

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 2 (24)

Омск
2012

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

Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. - № 2 (24). - 2012. - 156 с.
Учредитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-46612 от 16 сентября 2011 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Научный рецензируемый журнал «**Вестник СибАДИ**» входит в **перечень ведущих периодических изданий рекомендованных ВАК** решением президиума ВАК от 25.02.2011
 Входит в международный каталог Ulrich's International Periodicals Directory.

Редакционная коллегия:

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";
Зам. главного редактора – Завьялов А. М. д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Исполнительный редактор – Архипенко М. Ю. канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Выпускающий редактор – Юренко Т. В.

Члены редакционной коллегии:

Витвицкий Е. Е.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Волков В. Я.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Галдин Н. С.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Епифанцев Б. Н.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Жигадло А. П.	д-р пед. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Кадисов Г.М.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Матвеев С. А.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Мещеряков В. А.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Мочалин С.М.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Певнев Н. Г.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Плосконосова В. П.	д-р филос. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Пономаренко Ю.Е.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Прокопец В.С.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Сиротюк В. В.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Смирнов А.В.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
Щербakov В. С.	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

Editorial board

Kirnichny V.	Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Editor-in-chief
Birukov V.	Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief
Zavyalov A.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief
Arkhpenko M.	Candidate of Technical Science, SibADI, Executive Editor
Yurenko T.	Publishing Editor

Members of editorial board

Vitvitsky E.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Volkov V.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Galdin N.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Epifantzev B.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Jigadlo A.	Doctor of Pedagogical Science, Professor SibADI
Kadisov G.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Matveev S.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Mescheryakov V.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Mochalin S.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Pevnev N.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Ploskonosova V.	Doctor of Philosophy, Professor SibADI
Ponomarenko Yu.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Prokopets V.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Sirotyk V.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Smirnov A.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
Scherbakov V.	Doctor of Technical Science, Professor SibADI

Адрес редакции: 644080. Россия, г. Омск, пр. Мира, 5, каб. 3232.
 E-mail: Vestnik_Sibadi@sibadi.org , <http://www.sibadi.org>

Издательство Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»

Подписной индекс 66000 в каталоге агентства "РОСПЕЧАТЬ"
 Издаётся с 2004 г.
 С 01.01.2008 – издаётся ежеквартально

© Сибирская государственная
 автомобильно-дорожная
 академия (СибАДИ), 2012

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Бояркина И. В. Основные параметры кинематики поворота погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой	7
Войтенков С. С. Применение методики оперативного планирования работы автомобилей в совокупности средних автотранспортных систем при перевозках песка и щебня	11
Зедгенизова А. Н., Зедгенизов А. В. Оценка генерации поездок торгово-деловым центром, включающим различные объекты тяготения	18
Малюгин П. Н., Ковригин В. А. Расчет температуры покрытия барабана изо льда при испытаниях шин	23
Петров В. В., Кашталинский А. С. Управление транспортными потоками с учетом их стохастичности	27

РАЗДЕЛ II

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Бедрин Е. А., Завьялов А. М., Завьялов М. А. Прогнозирование термической (тепловой) устойчивости основания земляного полотна автомобильных дорог	30
Боброва Т. В., Слепцов И. В. Комплексный критерий эффективности парка машин для содержания сети дорог	33
Гутарева Н. А. Вопросы теории и гидратации минеральных вяжущих веществ	38
Ефимов П. П. Металлические пролётные строения с железобетонной литой проезды с управляемым напряжённым состоянием объединённой системы	41
Кадисов Г. М. К определению собственных форм вантового моста смешанным методом	45
Кузнецова И. Н., Ращупкина М. А. Процессы коррозии цементного камня в его структуре	49
Матвеев С. А. Расчет многослойной дорожной конструкции с ортотропными слоями	52
Прокопец В. С., Галдина В. Д., Подрез Г. А. Оптимизация рецептурных и технологических факторов при изготовлении битумо-минеральных композиций на пористом заполнителе	57
Сологаев В. И. О моделировании геофильтрационных задач при проектировании автомобильных дорог	64
Столбов Ю. В., Столбова С. Ю., Нагаев Д. О., Пронина Л. А. Анализ методов расчета точности геодезического контроля высотного положения оснований и покрытий автомобильных дорог	69
Семашкин К. В., Шестаков В. Н. Изменение коэффициента фильтрации глинистых грунтов после их обработки растворами NAOH	73

РАЗДЕЛ III

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Гольчанский М. А., Архипенко М. Ю., Хохлов В. В. Математическое описание профилировщика	78
Ляшков А. А., Волков В. Я. Отображение ортогональным проецированием поверхности, заданной уравнением в неявной форме	81
Сорокин В. Н., Захаренков Н. В. Исследование активной пневматической системы демпфирования продольно-угловых колебаний автотранспортных средств	86
Шабалин Д. В., Терещенко Е. С. Влияние температуры наддувочного воздуха на рабочий процесс дизельного двигателя	90
Яковенко К. С., Тарасов В. Н. Современный метод доказательства формул Бейкера	94

РАЗДЕЛ IV
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Бирюков В. В. Оценка эффективности инвестиционных проектов развития транспортных систем: эволюция и развитие подходов	97
Кирничный В. Ю. Национальная транспортная система: тенденции и факторы развития в современных условиях	102
Нарежнева О. В., Рябова Н. Ю. Характеристика элементов институциональной структуры холдингов	107
Рыженко Л. И. Сети трансфера технологий, основанные на смысловых экспертных системах	114
Савченко Д. С. Оценка эффективности кооперационного взаимодействия предпринимательских структур	119
Сафронов К. Э. Роль доступного общественного транспорта в социально-экономическом развитии городов	125
Плосконосова В. П. Развитие российского предпринимательства в условиях долговременных вызовов	130
Хаирова С. М. Маркетинговое и логистическое обеспечение услуг транспортно-экспедиционных организаций региона	136

РАЗДЕЛ V
ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Климкович Е. Я. Иноязычная профессионально-ориентированная коммуникативная компетенция как неотъемлемая часть профессиональной компетентности будущих специалистов в области информационных технологий	141
Мардахаев Л. В., Никитина Н. И. Современные педагогические парадигмы непрерывного профессионального образования специалистов социальной сферы в университетском комплексе	152

CONTENTS

PART I

TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

Boyarkina I. V. The main parameters of the kinematics of the turning truck with a hinged - articulated trucks	7
Voitenkov S. S. Application of the cargo transportation operational planning technique by lorry sending in the set of average cargo transportation systems in sand and gravel delivery	11
Zedgenizov A. V., Zedgenizova A. N. Assessment of generation trips trade and business center that includes a variety of objects of gravity	18
Malugin P. N., Kovrigin V. A. Calculation Temperature of Icy Coating Drum During Testing of Tires	23
Petrov V. V., Kashtalinsky A. S. Traffic control with a glance of its stochasticity	27

PART II

ENGINEERING. BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

Bedrin E. A., Zavyalov A. M., Zavyalov M. A. Prognosis of thermal stability of road basis	30
Bobrova T. V., Sleptsov I. V. The complex criterion of effectiveness road machines fleet to maintain the road network	33
Gutareva N. A. Theory and hydration of mineral binders	38
Efimov P. P. Spans with metal reinforced concrete roadway slabs and controlled stress condition of the joint system	41
Kadisov G. M. Definition of own forms of a cable stayed bridge by a mixed method	45
Kuznetsova I. N., Raschupkina M. A. Processes of corrosion of a cement stone in its structure	49
Matveev S. A. Modeling and calculation of multilayers reinforced plate on the elastic base	52
Galdina V. D., Prokopets V. S., Podrez G. A. Optimization the recipe and technology factors at manufacturing bitumen mineral of compositions on the porous filler	57
SologaeV. I. On the modeling geofiltration problems in the design of highways	64
Stolbov Y. V., Stolbova S. Y., Nagaev L. A., Pronina L. A. The analysis of methods of calculation of accuracy geodetic control of high rise position of the bases and coverings of highways	69
Semashkin K. V., Shestakov V. N. Change of factor of the filtration clayey soil after their processing by solutions NAON	73

PART III

MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

Golchansky M. A., Archipenko M. Y., Khokhlov V. V. Mathematical description profiler	78
Lyashkov A. A., Volkov V. J. Orthogonal projection of the surface, display the specified equation in implicit form	81
Sorokin V. N., Zaharenkov N. V. Investigation of vehicles pneumatic active damping system of longitudinal angular oscillations	86
Shabalin D. V., Tereshenko E. S. The influence of temperature of inlet air to the working process of the diesel engine	90
Yakovenko K. S., Tarasov V. N. The modern method of the proof of Baker formulas	94

**PART IV
ECONOMICS AND MANAGEMENT**

Birukov V. V. Estimation of efficiency of projects of development of transport systems the evolution and development of approaches	97
Kirnichny. V. Y. National transportation system development trends and factors in modern conditions	102
Narezhneva O. V., Ryabova N. Yu. Characteristic elements of the institutional structure of holdings	107
Ryzhenko L. I. Technology transfer network based on semantic expert systems	114
Savchenko D. S. Assessment of efficiency of cooperation enterprise structures	119
Safronov K. E. Role of accessible public transport in socio-economic development of cities	125
Ploskonosova V. P. Development rassion in entrepreneurship in long time	130
Khairova S. M. Marketing and logistics support forwarding services organizations in the region	136

**PART V
GRADUATE EDUCATION**

Klimkovich E. Y. Subject-related communicative language competence of future IT specialists as an integral part of their professional competences	141
Mardahaev L. V, Nikitina N. I. Paradigms of modern vocational training of experts of social sphere And their use in educational process of a university complex	146

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТ.

ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 621.828

**ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КИНЕМАТИКИ ПОВОРОТА ПОГРУЗЧИКА
С ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОЙ РАМОЙ**

И. В. Бояркина

***Аннотация.** Выполнен кинематический анализ погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой, который является основой проектирования одноковшовых фронтальных погрузчиков. Получены корреляционные функции радиусов поворота от грузоподъемности погрузчика.*

***Ключевые слова:** режим поворота, кинематика, основные параметры, шарнирно-сочлененная рама, радиусы поворота.*

Введение

Для фронтального погрузчика режимы маневрирования передним и задним ходом с минимальными радиусами поворота являются основными.

Основные параметры режима поворота

Максимальная производительность фронтального погрузчика достигается при минимальном значении времени цикла $T_{Ц}$. На практике в условиях эксплуатации уменьшение времени цикла погрузчика достигается путем уменьшения или полного исключения из траектории движения погрузчика в рабочем цикле прямых отрезков траектории. Таким образом, для фронтального погрузчика режимы маневрирования передним и задним ходом с минимальными радиусами поворота являются основными. Теория поворота транспортных средств получила развитие в теории автомобиля [1]. При повороте автомобиля управляемые колеса обычно поворачиваются на углы, не превышающие $15 \div 20^\circ$, а по времени криволинейные движения составляют малую долю от времени работы автомобиля.

В теории автомобиля хорошо изучена теория кинематики поворота автомобиля с управляемыми поворотными колесами. Средний радиус R поворота автомобиля с управляемыми колесами определяется по формуле:

$$R = Lctg\theta_{ПОВ}, \quad (1)$$

где $\theta_{ПОВ}$ – средний угол поворота колес автомобиля; L – база автомобиля.

В базовой формуле (1) отсутствуют углы увода и боковые деформации шин. Рассмотрим с этих позиций кинематику поворота шарнирно-сочлененной рамы. Кинематикой называют раздел механики, в котором исследуются движения тел без учета действующих на них внешних сил [2]. Для машин с шарнирно-сочлененной рамой рассматривается кинематика движения для минимальных радиусов поворота при максимальных углах поворота $35 - 40^\circ$.

Поворачиваемость погрузчика – это свойство фронтального погрузчика совершать повороты с заданной кривизной движения на местности, которое обеспечивает движение в плане по траектории, заданной водителем. Чем меньше радиус поворота погрузчика, тем больше кривизна траектории и лучше поворачиваемость погрузчика при условии обеспечения его устойчивости. Основным показателем оценки устойчивости погрузчика является радиус поворота. Для повышения устойчивости некоторые фирмы ограничивают угол складывания полурам фронтального погрузчика.

На рис. 1 показана схема кинематики поворота фронтального погрузчика на горизонтальной поверхности.

Поворот погрузчика ограничивается продольной устойчивостью машины при движении с грузом в ковше. Ширина колеи $B_{КОЛ}$ влияет на показатели устойчивости погрузчика.

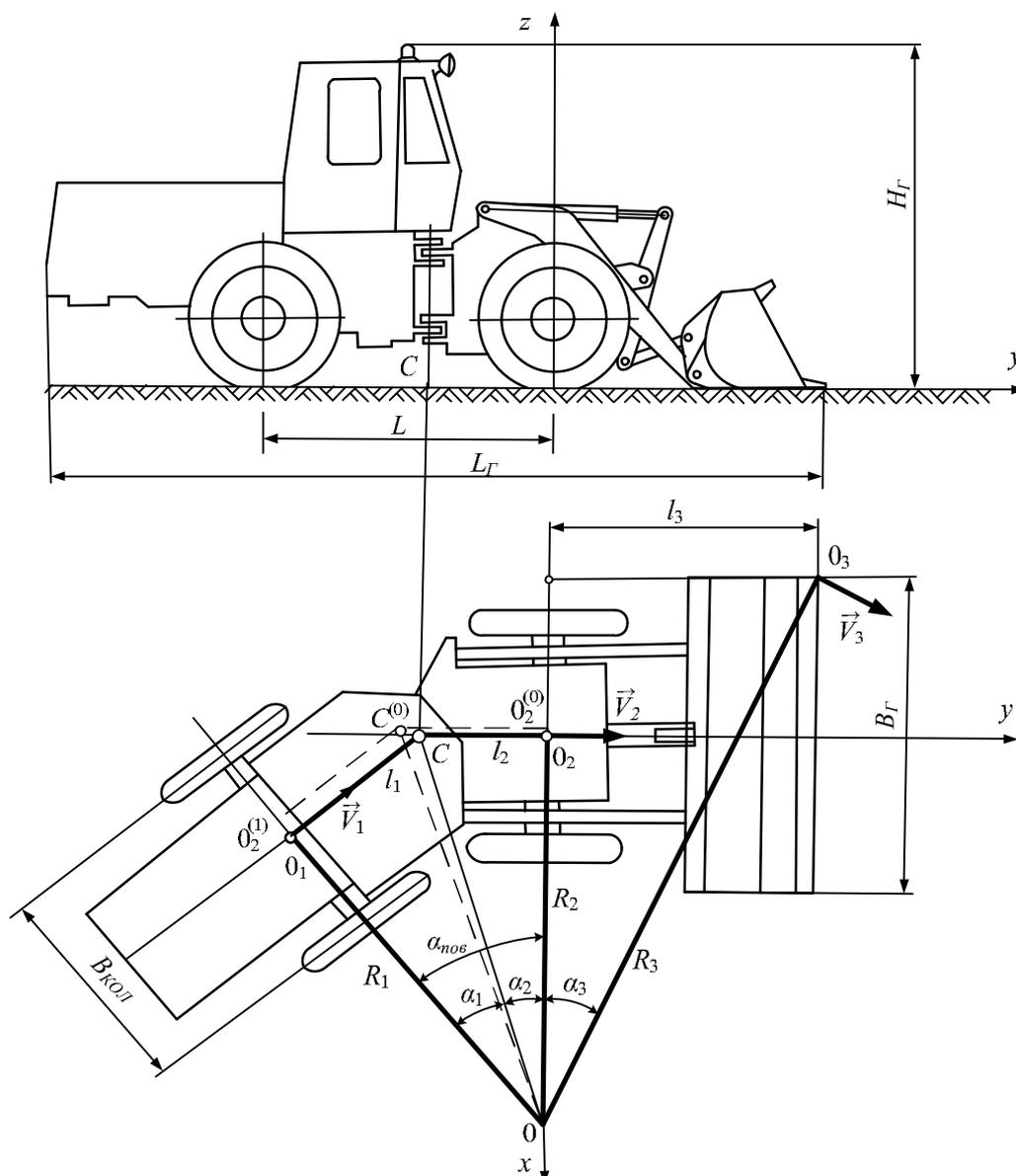


Рис. 1. Кинематика поворота погрузчика

Ширину колеи $B_{КОЛ}$ (м) можно определить по корреляционной функции:

$$B_{КОЛ} = -0,00004Q_{\Pi}^2 + 0,0895Q_{\Pi} + 1,6444, \quad (2)$$

где Q_{Π} – грузоподъемность погрузчика, т.

У погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой имеется несколько радиусов поворота при перемещении в плоскости дороги. Точка O_1 задней полурамы, являющаяся серединой колеи, перемещается со скоростью \vec{V}_1 , аналогично точка O_2 , являющаяся серединой колеи передней полурамы погрузчика, перемещается со скоростью \vec{V}_2 . Мгновенный центр скоро-

стей механической системы находится на пересечении перпендикуляров, построенных к векторам \vec{V}_1 и \vec{V}_2 , в точке O , которая является полюсом поворота погрузчика. Вокруг центра O вращаются все точки механической системы. Скорости движения точек O_1 и O_2 – середины колеи задней и передней полурам зависят от положения вертикального шарнира C в базе L погрузчика.

На рис. 1 показаны три основных радиуса поворота погрузчика: R_1 – радиус поворота точки O_1 середины колеи задней полурамы; R_2 – радиус поворота точки O_2 середины

колеи передней полурамы; R_3 – габаритный радиус поворота точки O_3 ковша относительно центра поворота O .

При повороте погрузчика угловая скорость и углы складывания полурам являются постоянными величинами, поэтому скорости движения передней и задней полурам пропорциональны расстояниям до мгновенного центра скоростей:

$$\omega_{\text{ПОГР.}} = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_3}{R_3},$$

где $\omega_{\text{ПОГР.}}$ – угловая скорость погрузчика при повороте; V_1, V_2, V_3 – скорости соответствующих точек погрузчика.

Эксцентриситет шарнира полурам $e_{\text{БАЗЫ}}$ равен отношению расстояния l_1 от шарнира до оси заднего моста к базе погрузчика:

$$e_{\text{БАЗЫ}} = \frac{l_1}{L}, \quad (3)$$

где L – база машины.

Эксцентриситет $e_{\text{БАЗЫ}}$ имеет пределы изменения $0 \leq e_{\text{БАЗЫ}} \leq 1$. При $e_{\text{БАЗЫ}} = 0$ имеем машину с управляемым задним мостом; если $e_{\text{БАЗЫ}} = 1$ имеем машину с управляемым передним мостом. Рассмотренные предельные случаи являются реальными и используются в технике.

