V., Baranov S. S. Multimedia complex on discipline «descriptive geometry» for mobile learning // proceedings of IX international scientific-practical conference-exhibition «a single educational information environment». - Novosibirsk: NSTU, 2010. - p.188.

УДК 514

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ И УНИВЕРСИТЕТЕ ДЖУНГБУ ЮЖНАЯ КОРЕЯ

В. А. Коновалов, Н. П. Бублова, О. Б. Ильясова

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию возможностей компьютерных технологий при обучении промышленному дизайну в Санкт-Петербургском университете кино и телевидения и университете Джунгбу Южная Корея.

Ключевые слова: методика преподавания, компьютерная графика, контроль.

Введение

Нами будут изучены методы повышения качества и скорости обучения, методика формирования объективности оценки результатов по сто бальной системе. Рассмотрим методику расширения содержания образования посредством академического обмена студентами и преподавателями. Будет проведён сравнительный анализ процесса обучения в данных университетах, выпускающих специалистов родственного профиля. Так же будут освещены возможности сопровождения, поддержки и контроля всего учебного процесса на сайте университета как для студентов и преподавателей, так и для администрации вуза.

4. Mike Sharples, Big Issues in Mobile Learning // Learning Sciences: report of a workshop by the Kaleidoscope Network of Excellence Mobile Learning Initiative. - Research Institute, University of Nottingham, 2007. - P 40.

5. A. Kaminsky the Wave nature of perception [Electronic resource]. - mode of access: <http://v-montaj.narod.ru/publik/St-14.html> (date of access 05.04.2014)

6. Sharples M., The design of personal mobile technologies for lifelong learning / M. Sharples // Computers & Education. - 2000. Vol. 34. - P. 177-193.

Кайгородцева Наталья Викторовна – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры инженерной геометрии и САПР Омского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – методика и технологии геометро-графического образования. Имеет 151 опубликованную работу. e-mail: kaygorodtseva@pisem.net

Волков Владимир Яковлевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой начертательной геометрии, инженерной и машинной графики Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основное направление исследований – многомерная исчислительная геометрия. Имеет более 200 опубликованных работ. e-mail: volkov_vy39@mail.ru

Краткая информация о Санкт-Петербургском университете кино и телевидения

История СПбГУКиТ (<http://www.gukit.ru/>) началась на заре XX века: 9 сентября 1918 года декретом Совнаркома РСФСР в Петрограде был учрежден Высший институт фотографии и фототехники.

История кафедры Компьютерной графики и дизайна берет свое начало со времени 1935/36 годов, когда на факультете создается предметная комиссия графики, преобразованная с 1938 года в кафедру, которой заведовал К.Д. Герасимов. В 1998 году состоялся первый выпуск по специальности «режиссер компьютерной графики». С 1999 года ведется

прием абитуриентов на специальность 051900, специализация 051905 «Анимация и компьютерная графика» с шестилетним сроком обучения.

Краткая информация об Университете Джунгбу (Joongbu)

Университету Джунгбу (<http://www.joongbu.ac.kr/eng/main/main.jsp>) в 2014 году исполнится 29 лет со дня основания. Основателем Университета Джунгбу является господин Бо Ен Ли.

Девиз Университета Джунгбу: Свобода, Правда, Творческий потенциал, Образование.

В структуре Университета Джунгбу есть родственные специальности нашему СПбГУ-КиТ: журналистика и коммуникации, реклама и связь с общественностью индустрия развлечений, компьютерные игры, театр и кино (режиссёрское отделение), фотография и видео, промышленный дизайн, *дизайн и анимация*.

Мы будем анализировать и сравнивать методики обучения компьютерной графике будущих дизайнеров и художников специализации «Анимация и компьютерная графика» в СПбГУ-КиТ и Джунгбу. Анализ обучения компьютерной графике будущих специалистов предполагает, во-первых, рассмотреть методики обучения, способствующие формированию готовности студентов к использованию информационных технологий в профессиональной деятельности; во-вторых, сравнить информационно-коммуникационную технологическую среду, в-третьих, сравнить содержание образования и возможности интеграции в этой сфере, с помощью академического обмена студентами и преподавателями; в-четвертых, сравнить методику повышения качества образования посредством формирования объективности оценки результатов по сто бальной системе.

Методики обучения

Метод обучения Краевский В.В., Хуторской А.В. определяют как «конструируемая с целью реализации в конкретных формах учебной работы модель кооперированной деятельности по преподаванию и учению, представленной в нормативном плане и направленной на передачу обучающимся и усвоение ими определенной части содержания образования» [2].