Для современных погрузчиков эксцентриситет шарнира полурам находится в пределах $e_{\text{БАЗЫ}} = 0,5 \div 0,65$.

На рис. 1 пунктиром показана точка $C^{(0)}$ шарнира полурам в базе погрузчика L для случая, когда $l_1 = l_2$, т.е. когда эксцентриситет базы $e_{\text{БАЗЫ}} = 0,5$, при этом радиусы R_1, R_2 одинаковые, поэтому передние и задние колеса при повороте погрузчика движутся по одной колее. Если эксцентриситет базы $e_{\text{БАЗЫ}} > 0,5$, то при повороте погрузчика $R_1 < R_2$, передние колеса будут двигаться по круговой траектории большего радиуса R_2 , а задние колеса по траектории R_1 меньшего радиуса, т.е. рядом. Этому случаю соответствует точка C (см. рис. 1). При увеличении размера l_1 , ось задней полурамы приближается к мгновенному центру скоростей, т.е. радиус R_1

уменьшается. Задние колеса движутся на меньшем радиусе R_1 рядом с передними колесами, в результате чего грунт деформируется меньше, т.е. не образуется глубокая колея в грунте.

При движении колес по деформируемому грунту по одной колее можно уменьшить коэффициент сопротивления качению машины на 20-30% за счет уплотнения грунта и образования колеи в грунте. Однако, на влажных грунтах и песках этот эффект отсутствует, поэтому при движении по ним желательно, чтобы колеи задних и передних колес не совпадали.

Расчетная схема кинематики фронтального погрузчика представляет собой систему прямоугольных треугольников. Используя метод кинематических треугольников, установим связь радиусов поворота R_1 и R_2 (см. рис.1).

Из треугольника OO_1C выразим OC ,

$$OC = \frac{R_1}{\cos \alpha_1}. \quad (4)$$

Из треугольника OCO_2 найдем

$$R_2 = OC \cos \alpha_2 = \frac{R_1}{\cos \alpha_1} \cos \alpha_2. \quad (5)$$

Таким образом, уравнение кинематики, связывающее радиусы поворота погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой имеет вид:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2}. \quad (6)$$

Аналогичным образом получена зависимость, связывающая длины и углы складывания полурам,

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{\cos^2 \alpha_1 \sin \alpha_2}{\cos^2 \alpha_2 \sin \alpha_1}.$$

Радиусы поворота R_1, R_2 полурам погрузчика по формуле (6) пропорциональны косинусам углов α_1, α_2 складывания полурам, составляющих угол поворота полурам погрузчика

$$\alpha_{\text{ПОВ}} = \alpha_1 + \alpha_2. \quad (7)$$

Используя рис. 1 определим радиусы поворота R_1, R_2 . Проецируя векторные отрезки контура O_1CO_2O на ось O_2y получим

$$R_1 \sin \alpha_{\text{пов}} = l_1 \cos \alpha_{\text{пов}} + l_2. \quad (8)$$

Из (8) найдем

$$R_1 = \frac{l_1 \cos \alpha_{\text{пов}} + l_2}{\sin \alpha_{\text{пов}}}. \quad (9)$$

Проецируя векторный контур O_1CO_2O на ось x системы координат O_2xy можно определить

$$R_2 = R_1 \cos \alpha_{\text{пов}} + l_1 \sin \alpha_{\text{пов}}.$$

Используя (9) найдем:

$$R_2 = \frac{l_1 + l_2 \cos \alpha_{\text{пов}}}{\sin \alpha_{\text{пов}}}. \quad (10)$$

Определим габаритный радиус поворота R_3 точки ковша O_3 относительно центра поворота O (рис. 1)

$$R_3 = \sqrt{(R_2 + 0,5B_T)^2 + l_3^2}. \quad (11)$$

На рис. 2 показаны графические зависимости радиусов поворота пневмоколесных фронтальных погрузчиков для размерного ряда грузоподъемностей.

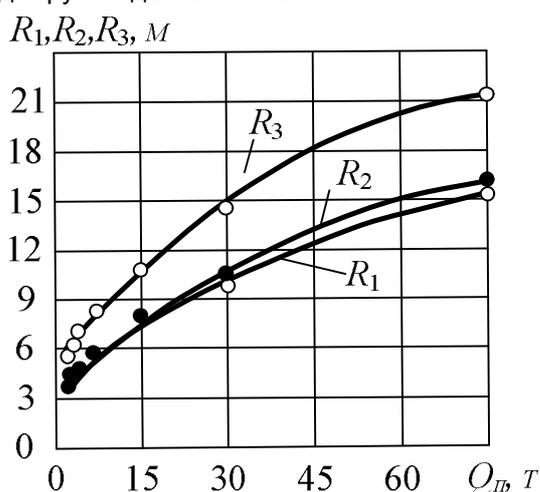


Рис. 2. Графическая зависимость радиусов поворота пневмоколесных фронтальных погрузчиков для размерного ряда грузоподъемностей.

Корреляционные функции связи радиусов поворота фронтальных погрузчиков с грузоподъемностью имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= -0,0014Q_{\text{П}}^2 + 0,2585Q_{\text{П}} + 3,5742; \\ R_2 &= -0,0015Q_{\text{П}}^2 + 0,2754Q_{\text{П}} + 3,7348; \\ R_3 &= -0,0023Q_{\text{П}}^2 + 0,3884Q_{\text{П}} + 5,2692. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

В таблице 1 приведены кинематические параметры режима поворота для типоразмерного ряда пневмоколесных фронтальных погрузчиков. Эти результаты можно использовать при проектировании и определении производительности погрузчиков. Получены корреляционные функции радиусов поворота R_1, R_2, R_3 для фронтальных погрузчиков.

Заключение

Предложены аналитические зависимости исследования кинематики поворота погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой. Появилась возможность на этапе проектирования погрузчика рассматривать кинематические параметры всего типоразмерного ряда одноковшовых фронтальных погрузчиков с шарнирно-сочлененной рамой.

Библиографический список

1. Вахламов В. К. Автомобили: Конструкции и эксплуатационные свойства. – М.: Изд-во «Академия», 2009. – 480 с.
2. Тарасов В. Н., Бояркина И. В., Коваленко М. В., Федорченко Н. П., Фисенко Н. И. Теоретическая механика. – М.: Изд-во Транслит, 2010. – 560 с.

THE MAIN PARAMETERS OF THE KINEMATICS OF THE TURNING TRUCK WITH A HINGED - ARTICULATED TRUCKS

I. V. Boyarkina

Kinematic analysis performed with the truck articulated, which is the basis for design of single-bucket loaders. Correlation functions of the radii of rotation of the lift truck.

Бояркина Ирина Владимировна – к.т.н., доцент Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - аналитическое проектирование энергосберегающего рабочего оборудования стреловых погрузочно-транспортных машин. Имеет 51 опубликованную работу.

УДК 656.1:658.5

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЕЙ В СОВОКУПНОСТИ СРЕДНИХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ПЕСКА И ЩЕБНЯ

С. С. Войтенков

Аннотация. *Выполнен расчет плана перевозок песка и щебня, основанный на разработанной автором методике оперативного планирования работы автомобилей по территориальному методу централизованных перевозок.*

Ключевые слова: *транспортно-однородные грузы, заявка на перевозку, расписание работы автомобилей, плановое задание.*

Введение

На практике, на территории крупных городов функционирует некоторое множество грузоотправителей (ГО) и ещё большее количество грузополучателей (ГП) транспортно-однородных грузов, обслуживаемых в течение смены множеством автотранспортных средств. Данная ситуация реально существует, и, по мнению д.т.н., проф. В.И. Николина, представляет собой совокупность средних автотранспортных систем перевозок грузов (ССАСПГ).

Существующее положение в организации и оперативном планировании перевозок транспортно-однородных (строительных и других) грузов в городах осознается как проблема для конечных потребителей (населения): завышенная стоимость готовой продукции, заторы на дорогах вследствие превышения пропускной способности транспортной сети, загрязнение окружающей среды, всевозрастающее количество транспортных средств и многое другое.

В трудах ученых указаны различные способы организации перевозок транспортно-однородных грузов, в том числе перевозки от нескольких ГО множеству НП, при этом повсеместно признается лучшим централизованный способ перевозок грузов.

Поэтому формой организации работы автомобилей в ССАСПГ должны быть централизованные перевозки территориальным методом, позволяющие более рационально использовать автотранспортные ресурсы.

Совокупность средних автотранспортных систем перевозок грузов (ССАСПГ) – система, состоящая из множества одновременно работающих ГО и ГП, транспортных связей между ними и автомобилей, осуществляющих централизованную перевозку принятых к

исполнению заявок транспортно-однородных грузов территориальным методом, по единому расписанию [1].

Для доказательства применимости разработанной автором методики [2] ниже приведен один из многочисленных расчетов оперативного плана перевозок песка и щебня в г. Омске.

Основная часть

Для выполнения расчета использованы данные наблюдений работы автомобилей при перевозке песка и щебня от трёх ГО двенадцати ГП.

Этап 1. Получение исходной информации.

Исходная информация получена на основе наблюдений и представлена ниже.

Этап 1.1. Установление параметров грузовых пунктов и транспортной сети.

На рис. 1 представлено взаимное расположение ГО и ГП, а также направления грузопотоков. Наименование погрузочных механизмов и количество постов погрузки представлено в таблице 1.