Наблюдая методы обучения в качестве обучающегося (3,5 месяца стажировки в Джунгбу) и в качестве преподавателя (1 год в Джунгбу), один из авторов статьи отмечает, что корейские преподаватели, так же как и российские, чаще применяют метод учебных проектов. Метод проектов – это способ достижения дидактической цели через деталь-

ную разработку проблемы, которая должна завершиться оформленным тем или иным образом практическим результатом [3].

Метод проектов осуществляется при деятельностно-личностного подходе и в большей степени индивидуальном общении с каждым студентом на всех этапах обучения. Один из основоположников гуманистической психологии Карл Роджерс считал, что «личностно-ориентированный подход основной акцент делает на организации познавательной деятельности ученика, с учетом его индивидуальных особенностей интеллектуального развития, особо подчеркивая уважение достоинства личности ученика...» [1].

С большой группой корейский преподаватель будет работать до 10 часов вечера, осуществляя именно индивидуальный подход: от каждого студента он будет добиваться самого высокого результата, на который тот способен. Если студент выполняет задания на высоком уровне, соответственно он получит больше информации и сложнее задания (из личного опыта). Студент, который показывает отличную успеваемость по всем дисциплинам, проявляя истинное рвение к знаниям, получает право бесплатного обучения в частном вузе. В каждой группе есть один-два таких студента определяющих ту планку качества обучения, до которой должны «дотянуться» остальные обучающиеся.

Информационно-коммуникационная технологическая среда

При использовании метода проектов информационное обеспечение учебной деятельности требует информационно-коммуникационной технологической насыщенной среды.

На кафедре компьютерной графики и дизайна СПбГУКиТ выполнена разработка технологической платформы пространственного композитинга анимационного фильма на основе ключевой фазовой анимации слоев растровой графики, создана технологическая платформа создания 3D-стереоэффекта рисованного анимационного фильма, разработана технологическая платформа создания анимационного фильма с использованием видео захвата движения на основе программного обеспечения VICON.

В СПбГУКиТ и Джунгбу преподаватель имеет доступ к мощному серверу, на котором хранятся вся учебная информация и работы студентов за многие годы. Таким образом, накапливается огромный опыт нескольких поколений, а не исчезает бесследно с уходом преподавателя новатора.

Содержание образования

На кафедре компьютерной графики и дизайна СПбГУКиТ прослеживается модульное формирование содержания курсов: минимальный, базовый, углубленный, профессиональный уровень. Такой способ структурирования содержания позволяет выбрать студенту индивидуальную траекторию обучения, применяя знания из различных областей интегрированных дисциплин. Студенты участвуют в проектах кафедры, соответственно своим желаниям и способностям. Студентами кафедры компьютерной графики и дизайна СПбГУКиТ ежегодно представляются анимационные фильмы на международные, региональные, городские и университетские фестивали. Работы, представленные кафедрой ежегодно получают дипломы и призы, в том числе: Диплом Российского 3D-стерео кинофестиваля, Благодарность за участие в Международной программе студенческих фильмов (Испания Valencianna), приз от ВГИК «За лучший анимационный фильм» и многие другие.

В Джунгбу также существует модульное содержание образования. Но выглядит это следующим образом: студент выбирает определённый набор модулей (некоторые из них обязательны, согласно будущей специальности) и изучает в течение семестра. В группе обучающихся могут быть студенты с разных курсов и разных специальностей. Студент имеет право: выбрать преподавателя, перейти в течение первых двух недель семестра к другому преподавателю, прослушать модуль второй раз, если не усвоит курс или желает повысить оценку. Корейское образование отличается от российского, прежде всего своей высокой степенью прикладного характера образования, максимально приближенного к будущей профессиональной деятельности.

Будущее образования за академической мобильностью.

Система обмена студентами и преподавателями учебных заведений разных стран - это не только конкретные действия и механизмы в области международного сотрудничества, но и обмен научным и культурным потенциалом, ресурсами, прогрессивными технологиями обучения. В 2010 году был подписан договор между СПбГУКиТ и Университетом Джунгбу об организации сотрудничества по основным направлениям учебной, научной и воспитательной деятельности. Две группы студентов из СПбГУКиТ с кафедры компьютерной графики и дизайна прошли стажировку на факультете Дизайна и анимации Университета Джунгбу.

Контроль качества обучения

В СПбГУКиТ внедряется, а в Джунгбу действует 100 балльная система оценок. В Университете Джунгбу создано информационное пространство, которое обеспечивает оперативной информацией студентов, преподавателей и администрацию. На своей страничке с индивидуальным кодом студент может: написать преподавателю сообщение, учебный план каждого занятия, домашнее задание, необходимую литературу, посмотреть только свои экзаменационные оценки, оценить работу преподавателя. Эту информацию видит только преподаватель и вышестоящая администрация.

Преподаватель на своей странице может: вывести список студентов своих групп с фотографией студентов, именем, кодом, курсом; заполнить учебный план и домашние задания; выставить экзаменационные оценки; заполнить документы отчётности по успеваемости студентов и вывести на печать. Объективная оценка складывается из следующих критериев: посещаемость, домашние задания, средний экзамен, активность на занятиях, итоговый экзамен. Ниже представлена таблица перевода в 5-ти балльную систему из 100-балльной в Университете Джунгбу (см. таб. 1.).

Таблица 1 — Перевод в 5-ти балльную систему из 100-балльной

Рейтинг	Оценка	Баллы
F	неудовлетворительно	50-0
C	удовлетворительно	60 - 70
B	хорошо	71 - 85
A	отлично	86 - 100

Программа с экзаменационными оценками устроена таким образом, что преподаватель может в группе поставить только: 30 % A; 40% B; 30 % C. Таким образом, преподаватель обязан не только выставить оценки, а

ранжировать знания студента в группе обучающихся, иначе файл не сохранится. Так Университет Джунгбу поддерживает высокий уровень качества обучения, свой рейтинг и здоровую конкуренцию между студентами.

Выводы

Международная деятельность направлена на интеграцию в международное академическое сообщество, повышение квалификации преподавателей и уровня подготовки специалистов, активизацию научного сотрудничества с зарубежными коллегами, расширение доступа к информационным и технологическим ресурсам. В этом смысле, опыт сотрудничества с Университетом Джунгбу очень ценен.

В своей статье мы постарались поделиться приобретённым опытом, который не требует каких то капитальных вложений, но его можно внедрить в наших вузах для повышения качества образования. Качество образования повысит рейтинг наших университетов. Российская система образования всегда считалась одной из лучших в мире. Если страна не будет обучать своих студентов на уровне, который соответствует мировым стандартам и запросам общества, то никакие реформы нам уже не помогут. Любой расцвет экономики страны начинался, прежде всего, с образования молодого поколения.

Библиографический список

1. Карл Роджерс, Джером Фрейберг «Свобода учиться», Издательство: Смысл, 2002 г.
2. Краевский В. В., Хуторской А. В. Основы обучения. Дидактика и методика: учеб. пособие для студ. вузов. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 352 с.
3. Полат Е. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования/ Под ред. Е. С. Полат – М., 2000 г.

METHODS OF TEACHING COMPUTER GRAPHICS ST. PETERSBURG UNIVERSITY OF FILM AND TELEVISION UNIVERSITY JOONGBU SOUTH KOREA

V. Kononov, N. Bublova, O. Ilyasova

This article is dedicated to exploring the possibilities of computer technology in teaching industrial design at the St. Petersburg University of Film and Television, University Joongbu South Korea. We will explore methods to improve the quality and speed of learning, method of forming the objective evaluation of

the results by hundred point scale. Consider expanding methodology of education content through academic exchange of students and teachers. There will be comparative analysis of the learning process in these universities preparing specialists the same specialty. We will highlight accompaniment opportunities, support and control of all educational process at the university site for students and teachers, and for the university administration.

Keywords: teaching methods, computer graphics, control

Bibliographic list

1. Carl Rogers, Jerome Freiberg «Freedom to learn» Publisher: Sense, 2002.
2. Krajewski V. V., Hutorskoy A. V. Fundamentals training. Curriculum and Methods: studies. Allowance for stud. Universities. - Moscow: Publishing Center "Academy», 2007. - 352.
3. Polat ES New teaching and information technology in education / ed. ES Polat - M., 2000.

Коновалов Василий Афанасьевич - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой компьютерной графики и дизайна Санкт-Петербургского Государственного Университета Кино и Телевидения (СПбГУКиТ). Основные направления научной деятельности - методология образовательного процесса художника анимации и компьютерной графики. Общее количество опубликованных работ: 130

Бублова Наталья Петровна - кандидат педагогических наук, доцент кафедры компьютерной графики и дизайна Санкт-Петербургского Государственного Университета Кино и Телевидения (СПбГУКиТ). Основные направления научной деятельности - методика преподавания компьютерной графики. Общее количество опубликованных работ: 30. E-mail: bublova@yandex.ru

Ильасова Ольга Борисовна - кандидат технических наук, доцент кафедры Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности – многомерная исчислительная геометрия. Общее количество опубликованных работ: 30. E-mail: ilyasovaolga@mail.ru.