Во всех грузовых пунктах имеется весовое хозяйство. Площадки разгрузочных пунктов ограничены и могут вмещать одновременно не более двух автомобилей. Транспортная сеть имеет усовершенствованное покрытие, включая проезды по территории грузовых пунктов А2, А3 и А4. Режим работы всех ГО – с 8:00 до 18:00. При этом грузовые посты работают без перерыва на обед.

Этап 1.2. Разделение заявок по транспортной однородности и совместимости грузов.



- A1-A3 – поставщики (ГО) песка и щебня; Б1-Б12 – строительные объекты(ГП);
 – направления грузопотоков песка;

 – направления грузопотоков щебня


Рис.1. Схема существующих грузопотоков в ССАСПГ

Таблица 1 - Количество принимаемых к планированию постов погрузки у ГО на основе наблюдений

Условное обозначение ГО	Наименование ПРМ (объем ковша, грейфера в м ³)	Количество постов погрузки, ед.
A1	Экскаватор (1,75)	3
A2	Портальный кран (3,1)	2
A3	Фронтальный погрузчик (3,3)	2

В рассматриваемом примере все заявки на перевозку грузов отнесены к одной группе по признаку транспортной однородности грузов. Согласно заявкам перевозимыми грузами являются песок и щебень. Эти грузы являются совместимыми при последовательной пере-

возке, так как не требуют специальной подготовки и обработки кузова ПС.

Этап 1.3. Установление ресурсов автотранспортных предприятий.

Перевозки осуществлялись подвижным составом разной грузоподъемности (таблица 2).

Таблица 2 - Количество автомобилей разных моделей, имеющих на АТП

Модель автомобиля	АТП		
	АТП 1	АТП 2	АТП 3
КАМАЗ-5510 + прицеп	4	4	4
КАМАЗ-65115	4	5	-
КАМАЗ-65111	-	1	3
УРАЛ-55571	5	5	5
ЗИЛ-45085	-	6	-

Указанные модели автотранспортных средств соответствуют допустимым габаритам эксплуатации, а также ограничениям по полной массе и допустимым нагрузкам на ось.

Этап 2. Формирование массива исходных данных и определение величин ТЭП для разработки плана перевозок (расписания).

Этап 2.1. Формирование данных на основе полученной исходной информации. Исходные данные представлены в таблице 3 и 4.

Этап 2.2. Определение кратчайших расстояний между ГО, ГП и местами дислокации ПС.

Расстояния между пунктами определены с учетом улиц с односторонним движением и улиц с запрещенным движением для грузовых автомобилей (таблица 5).

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 3 - Характеристика существующих грузопотоков песка и щебня (заявок) от трех грузоотправителей к двенадцати грузополучателям

Условное обозначение ГО	Условное обозначение ГП	Номер заявки	Расстояние, км	Объем перевозок, т	Вид груза
А1	В1	1	22,5	150	песок
	В2	2	3,6	100	песок
	В3	3	25,0	-	песок
	В4	4	24,5	100	песок
	В5	5	27,5	50	песок
	В6	6	16,5	-	песок
	В7	7	17,9	-	песок
	В8	8	34,0	100	песок
А2	В9	9	18,6	100	песок
	В10	10	27,0	-	песок
	В11	11	41,3	150	песок
	В12	12	31,6	100	песок
А3	В1	16	13,9	100	щебень
	В2	17	10,4	45	щебень

Таблица 4 - Количество автомобилей разных моделей, годных к эксплуатации и не занятых другой работой, ед.

Модель автомобиля	АТП		
	АТП 1	АТП 2	АТП 3
КАМАЗ-5510 + прицеп	-	2	3
КАМАЗ-65115	4	2	-
КАМАЗ-65111	-	1	2
УРАЛ-55571	-	5	5
ЗИЛ-45085	-	6	-

Таблица 5 - Матрица расстояний в километрах

ГО, АТП	ГП												АТП 1	АТП 2	АТП 3
	В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7	В8	В9	В10	В11	В12			
А1	22,41	3,58	25,00	24,45	27,21	16,51	17,89	34,00	35,40	22,74	10,92	36,00	10,98	33,19	13,88
А2	32,79	44,89	20,46	28,00	21,70	40,40	32,87	18,66	18,63	27,00	41,24	31,60	45,45	17,09	35,12
А3	13,87	10,31	16,07	16,25	20,54	6,11	9,34	19,60	26,69	13,81	3,06	22,56	6,22	26,40	0,00
АТП 1	18,91	6,42	22,49	20,33	23,06	8,60	12,56	25,39	30,20	19,63	1,98	27,67	-	-	-
АТП 2	14,01	25,79	3,50	37,55	25,56	20,46	36,01	2,58	22,85	7,56	23,25	12,59	-	-	-
АТП 3	13,87	10,31	16,07	16,25	20,54	6,11	9,34	19,60	26,69	13,81	3,06	22,56	-	-	-

Этап 2.3. Определение величин ТЭП.
Исходные значения ТЭП сведены в таблице 6.

Таблица 6 - Значения технико-эксплуатационных показателей

Модель автомобиля	Фактическая грузоподъемность автомобиля $q\gamma$	Среднетехническая скорость движения V_m , км/ч	Время погрузки t_n , ч			Время разгрузки t_p , ч	Время работы системы T_c , ч
			Пункт погрузки				
			A1	A2	A3		
КАМАЗ-5510 + прицеп	20	24	0,20	0,12	0,20	0,08	10
КАМАЗ-65115	15		0,17	0,10	0,17	0,07	
КАМАЗ-65111	14		0,17	0,10	0,17	0,07	
УРАЛ-55571	10		0,14	0,09	0,13	0,06	
ЗИЛ-45085	6	25	0,12	0,08	0,12	0,05	

Этап 3. Обработка исходных данных и проверка возможностей ГО и ГП.

Этап 3.1. Определение возможного объема перевозок от ГО и к ГП.

Поскольку обеденный перерыв в работе грузовых пунктов отсутствует, то для расчета возможного объема перевозок из i -го пункта погрузки воспользуемся упрощенной формулой:

$$Q_n(i) = \left[\frac{T_c - t_e(j) + t_n(i)}{t_n(i)} \right] \cdot q\gamma \cdot X_n(i), \quad (1)$$

где T_c – время работы системы (пункта погрузки), 10 ч.;

$t_e(j)$ – время ездки по j -ой заявке, ч (номера заявок указаны в таблице 3.5), при этом j -ая заявка имеет минимальную продолжительность движения с грузом;

$t_n(i)$ – время погрузки автомобиля с наибольшей грузоподъемностью у i -го ГО, ч;

$q\gamma$ – фактическая грузоподъемность автомобиля, 20т;

X_n – количество постов погрузки пункта (данные из таблицы 3.4).

Приведем пример расчета возможного объема перевозок первого дня из погрузочного пункта А1. Для этого необходима информация о времени ездки от ГО до ГП. В первый день из пункта А1 груз перевозится пятерым ГП (данные таблицы 3). Для расчетов используем минимальный побег (3,6 км) из пункта А1 в пункт В2. При этом время ездки составит 0,43 часа (время на погрузку - 0,20 ч, в пути - 0,15 ч, на разгрузку у ГП - 0,08 ч). Возможный объем перевозок составил:

$$Q_n(i) = \left[\frac{10 - 0,43 + 0,20}{0,20} \right] \cdot 20 \cdot 3 = 2931 \text{ т}$$

Результаты расчетов возможного и планового объема перевозок от ГО занесены в таблицу 7.

Таблица 7 – Возможный и плановый объемы перевозок от ГО песка и щебня, в тоннах

Погрузочный пункт (ГО)	Возможный объем перевозок от ГО песка и щебня, т	Плановый объем вывоза песка и щебня по заявкам, т
A1	2931	500
A2	1829	350
A3	1898	145

Согласно расчетам возможный объем перевозок значительно превышает значения планового объема вывоза груза по заявкам,

что свидетельствует о способности системы пропустить заявленный объем груза.

Этап 3.2. Время на пробеги автомобилей между ГО и ГП приведено в таблице 8.

Таблица 8 - Время на движение автомобилей между пунктами

ГО	ГП												АТП 1	АТП 2	АТП 3
	В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7	В8	В9	В10	В11	В12			
A1	0,93	0,15	1,04	1,02	1,13	0,69	0,75	1,42	1,48	0,95	0,46	1,50	0,46	1,38	0,58
A2	1,37	1,87	0,85	1,17	0,90	1,68	1,37	0,78	0,78	1,13	1,72	1,32	1,89	0,71	1,46
A3	0,58	0,43	0,67	0,68	0,86	0,25	0,39	0,82	1,11	0,58	0,13	0,94	0,26	1,10	0,00
АТП 1	0,79	0,27	0,94	0,85	0,96	0,36	0,52	1,06	1,26	0,82	0,08	1,15	-	-	-
АТП 2	0,58	1,07	0,15	1,56	1,07	0,85	1,50	0,11	0,95	0,32	0,97	0,52	-	-	-
АТП 3	0,58	0,43	0,67	0,68	0,86	0,25	0,39	0,82	1,11	0,58	0,13	0,94	-	-	-

Этап 3.3. Определение нижней границы потребности в автомобилях (A_{min}).

В связи с тем, что подвижной состав, используемый в перевозках имеет разную грузоподъемность, расчет нижней границы потребности в автомобилях не востребован.

Этап 3.4. Определение критериев для построения расписания работы автомобилей.