УДК 378

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ

П. И. Фролова

***Аннотация.** Обоснована необходимость формирования функциональной грамотности студентов в качестве основы для дальнейшего развития учебно-познавательной компетентности будущих инженеров.*

***Ключевые слова:** грамотность, функциональная грамотность, учебно-познавательная компетентность, формирование и развитие, студент вуза.*

Введение

Современному обществу требуются люди, умеющие быстро адаптироваться к изменениям, происходящим в постиндустриальном мире. Объективной исторической закономерностью в информационном обществе в настоящее время является закономерное повышение требований к уровню образованности человека. В новых обстоятельствах процесс обучения в техническом вузе должен быть ориентирован на развитие компетентностей, способствующих реализации концепции «образование через всю жизнь». Общеустановленно, что предпосылкой развития любой компетентности является изначальное существование у индивида определённого уровня функциональной грамотности. Вследствие расширения хронологических границ усвоения человеком компонентов функциональной грамотности, порог функциональной грамотности имеет тенденцию к постоянному повышению. В настоящее время проблема формирования функциональной грамотности, способствующей развитию компетентностей студентов вуза ещё не нашла разрешения в педагогической науке и практике.

Основная часть

Функциональная грамотность является социально-экономическим явлением, связанным с благосостоянием населения и современного государства в целом [1, с. 10]. Закономерно, что с середины XX века проблема функциональной грамотности попала в поле зрения международных организаций, 1990 год был объявлен ЮНЕСКО Международным годом грамотности, ООН объявила 2003–2012 годы Десятилетием грамотности в широкой интерпретации этого понятия. Согласно основным концептуальным положениям ООН, впервые очертившим данную проблему как проблему десятилетия, низкая грамотность отнимает у людей возможность, ограничивает их потенциал, сокращает как политическую, так и экономическую активность. В мире существует несколько авторитетных междуна-

родных организаций, проводящих независимую интернациональную оценку образовательных результатов, к ним относятся такие структуры как Программа Организации Экономического сотрудничества и развития по Международной Студенческой Оценке (ПИЗА), Международная Ассоциация Оценки Достижения Образования (ИЕА), Международный Обзор Взрослой Грамотности (ИАЛС), Обзор Взрослой Грамотности и Жизненнонеобходимых Навыков (АЛЛ), «Прогресс в Международном Изучении Грамотности при Чтении» (ПИРЛС). Все вышеперечисленные организации в своих исследованиях выдвигают на первый план проблемы, которые вызваны низкой грамотностью не в развивающихся экономически отсталых странах, а в развитом современном мире [2].

Результаты исследований Международного Обзора Взрослой Грамотности показывают, что более 20 % взрослого населения (пятая часть жителей страны!) из 20 стран, участвующих в Обзоре, включая самые богатые, экономически стабильные и наиболее продвинутые страны, имели только элементарные навыки грамотности. При этом также в ходе исследования было установлено, что в среднем навыки грамотности других 20 % взрослого населения являются ниже того уровня, который, по мнению, Организации Экономического Сотрудничества и Развития, необходим для полного участия взрослых граждан в жизни данных обществ и их экономик [2]. Международная статистика демонстрирует, что каждая нация, каждое государство озабочено проблемой грамотности собственного населения, начиная от беднейших из бедных стран до технологически развитых и экономически мощных государств.

Современные исследования и представления о грамотности значительно расширились, так что теперь грамотность связывают со способностью использовать различные уровни анализа, степени абстракции, более сложные игры символами, применение тео-

ретических знаний и других навыков, которые лежат вне простого умения читать и писать. Осознание грамотности в постиндустриальном обществе не может являться ответом на простой вопрос: «Умеет ли данный человек читать и писать?» Концепция грамотности стала чрезвычайно сложной, и она демонстрирует, как соотносится грамотность с индивидуальным и национальным благосостоянием. Грамотность стала существенной частью ткани современных обществ, нитью, связывающей все аспекты жизни и живущего в современном мире человека. Проще говоря, грамотность – это возможность передавать свои идеи и влиять на людей [3]. Однако, грамотность играет важную роль во многих других областях жизни. Грамотность обеспечивает доступ к возможностям образования, позволяет найти лучшую работу и достичь более высоких финансовых результатов [3, 4].

Согласно концепции ООН достижение грамотности в современном обществе подразумевает нечто большее, чем приобретение основных ее навыков. Основные навыки являются предпосылкой для дальнейшего развития, а следующей задачей является гарантия того, что индивидуумы способны, насколько это возможно в условиях их жизнедеятельности, полноценно и эффективно функционировать как граждане, как родители, как члены общества и работники. Речь идет о функциональной грамотности, в противоположность основной элементарной грамотности, о навыках, включающих в себя навыки жизни, которые превосходят умение просто читать и писать, это то, чему люди должны научиться, чтобы выполнять требования современной жизни.

В современных педагогических исследованиях понятие «функциональная грамот-

ность» рассматривается в рамках компетентностного подхода, на основе которого в настоящее время осуществляется модернизация российского образования.

Формирование компетенций происходит средствами содержания образования. В итоге у обучаемого развиваются способности и появляются возможности решать в повседневной жизни реальные проблемы – от бытовых, до производственных и социальных. А. В. Хуторской отмечает, что образовательные компетенции включают в себя компоненты функциональной грамотности обучаемого, но не ограничиваются только ими [5, с. 115].

Анализ теоретических и практических работ ученых, занимающихся исследованием компетентности и компетенций в современных образовательных условиях (А. В. Хуторского, И. А. Зимней, О. Епишевой, В. Майер, О. С. Советовой, В. Н. Куницыной, В. Д. Шадрикова, Г. Ключарева, Е. И. Огарева и др.) в контексте рассмотрения *функциональной грамотности студента вуза* как уровня образованности, являющегося необходимой составляющей современного профессионального образования, представляющего совокупность предметных, межпредметных, интегративных знаний, умений, навыков и способов решения функциональных проблем, которые применяются обучаемыми в процессе деятельности, связанной с процессом восприятия, преобразования информации, решения типовых учебных и профессиональных задач, а также задач взаимодействия с обществом, приходим к выводу, что чаще всего составляющие функциональной грамотности рассматриваются как компонент учебно-познавательной, коммуникативной и социальной (социально-трудовой) компетентности (табл. 1).

Таблица 1 — Функциональная грамотность студентов в структуре компетентностного подхода

Вид компетентности	Компоненты функциональной грамотности
1	2
Учебно-познавательная компетентность	- умение организовывать целеполагание, планирование, анализ, рефлекссию, самооценку учебно-познавательной деятельности (А.В. Хуторской), умение учиться (В.Д. Шадриков) - владение типовыми навыками продуктивной деятельности: добыванием знаний непосредственно из реальности, владением приемами действий в стандартных ситуациях (А.В. Хуторской, Всемирный конгресс по инженерному образованию) - умение отличать факты от домыслов, владение измерительными навыками, использование вероятностных, статистических и иных методов познания (А.В. Хуторской) - определенный уровень развития интеллектуальных и мыслительных действий, таких как анализ, синтез, сравнение, систематизация, обобщение, прогнозирование, соотнесение результата действия с выдвигаемой целью (И.А. Зимняя)

Продолжение Таблицы 1

<p>Коммуникативная компетентность</p>	<ul style="list-style-type: none"> - способность к взаимодействию с другими людьми (А.В. Хуторской, О. Епишева, В. Майер, Всемирный конгресс по инженерному образованию) - умение представить себя, написать письмо, анкету, заявление, задать вопрос, вести дискуссию (А. В. Хуторской) - уметь выступать и публично представлять результаты работы (в том числе в сопровождении «презентации»), делать ясным смысл своих высказываний для других (речевые умения) (О. Епишева, В. Майер) - уметь работать с письменной информацией, читать и анализировать информацию, писать тексты различного рода (О. Епишева, В. Майер, Всемирный конгресс по инженерному образованию)
<p>Социальная компетентность (социально-трудовая компетентность)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - уместность высказываний, отсутствие трудностей в письменной речи, вариативность интерпретации информации (В. Н. Куницына) - общаться в устной и письменной форме на родном и иностранном языках (И. А. Зимняя, Всемирный конгресс по инженерному образованию) - знание норм и ограничений в общении, знание обычаев, традиций, этикета в сфере общения, соблюдение приличий, воспитанность (В. Н. Куницына, И. А. Зимняя) - этика трудовых и гражданских взаимоотношений (А. В. Хуторской, Всемирный конгресс по инженерному образованию) - экономические представления, включающие поведение на рынке труда (В. Д. Шадриков) - ориентация в коммуникативных средствах, свойственных разной социальной среде (В. Н. Куницына) - знания и опыт в социально-трудовой сфере (права потребителя, покупателя, клиента, производителя) (А.В. Хуторской) - минимально необходимые для жизни в современном обществе навыки социальной активности и функциональной грамотности (А.В. Хуторской) - принимать, сохранять, обрабатывать, распространять и преобразовывать информацию (библиотечные каталоги, информационные системы, Интернет, электронная почта) (И. А. Зимняя, В. Д. Шадриков) - деятельность составляющая, основанная на системных междисциплинарных, структурированных знаниях, множестве разноуровневых умений, саморегулируемых по их применению на практике, например, умений проектировать, диагностировать, исследовать, рассчитывать, конструировать. (И. А. Зимняя, Всемирный конгресс по инженерному образованию), эксплуатационные умения (В. Д. Шадриков)

Подвергнув рассмотрению два взаимосвязанных понятия «функциональная грамотность» и «компетентность», можно сделать вывод, что среди исследователей нет единого мнения относительно того, какая компетентность может быть ведущей (основной) в процессе формирования функциональной грамотности студентов технического вуза, но, очевидно, что в каждой из рассмотренных компетентностей содержатся определённые компоненты функциональной грамотности, при этом надо особо отметить такой факт, как наличие аналогичных компонентов функциональной грамотности в разных видах компетентности [6].