Примем следующие критерии и порядок построения расписания:

1. Первыми в систему выходят автомобили с наибольшей (соответствующей объему перевозок) грузоподъемностью и так далее по убыванию;

2. Первый автомобиль следует в пункт погрузки с наибольшим объемом вывоза грузов ($Q_{вывозi}=max$), $Q_{вывозi}$ - суммарный плановый объем вывоза груза от i -го ГО; при этом автомобиль направляется из ближайшего АТП к ГО ($l_{н1} \rightarrow min$);

3. После погрузки автомобиль движется к ГП по заявке с максимальным объемом ($Q_{планj}=max$), $Q_{планj}$ - плановый объем перевозок по j -ой заявке; в случае равенства объемов по нескольким заявкам предпочтение отдается той заявке, в которой ГП наиболее удален от ГО ($l_e=max$);

4. После разгрузки автомобиль движется к ближайшему ГО ($l_x \rightarrow min$);

5. При выпуске в систему последующих автомобилей необходимо учитывать занятость постов погрузки;

6. Рабочее время водителей автомобилей должно использоваться максимально полно ($T_{фi} \rightarrow T_{mi}$).

По достижении времени, определенного режимами труда и отдыха водителей, назначаются обеденные перерывы водителям.

Этап 4. Построение расписания работы автомобилей в ССАСПГ.

Ниже рассмотрен пример построения расписания по первому дню работы автомобилей.

Расписание представляет собой график, в котором по оси абсцисс откладывается время, а по оси ординат – порядковые номера автомобилей. Тогда, каждая строка расписания соответствует работе во времени определенного автомобиля.

Воспользуемся таблицей объемов перевозок по заявкам за первый день работы (таблица 9).

Таблица 9 - Плановый объем перевозок за первый день, тонн

ГО	ГП												Объем вывоза, т
	В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7	В8	В9	В10	В11	В12	
A1	150	100	-	100	50	-	-	100	-	-	-	-	500
A2	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	150	100	350
A3	100	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	145
Объем завоза, т	250	145	-	100	50	-	-	100	100	-	150	100	995

В первую очередь используются автомобили большей грузоподъемности: это автопоезда модели КамАЗ-5510 с прицепом – грузоподъемностью 20 т, в количестве 5 единиц – 2

из АТП2 и 3 из АТП3 (таблица 4). После их использования, если останется не вывезенный объем груза, в систему включаются автомобили меньшей грузоподъемности и т.д.

Каждой модели автотранспортных средств соответствует свое значение времени погрузки и разгрузки (таблица 6).

После назначения каждой ездки делаем корректировку планового объема перевозок по заявке и общего планового объема вывоза груза от ГО:

$$Q_{остj} = Q_{планj} - q\gamma, \quad (2)$$

где $Q_{остj}$ – остаточный объем перевозок, который ещё требуется освоить в текущую смену по j -ой заявке, т;

$Q_{планj}$ – плановый объем перевозок по j -ой заявке, т.

$$Q_{невывеi} = Q_{вывозi} - q\gamma, \quad (3)$$

где $Q_{невывеi}$ – не вывезенный объем груза, который ещё требуется вывезти в текущую смену от i -го ГО, т;

$Q_{вывозi}$ – плановый объем вывоза груза от i -го ГО, т.

После разгрузки автомобиль движется без груза в ближайший пункт погрузки.

Назначение ездки происходит до тех пор, пока не будет использовано время работы водителя в ССАСПГ. При этом необходимо учитывать, что в это время также входит время на прохождение нулевых пробегов. Продолжительность обеда водителя изначально принимаем и назначаем равным 1 часу после 4 часов работы водителя и, как правило, после разгрузки либо перед погрузкой.

При построении расписания автомобили должны заканчивать работу в системе до 18 ч. На графике обозначение предела во времени показано пунктирной линией.

В результате получено расписание работы автомобилей в ССАСПГ (рис. 2).

При построении расписания необходимо учитывать, чтобы число автомобилей, обслуживаемых одновременно в одном пункте погрузки, не превышало количества постов погрузки. Так, в работе 10-го автомобиля, грузоподъемностью 15 т, перед второй погрузкой (рис. 2) в расписании необходимо сделать раздвижку на величину простоя в ожидании освобождения одного из трёх экскаваторов.

В результате построения расписания определилось потребное количество автомобилей каждой модели, а также автотранспортные организации, которым они принадлежат. Общая потребность в ПС составила 15 ед. (рис. 2).

Этап 5. Согласование условий обслуживания с клиентурой.

Разработанное расписание содержит детальную информацию о партиях и сроках перевозки грузов в течение дня по каждой заявке. До начала выполнения перевозок эта информация направляется заказчиком (клиентам) для ознакомления, подготовки и организации работы в грузовых пунктах.

В рассматриваемом примере все перевозки спланированы в рамках режимов работы грузовых пунктов в полном объеме.

Этап 6. Расчет результатов работы автомобилей и ССАСПГ.

По расписанию (рис. 2) с помощью модели [3] определены результаты работы отдельных автомобилей в ССАСПГ, и занесены в таблицу 10.

Таблица 10 - Результаты работы автомобилей в ССАСПГ

№ авто-мобилия	Время, ч.				Пробег, км.			Выработка автомобиля в ССАСПГ, тонн.	Выработка автомобиля в ССАСПГ, т·км
	работы в ССАСПГ	в наряде	простоя в ожидании	неиспользуемый остаток времени работы в ССАСПГ	в ССАСПГ	нулевой	общий		
1	8,39	9,55	-	0,61	161,11	27,75	188,86	120	1835,2
2	7,61	9,01	-	1,39	149,61	33,48	183,09	100	1988,8
3	6,71	8,11	-	2,29	134,88	33,48	168,36	60	1688,8
4	7,87	9,66	-	1,13	156,62	42,88	199,50	100	1905,2
5	7,71	9,5	-	1,29	160,56	42,88	203,44	80	2401,2
6	8,15	10,6	-	0,85	177,07	65,78	242,85	75	1738,8
7	8,14	9,44	-	0,86	215,73	31,10	246,83	75	1708,2
8	8,14	9,44	-	0,86	215,73	31,10	246,83	60	1708,2
9	7,83	9,55	-	1,17	168,10	41,24	209,24	60	1441,1

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

10	8,41	9,83	0,08	0,59	180,93	34,04	214,97	60	1490,1
11	8,44	10,16	0,26	0,49	183,39	41,24	224,63	60	1947,8
12	7,12	8,13	-	1,88	149,47	24,19	173,66	56	1322,2
13	6,26	8,33	-	2,74	136,21	57,68	193,89	42	1362,1
14	8,09	9,33	-	0,91	145,90	29,68	175,58	40	1138,8
15	6,51	8,63	-	2,49	123,44	55,98	179,42	24	368,4
Итого	115,38	139,23	0,34	19,55	2458,65	592,50	3051,15	987	24044,7

Параметры работы ССАСПГ отражает строка «Итого», а также параметром ССАСПГ является количество используемых автомобилей (таблица 10).

Этап 7. Подготовка и выдача заданий водителям.

Каждая строка расписания (рис. 2) представляет собой отдельное плановое задание, а каждая строка таблицы 10 – плановые результаты работы автомобиля согласно плановому заданию.