Следовательно, в рамках компетентного подхода функциональная грамотность студентов вуза основана на сочетании трех основных видов компетентности и может быть схематично представлена в виде *базовой составляющей*, находящейся в области пересечения ареалов учебно-познавательной, коммуникативной и социальной компетентности, и *вариантной составляющей*, имеющей собственное содержа-

тельное наполнение в каждой из названных выше компетентностей, что представлено на рис. 1.



Рис. 1. Функциональная грамотность студентов как структурный компонент учебно-познавательной, коммуникативной и социальной компетентности

Функциональная грамотность студентов вуза рассматривается в качестве основы для дальнейшего развития компетентности, «по-

сколько именно наличие определённого уровня функциональной грамотности определяет образовательный базис развивающейся компетентности» [7, с. 20].

В рамках педагогического исследования необходимо выявить среди образовательных компетентностей студентов технического вуза тот вид компетентности, для развития которого функциональная грамотность является первоначальной и предоставляет максимальную стартовую образовательную возможность.

Необходимо учитывать анализ изменений в позиции студента (исследования Н. К. Сергеева, Н. М. Борытко, Ф. У. Базаевой), а именно: в процессе обучения выделяется четыре фазы в развитии профессиональной подготовки: *адаптации* к процессу обучения в вузе (1–2-й семестры), *ученичества* (3–5-й семестры), *ориентации в профессии* (6–7-й семестры) и *профессионального самоопределения* (8–10-й семестры). «Привязка» данных фаз к семестрам обусловлена распределением содержания учебного материала и видов учебной деятельности, которые во многом предполагают соответствующую позицию обучаемого; они справедливы для большинства студентов вне зависимости от стадии их профессионально-личностной самореализации или иных факторов [8, с. 15].

При более детальном рассмотрении *фаза адаптации* характеризуется тем, что первокурсник, выбрав определённую деятельность в качестве профессионального труда, ещё испытывает неуверенность в своем выборе. Собственно профессиональный интерес отстывает на второй план сразу же после поступления в вуз, когда начинающий студент сталкивается с непривычными для него формами организации обучения (лекция, семинарское или практическое занятие), видов учебной деятельности (необходимость самостоятельной подготовки, конспектирования, отсутствие единых учебников и т. д.), контроля (курсовая работа, коллоквиум, зачет, семестровый экзамен), взаимоотношений с преподавателями и студентами (относительная «безнадзорность», свобода посещения занятий и выполнения заданий и пр.).

Фаза ученичества характеризуется окончательным переходом студента от выбора профессии и романтических мечтаний о ней к профессиональной подготовке. Для большинства студентов она связана с повышенным вниманием к дисциплинам предметной подготовки, стремлением достичь успехов в их усвоении. При этом нередко данное стремление выражается в пренебрежитель-

ном отношении к общеобразовательным и гуманитарным дисциплинам [8, С. 16].

Процесс изучения гуманитарных дисциплин студентами технического вуза хронологически совпадает с фазами адаптации и ученичества, для которых наиболее значимыми являются проблемы, с которыми студенты встречаются как субъекты учебно-познавательной деятельности.

Специфика адаптивной ситуации студентов младших курсов технического вуза выделяется И.А. Варламовой: «Студенты, включаясь в учебный процесс технического вуза, почти не сталкиваются с профессиональной деятельностью, так как основным их видом деятельности, как и в школе, остаётся учебно-познавательная деятельность» [9].

Компетентности обладают деятельностным характером (Дж. Дьюи, Дж. Равен, И. А. Зимняя), а основной деятельностью в студенческом возрасте должна стать на первом этапе обучения учебно-познавательная деятельность и на втором этапе обучения учебно-профессиональная деятельность, направленные на овладение нормативной системой деятельности (Г. А. Атанов, Э. Ф. Зеер, Г. А. Бордовский, А. А. Нестеров, С. Ю. Трапичын). Следовательно, формирование функциональной грамотности в процессе изучения гуманитарных дисциплин первоначально в качестве основы для развития учебно-познавательной компетентности студентов технического вуза.

В учебно-познавательной деятельности студент - будущий специалист должен приобрести и усовершенствовать такие умения, которые будут содействовать его профессиональному становлению, выступают как средство приобретения специальности.



Рис. 2. Функциональная грамотность студентов как структурный компонент учебно-познавательной компетентности

Функциональная грамотность студентов вуза должна рассматриваться как компонент (базовая составляющая) учебно-

познавательной компетентности студентов, что представлено на рисунке 2.

Успешность учебной деятельности в период обучения обуславливает в будущем эффективность профессиональной деятельности специалиста и, следовательно, достижение высокого уровня самореализации в жизни [10], следовательно, формирование функциональной грамотности в качестве основы развития учебно-познавательной компетентности в настоящее время становится одним из актуальных вопросов высшего образования.