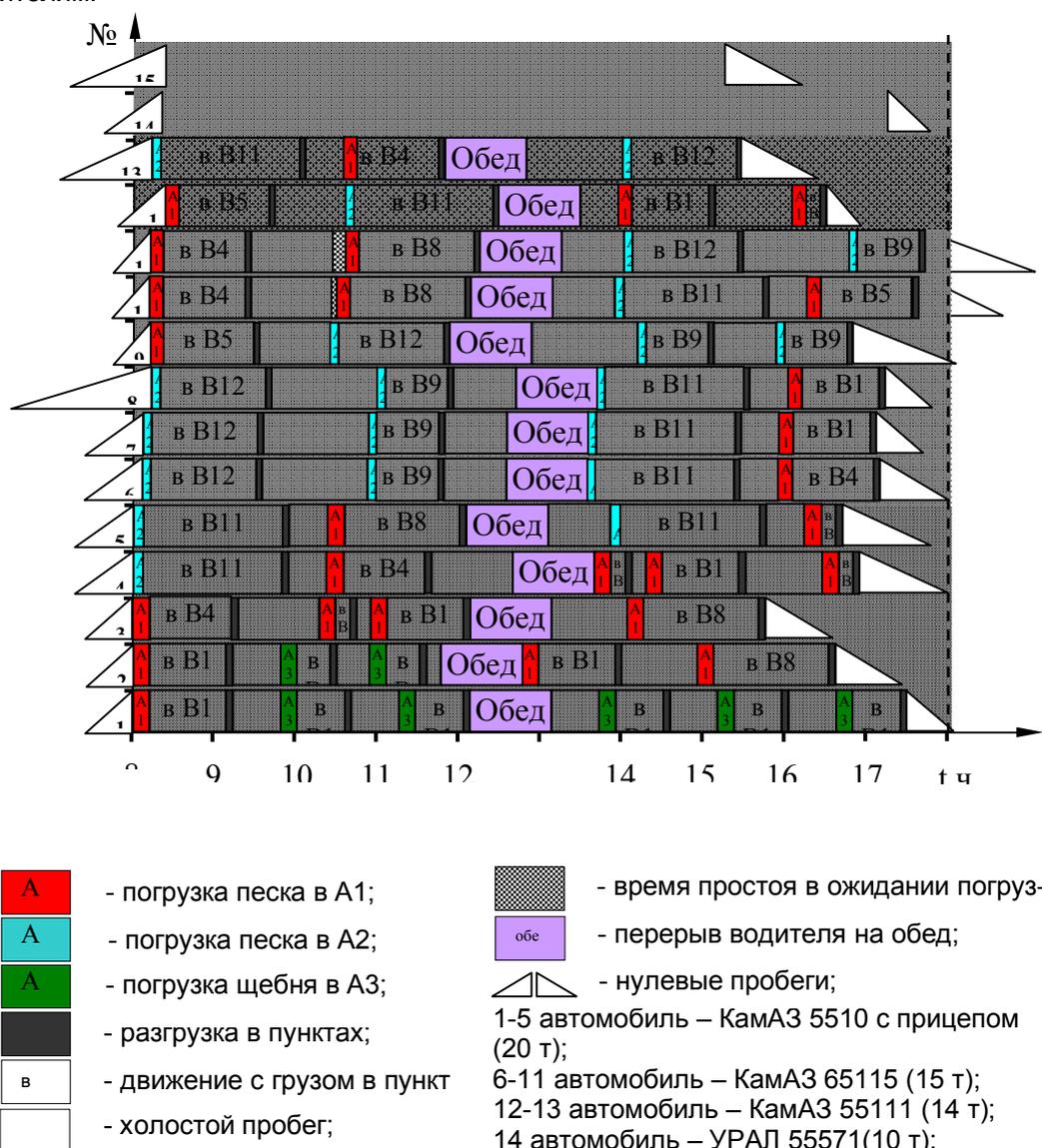


Рис. 2. График работы автомобилей в ССАСПГ

Заключение

Представленный расчет оперативного плана перевозок строительных навалочных грузов (песка и щебня) от трех ГО двенадцати ГП подтверждает работоспособность разработанной автором методики и возможность ее применения в практической работе при организации централизованных перевозок грузов помашинными отправлениями в городах по территориальному методу.

Библиографический список

1. *Войтенков С.С.* Совершенствование оперативного планирования перевозок грузов помашинными отправлениями в городах: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.10. – Иркутск, 2011. – 20 с.
2. *Войтенков С.С.* Методика оперативного планирования работы автомобилей при территориальном методе централизованных перевозок грузов помашинными отправлениями/ Электронный научный журнал "Молодежный вестник ИрГТУ", №1 (март) – 2011. – 9 с.
3. *Войтенков С.С.* Модель описания функционирования совокупности средних автотранспортных систем перевозок грузов (ССАСПГ) // Технология, организация и управление автомобильными

перевозками: Сборник научных трудов №3. - Омск: СибАДИ, 2010 – с. 261-264.

APPLICATION OF THE CARGO TRANSPORTATION OPERATIONAL PLANNING TECHNIQUE BY LORRY SENDING IN THE SET OF AVERAGE CARGO TRANSPORTATION SYSTEMS IN SAND AND GRAVEL DELIVERY

S. S. Voitenkov

The technique of centralized cargo transportation operating planning by lorry sending of territorial method, developed by the author, used for sand and gravel transportation planning

Войтенков Сергей Сергеевич – старший преподаватель каф. «Организация перевозок и управление на транспорте» СибАДИ. Основное направление научных исследований – теоретические основы планирования и организации централизованных грузовых автомобильных перевозок помашинными отправлениями в городах. Общее количество публикаций – 18 статей, одна из которых в издании, утвержденном ВАК России. E-mail: kaf_oput@sibadi.org

УДК 623.3

ОЦЕНКА ГЕНЕРАЦИИ ПОЕЗДОК ТОРГОВО-ДЕЛОВЫМ ЦЕНТРОМ, ВКЛЮЧАЮЩИМ РАЗЛИЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ ТЯГОТЕНИЯ

А. Н. Зедгенизова, А. В. Зедгенизов

Аннотация. В статье рассматривается режим функционирования крупного торгового центра в течении суток. Выявлен режим функционирования прилегающей парковки, показана её загрузка по часам суток. Рассмотрены объемы генерации к отдельным типам использования территории в торговом центре, с учетом разделения прибывающих на индивидуальном транспорте и на общественном.

Ключевые слова: оценка транспортного спроса, генерация корреспонденций, продолжительность паркования, емкость транспортного расчетного района.

Введение

Для своевременного и полного удовлетворения потребностей в перевозках, инженеры в области транспорта должны владеть актуальной информацией о состоянии транспортной и градостроительной инфраструктуры, иметь представления о предпочтениях резидентов по использованию транспорта, корректировать работу общественного транспорта и важнейших узлов улично-дорожной сети (УДС) и

т.д. Однако, получение информации, связанной с предпочтениями резидентов или объеме транспортных корреспонденций между расчетными транспортными районами, является весьма трудоемкой задачей и не может быть реализована в относительно короткие сроки. Одновременно с этим, темпы роста территорий, и различных сервисов, особенно в центральных зонах городов в значительной сте-

пени опережают плановые обследования УДС.

Таким образом, применение методик оценки емкости расчетного транспортного района или отдельного его участка, с целью влияния на расположенную в непосредственной близости транспортную инфраструктуру представляется важной научно-практической задачей.

В силу сложности, многокритериальности и трудоемкости обследований, необходимых для выявления объема генерации к тем или другим объектам тяготения в данной работе рассматривается только торговый центр с несколькими типами торговых площадей, а именно:

- Супермаркет;
- Деловой центр (офисные помещения, ксерокопирование);
- Магазин канцелярских товаров;
- Аптечный магазин

Общие характеристики торгового центра:

- Число строений одновременно участвующих в обследовании – 1;

Условные обозначения:

8 - номер поста

● - Учет посетителей

⋯ - Учет автомобилей в сечении

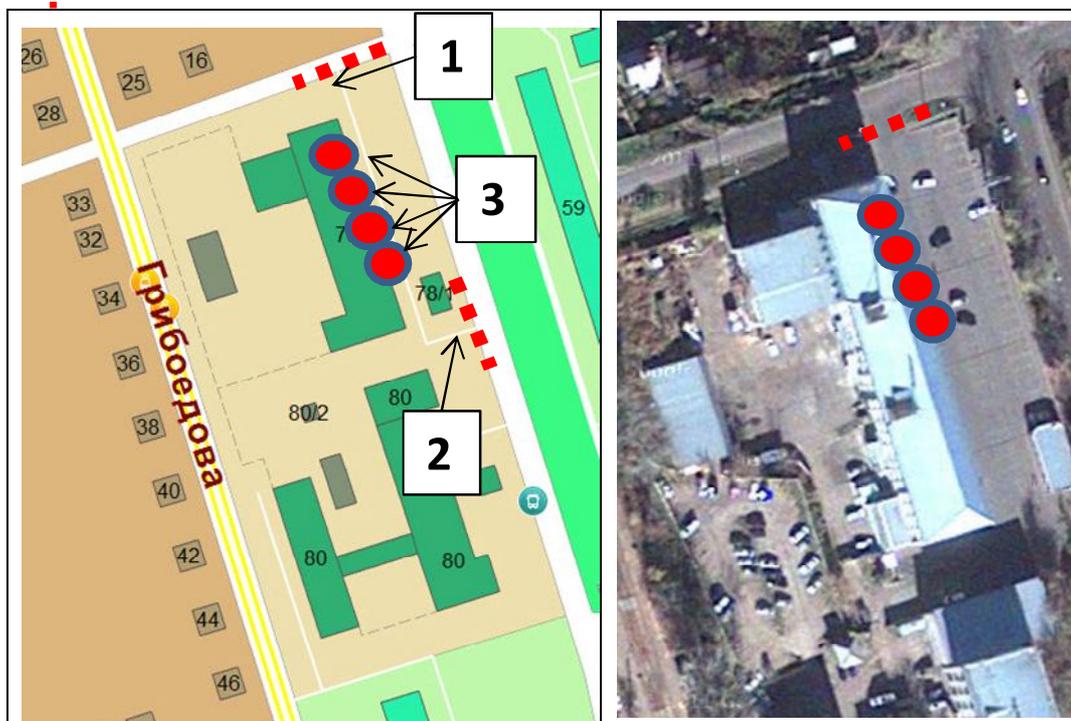


Рис. 1. Общая схема эксперимента

- Этажность застройки – 5;
- Район города – городская территория;
- Период обследования – с 8:00 до 22:00;
- Дата проведения обследования – 07.07.2011, четверг;
- Погодные условия – без осадков;
- Удаленность остановочного пункта – в пределах 5 минут пешком;
- Гаражные кооперативы и стоянки – отсутствуют в непосредственной близости;
- Площадь торгового центра лежит в диапазоне от 500 до 1000 м²;
- Площадь парковки возле торгового центра – 1486 м².

Прежде всего, необходимо отметить, в таких обследованиях чрезвычайно важным моментом является своевременность и слаженность работы всех учетчиков, поскольку отсутствие или неверный учет автомобилей и людей может привести к срыву всего обследования. Общая схема эксперимента представлена на рисунке 1.

В ходе эксперимента и последующей обработке данных эксперимента были выявлены характеристики функционирования рассматриваемой территории. Так, например, число

транспортных средств въезжающих и выезжающих на/с рассматриваемой территории могут дать представление о распределении транспортной нагрузки (рисунок 2).

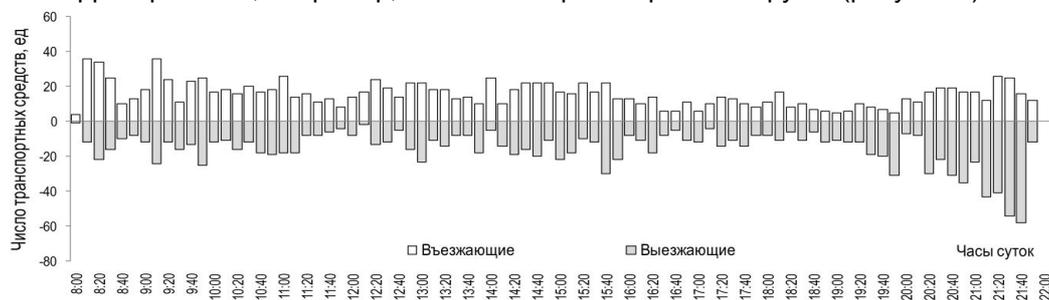


Рис. 2. Распределение числа въезжающих и выезжающих транспортных средств в/из рассматриваемого жилого района

Из представленного выше рисунка, можно сделать вывод об увеличении активности въезда на территорию и выезда с неё на индивидуальном транспорте в утренние часы «пик» примерно с 8:20 до 10:00. Всплеск активности посетителей, рассматриваемого района после 19:40 обусловлен, на наш взгляд, окончанием деловой активности в летние периоды. Общее число въехавших автомобилей в рассматриваемую территорию за период обследования составило 1309 ед, при этом среднее наполнение транспортных средств составило 1,5 чел. Следовательно, можно утверждать, что рассматриваемая территория генерирует примерно 1964 человек в сутки на личных автомобилях.

Для выявления особенностей использования территории одним из наиболее важных показателей считается продолжительность парковки транспортных средств. Этот показатель может лежать в основе расчета необходимого числа мест для парковки, и соответственно при оценке уровня обслуживания территории (LOS). Учитывая, что современный уровень автомобилизации требует достаточно высокого уровня обслуживания автомобилей, то такие исследования должны производиться повсеместно с целью выявления средней продолжительности парковки и плотности вероятности продолжительности парковки. Мы, к сожалению, можем привести только частный пример (рисунок 3). Из рисунка видно, что подавляющее большинство автовладельцев 83 % нуждаются в свободном месте для парковки не более чем на 100 минут, желающих припарковаться примерно на три часа всего 7 %, а вот те, чей автомобиль простоял весь день во дворе (свыше 8 часов) оказалось 8 %.

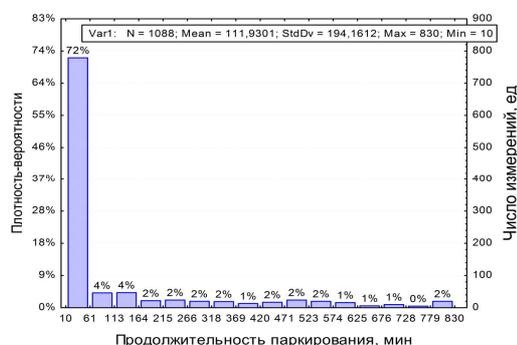


Рис. 3. Плотность вероятности распределения продолжительности парковки на территории торгового центра

Другой показатель активности территории может показывать распределение загрузки стоянки на рассматриваемой территории. Фактически это разница между въезжающими и выезжающими транспортными средствами за определенный промежуток времени (рисунок 4).

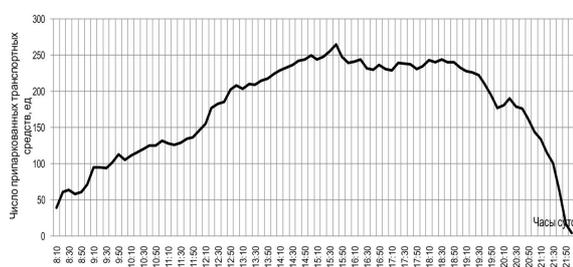


Рис. 4. Распределение загрузки стоянки по часам суток

Максимальная загрузка стоянки на рассматриваемой территории наблюдается с 13:00 до 19:50, что соответствует высокой

активности входящих и выходящих людей в рассматриваемые объекты торгового центра (рисунок 5).

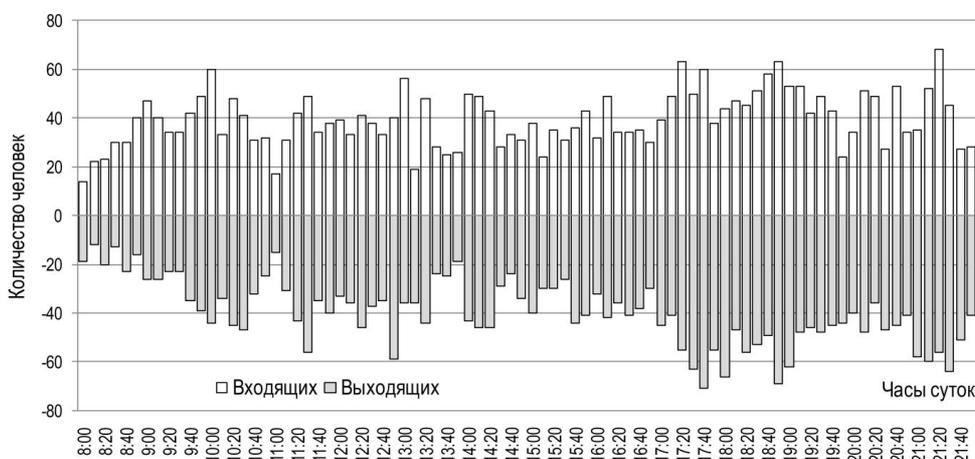


Рис. 5. Распределение числа входящих и выходящих людей по часам суток

Рассматриваемый торговый центр может генерировать разное число по прибытию транспортных средств и пешеходов к

различным его объектам по-разному (рисунок 6).

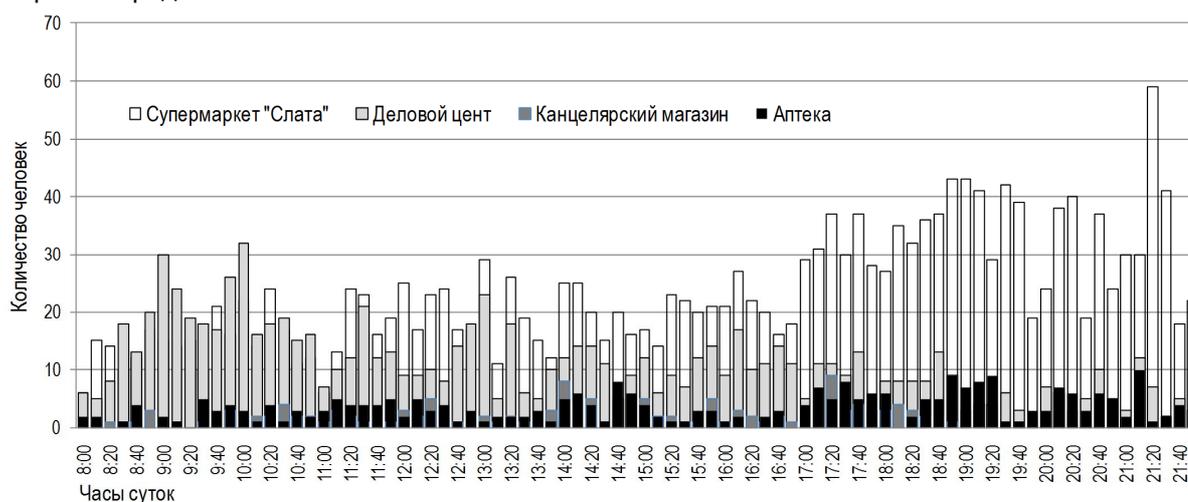


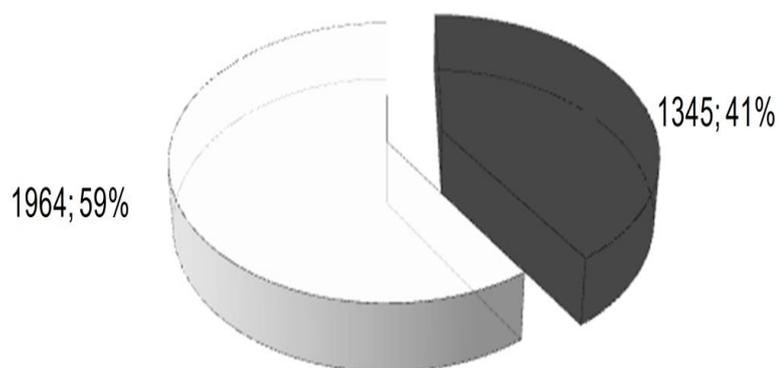
Рис. 6. Распределение числа входящих людей по часам суток

Так, например, наибольшая активность по входу посетителей в деловой центр наблюдается в утренние часы, а в продуктовый магазин (супермаркет «Слата») наоборот, в вечерние, аптека же и канцелярский магазин наиболее востребованы в вечерние часы. Таким образом, комбинированный тип использования территории позволяет распределять нагрузку в течение дня. Однако такое сопоставление нуждается в более детальной проработке и моделировании загрузки парковки в течение всего рассматриваемого периода ра-

боты объектов торгового центра и не рассматривается в рамках данной работы.