Выводы

Таким образом, в современных условиях процесс овладения компонентами функциональной грамотности продолжается практически всю жизнь. Понятие «функциональная грамотность» рассматривается в педагогической науке в рамках компетентностного подхода, что определяет значимость рассматриваемой проблемы. Формирование функциональной грамотности студентов является основой для дальнейшего развития учебно-познавательной компетентности будущих инженеров[6].

Библиографический список

1. Танган С. А. «Новая грамотность» в развитых странах // Советская педагогика. – 1990. – № 1. – С. 3–17.
2. United nations Literacy Decade: education for all; International Plan of Action: implementation of general Assembly resolution 56/116, p. 4
3. Literacy and the New Work Order, National Institute of Adult Continuing Education, London, 1998, pp. 1–8.
4. Daniel Boothby, Literacy Skills, Occupational Assignment and the Returns to Over- and Under-Education, Statistics Canada and HRDC, January 2002.
5. Хуторской А. В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 416 с.
6. Фролова П. И. Формирование функциональной грамотности как основа развития учебно-познавательной компетентности студентов технического вуза в процессе изучения гуманитарных дисциплин: монография. – Омск: СибАДИ, 2012. – 196 с.
7. Акатова Т. И. Языковая функциональная грамотность и языковая культура студентов: Психолого-педагогический аспект: монография. – М.: ИТК «Дашков и К», 2006. – 237 с.
8. Базаева Ф. У. Дидактические условия самореализации будущего учителя в процессе его подготовки в вузе: Автореферат дис. канд. пед. наук. – Волгоград, 2004.
9. Варламова И. А. Адаптация студентов младших курсов к профессиональному образованию в технических вузах: Автореферат дис. канд. пед. наук. – Магнитогорск, 2006.
10. Каганов А. Б. Рождение специалиста: профессиональное становление студента. – Минск: Изд-во БГУ, 1983. – 111 с.

THE DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL LITERACY AS THE BASIS OF UNIVERSITY STUDENTS' EDUCATIONAL (COGNITIVE) COMPETENCY

P. I. Frolova

The necessity of developing students' functional literacy as the basis of future engineers' further educational and cognitive competency advancement is substantiated.

Keywords: literacy, functional literacy, educational and cognitive competency, formation and development, university students.

Bibliographic list

1. Tangyan S. A. «New literacy» in developed countries // Soviet pedagogy. - 1990. - № 1. - P. 3-17.
2. United nations Literacy Decade: education for all; International Plan of Action: implementation of general Assembly resolution 56/116, p. 4
3. Literacy and the New Work Order, National Institute of Adult Continuing Education, London, 1998, pp. 1–8.
4. Daniel Boothby, Literacy Skills, Occupational Assignment and the Returns to Over- and Under-Education, Statistics Canada and HRDC, January 2002.
5. Khutorskoy A. V. Didactic heuristics. Theory and technology of creative teaching. Moscow, MSU Publ., 2003. 416 p.
6. Frolova P. I. Forming functional literacy as basis for development teaching-learning competence of students during humanities study at technical university : monograph. - Omsk: SibADI, 2012. - 196 p.
7. Akatova T.I. Language functional literacy and language culture of students: Psychological-pedagogical aspect: monograph. - M: «Dashkov and To», 2006. - 237 p.
8. Bazayeva F. U. Didactic conditions of self-realization of a future teacher during his study in high school: abstract of the dissertation of the candidate of pedagogical science. - Volgograd, 2004.
9. Varlamova I. A. Adaptation of younger courses students to vocational education in schools: abstract of the dissertation of the candidate of pedagogical science. - Magnitogorsk, 2006.
10. Kaganov A. B. Genesis of a specialist: the professional development of a student. - Minsk: BSU Publ., 1983. - 111 p.

Фролова Полина Ивановна - кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Инженерная педагогика», Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: психолого-педагогические вопросы образования, психолингвистика, культура речи. Общее количество опубликованных работ - 60. E-mail: frolopi4774@mail.ru

Ровесник СиБАДИ Игорь Андреевич Недорезов



Игорь Андреевич Недорезов родился 22 августа 1930г. в г. Красноярске. Вскоре семья переехала в г. Омск. Родители Игоря Андреевича были простыми тружениками. Мама, Екатерина Васильевна, работала в Иртышском речном пароходстве, папа – Андрей Иванович – судовой механик. Дед Игоря Андреевича тоже трудился в пароходстве.

После окончания школы №37 семнадцатилетний Игорь поступает в СиБАДИ на факультет «Дорожные машины», а в 1953г.с отличием заканчивает институт.

Трудовую деятельность он начал в тресте «Мелеоводстрой», механиком, затем переезд в г. Новосибирск.

С 1958г. судьба И.А. Недорезова связана с Москвой и Научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИС), где он проработал 52 года.

В 1976г. Игорь Андреевич защитил докторскую диссертацию. С 1977 по 1987гг. он по совместительству профессор МАДИ, с 1992г. – профессор МВТУ им. Н.Э. Баумана.

Более 30 лет Игорь Андреевич был председателем ГЭК (ГЭК) по защите дипломных проектов по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» в СиБАДИ.

Под руководством профессора Недорезова Игорь Андреевич защитили кандидатские диссертации более 40 соискателей, а его ученики Савельев А.Г. (Москва), Зедгенизов В.Г. (Иркутск), Кабашев И.К. (Алматы) стали докторами технических наук.

Крупный российский ученый в области дорожно-строительных машин и механизации строительства, он был известен и за рубежом: Игорь Андреевич выступал с докладами на международных конференциях в Японии и Англии.

Профессор Недорезов И.А. предложил новый, вероятностный показатель эффективности землеройных машин – производственный потенциал. Разработал статистическую шкалу сопротивления грунтов резанию и копанию рабочими органами землеройных машин. Результаты этих разработок отражены во многих учебниках и учебных пособиях для вузов.

Талантливый человек талантлив во всем. Ученый Недорезов Игорь Андреевич был романтик в душе и писал стихи. Вышло три сборника его произведений. Фрагмент одного из них:

«...Когда-нибудь листком календаря
С моей второю самой главной датой
Жизнь, оборвавшись, отлетит куда-то,
В движении материи паря...»

Коллектив факультета «Нефтегазовая строительная техника»

ФГБОУ ВПО «СиБАДИ»

**Требования к оформлению рукописей,
направляемых в научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ»
(входит в перечень ВАК)**

Для публикации в Журнале 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; Экология и эргономика.**

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.

- структурировать рукопись, используя подзаголовки: **введение; основная часть, выводы, литература** и т.п.. Части статьи озаглавливаются (шрифт полужирный, 10 пт).

В редакцию необходимо предоставить следующие материалы:

- текст рукописи на русском языке в электронной 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;**

- **Регистрационная карта 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** доктора наук, заверенная в отделе кадров той организации, в которой работает рецензент;

- **Экспертное заключение** о возможности опубликования в открытой печати;

- **Лицензионный договор** между ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и авторами;

- **Справка 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 человек. Формата 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 (на русском языке объемом до 7 строк). 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** (ж, 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.

Ссылки на литературные источники в тексте библиографический список оформляется общим списком в конце статьи (размер шрифта 9 пт.) на русском языке в с

соответствии с действующим ГОСТом к библиографическому описанию. Библиографическая ссылка (Затекстовые библиографические ссылки); ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например [1]; в библиографическом списке приводятся только те источники, на которые есть ссылка в тексте, использование цитат без указания источника информации запрещается;

В конце рукописи, после библиографического списка, размещается:

Аннотация на английском языке. Название статьи (шрифт полужирный, 10 пт.) и авторы - инициалы, фамилия (шрифт обычный, 10 пт.), выравниваются по центру. Текст аннотации (шрифт 10 пт.) выравнивается по ширине.

После аннотации размещают **информацию об авторе** (шрифт 9 пт. курсив): фамилия, имя, отчество – ученая степень и звание, должность и место работы. Основное направление научных исследований, общее количество публикаций, а также адрес электронной почты.

Реферат статьи, предназначенный для публикации в реферативном журнале, составляется на русском и английском языках и помещается в отдельном файле.

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;

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>

ВЕСТНИК СИБАДИ

Выпуск 1 (35) - 2014

Главный редактор

В. Ю. Кирничный
Ректор ФГБОУ ВПО «СИБАДИ»

Заместитель главного редактора

В. В. Бирюков
Проректор по научной работе

Информация о научном рецензируемом журнале
«Вестник СИБАДИ» размещена на сайте:
<http://vestnik.sibadi.org>

Контактная информация: e-mail: **Vestnik_Sibadi@sibadi.org**;
Почтовый адрес: 644080, г. Омск, просп. Мира, 5.
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия.
Редакция журнала «Вестник СИБАДИ»,
патентно-информационный отдел – каб. 3226. тел. (3812) 65-23-45

Компьютерная верстка
Юренко Т.В.

Ответственный за выпуск
Юренко Т.В.

Печать статей произведена с оригиналов,
подготовленных авторами.

Подписано в печать 19. 02. 2014 г.
Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial
Печать оперативная. Бумага офсетная
Усл. печ. л. 12,75. Тираж 500 экз.

Отпечатано в подразделении оперативной полиграфии УМУ ФГБОУ ВПО СИБАДИ
Россия, 644080, г. Омск,
пр. Мира, 5