Общее число вошедших и вышедших человек в пределах рассматриваемой территории за период обследования составило 3309 человек, при этом, учитывая, что 1964 человек из них прибыло на личных автомобилях, можно утверждать, что рассматриваемая территория генерирует примерно 1345 человек в сутки без использования личного транспорта (рисунок 7). Соотношение числа выходящих и числа входящих человек в/из торгового цен-

тра примерно одинаково и лежит в пределах 0,95.



■ Генерация поездок на личном транспорте □ Генерация поездок без личного транспорта

Рис. 7. Распределение генерации поездок

Следует отметить, что полученный результат может быть распределен в трех направлениях: первое - часть людей для реализации посещения торгового центра, совмещенного с деловым, будет использовать индивидуальные транспортные средства и одновременно посетит несколько объектов (при этом число посещений растет, а число прибывающих транспортных средств – нет); второе – часть людей воспользуется услугами городского пассажирского транспорта для прибытия

в один или несколько объектов торгового центра; и третье – часть осуществит пешую корреспонденцию. Однако, в рамках рассматриваемого обследования, выявить указанное распределение не представляется возможным.

Основным итогом проделанной работы можно считать полученные распределения различных показателей по часам суток и выявленный объем генерации, создаваемый торговым центром (таблица 1).

Таблица 1 – Основные показатели генерации на территории торгового центра, включающим в себя различные объекты тяготения

Объект	Площадь основания, м2	Число этажей	Общая площадь	Объем генерации, чел/сут		Удельный объем генерации, чел/м2	Удельный объем генерации, м2/чел
				На инд. тр.	Без инд. тр.		
С/м «Слата»	1200	1	1200	1964	1345	0,61	1,63
Деловой центр	400	2	800			0,43	2,31
Канцелярия	150	1	150			1,08	0,93
Аптека	100	1	100			0,35	2,87
Сумма	3722	-	18610	3309		-	-

Тематика дальнейших исследований может быть направлена на выявление основных характеристик деловых, торговых и торгово-деловых центров различной площади, высоты застройки, а также в будние и выходные дни.

Библиографический список

1. Trip Generation, 8th Edition. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers (ITE), 2008.
2. Trip Generation Handbook, 2nd Edition: An ITE Recommended Practice. Washington, DC: ITE, 2004.
3. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов. - М.: Транспорт, 1990.—240 с.
4. Ефремов И. С. Теория городских пассажирских перевозок: учеб. пособие для вузов / И. С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. - М.: Высш. Школа, 1980. - 535 с.

ASSESSMENT OF GENERATION TRIPS TRADE AND BUSINESS CENTER THAT INCLUDES A VARIETY OF OBJECTS OF GRAVITY

A. V. Zedgenizov, A. N. Zedgenizova

Mode of operation of a major shopping center during the day was based on studies establish. Identified mode of operation of the adjacent parking lot, it shows the loading on the clock of the day. Volumes are considered to generate specific types of use of the area in a shopping center, taking into account the separation of arriving at the individual and public transport.

Зедгенизов Антон Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент на автомобильном транспорте» Иркутский государственный технический университет. Основные направления научной деятельности Оценка транспортного спроса в городах. Общее количество опубликованных работ: 28. E-mail: azedgen@gmail.com.

Зедгенизова Алла Николаевна - ассистент Кафедра «Менеджмент на автомобильном транспорте», Иркутский государственный технический университет. Основные направления научной деятельности Оценка транспортного спроса в городах. Общее количество опубликованных работ: 3. E-mail: zedgenizova@gmail.com .

УДК 629.3.018.2

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОКРЫТИЯ БАРАБАНА ИЗО ЛЬДА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ШИН

П. Н. Малюгин, В. А. Ковригин

Аннотация. Выполнен расчет передачи теплоты, выделившейся в контакте шины с покрытием при измерении характеристик бокового увода, металлическому барабану и окружающему воздуху.

Ключевые слова: теплопередача, шины, характеристики, стенд, качение по льду.

Введение

Известно, что качество зимних шин можно оценить с приемлемой точностью лишь при проведении стендовых испытаний на покрытии изо льда. Однако при качении шины выделяется значительное количество энергии, лед плавится и покрывается пленкой воды. Это приводит к искажению получаемых результатов. Выполненные в СибАДИ исследования показали следующее: при малой толщине покрытия снижается его нагрев, и поверхность не покрывается пленкой. Однако

испытания позволили лишь ориентировочно подобрать толщину покрытия.

Целью данной работы является разработка методики расчета передачи теплоты, выделившейся в контакте шины со льдом, барабану и окружающему воздуху, и обоснование толщины покрытия. В методике используется метод конечных элементов.

Рассматриваем режим движения колеса с переменным углом увода, который применяется при измерении характеристики бокового увода шины. В этом режиме покрытие пере-

дается большее количество теплоты, чем при измерении характеристики продольного проскальзывания шины.

Режим движения разделяем на два этапа: 1) подвод колеса и нагружение шины нормальной нагрузкой; 2) Поворот колеса на угол увода.

На первом этапе учитываем количество теплоты, выделяющееся из-за потерь на качение шины и передаваемое к единице площади покрытия, за интервал времени t :

$$Q_{элф} = \frac{f P_z V_6 k_f}{l_6 b_6 \tau n},$$

где f – коэффициент сопротивления качению шины; P_z – нормальная нагрузка на колесо; V_6 – окружная скорость барабана стенда; $k_f = Q_n/Q_k$ – коэффициент, учитывающий отношение количества теплоты Q_n , передаваемой покрытию, к количеству теплоты Q_k , выделившемуся в контакте; l_6 – длина покрытия, равная длине окружности барабана; b_6 – ширина покрытия, равная ширине площадке контакта; n – частота вращения барабана.

На втором этапе учитываем количество теплоты, выделяющееся при движении колеса с уводом и передаваемое к единице площади покрытия, за интервал времени t :

$$Q_{эл\delta} = \frac{P_y \sin(\delta) V_6 k_\delta}{l_6 b_6 \tau n},$$

где $k_\delta = Q_n/Q_k$ – коэффициент, учитывающий отношение количества теплоты Q_n , передаваемой покрытию, к количеству теплоты Q_k , выделившемуся в контакте; P_y – боковая сила; δ – угол увода.

Суммарное количество теплоты $Q_{эл}$, передаваемое к единице площади покрытия, складываем из двух составляющих:

$$Q_{эл} = Q_{элф} + Q_{эл\delta} = \frac{P_y \sin(\delta) V_6 k_\delta + f P_z V_6 k_f}{l_6 b_6 \tau n}.$$

Известно, что при увеличении коэффициента теплопроводности дорожного покрытия существенно понижается температура протектора шины [1]. В работе [2] указано, что тепловой поток q в контакте двух полубесконечных тел разделяется на два потока q_1 и q_2 . Величины потоков зависят от коэффициентов теплопроводности и температуропроводности тел:

$$\frac{q_1 \sqrt{\alpha_1}}{\lambda_1} = \frac{q_2 \sqrt{\alpha_2}}{\lambda_2}, \quad q_1 + q_2 = q,$$

где α_1, α_2 – коэффициенты температуропроводности, λ_1, λ_2 – коэффициенты теплопроводности.

Примем, что индекс 1 соответствует льду, индекс 2 – шине, и запишем отношение тепловых потоков:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \sqrt{\frac{\alpha_2}{\alpha_1}}.$$

Для льда и резины коэффициенты имеют следующие значения: $\lambda_1 = 2,25$, $\lambda_2 = 0,163$ Вт/(м·°С); $\alpha_1 = 1,087 \cdot 10^{-6}$, $\alpha_2 = 0,0984 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Следовательно, тепловой поток, направленный в лёд, примерно в четыре раза больше, чем в шину. То есть льду передается 80 % выделившейся в контакте теплоты.

По имеющимся в литературе данным, 95 % энергии, затрачиваемой на качение колеса, выделяется в шине, и лишь 5 % – в ее контакте [3]. При качении колеса с уводом в контакте шины выделяется большое количество энергии из-за проскальзывания элементов протектора. Энергии достаточно, чтобы расплавить поверхностный слой льда.

Полагаем, что образующаяся в контакте пленка воды разделяется на четыре части: первая часть прилипает к шине, вторая – удаляется с шины центробежными силами, третья – испаряется, четвертая – замерзает на покрытии. Однако определить расчетным путем разделение воды на эти части не представляется возможным. Поэтому принимаем, что вся переданная льду теплота отводится лишь к охлаждающему воздуху и барабану. В реальных условиях количество теплоты, передаваемое барабану, будет меньше на величину, которую заберет удаленная и испарившаяся вода.

По приведенным формулам рассчитываем на компьютере процесс подвода и отвода теплоты к элементам покрытия. Рассматриваем процесс испытаний шин размером 185/70 R14. Задаем следующие длительности участков процесса [4]: этап 1) – 25 с, поворот влево на 12° – 5 с, поворот вправо на минус 12° с переходом через нуль – 10 с, поворот влево до 0° – 5 с, отвод колеса. Начальную температуру покрытия принимаем минус 5,5 °С, окружную скорость барабана – 50 км/ч. Нормальную нагрузку P_z задаем 2,15, 4,65 и 6,86 кН. В эксперименте и в расчетах варьируем толщину покрытия.

При большой толщине покрытия $h_n = 4$ мм (рисунок 1) подводимая к нему теплота не успевает передаваться барабану вследствие низкой теплопроводности льда. Температура

покрытия сначала возрастает на 1,9 °С (см. рисунок 1, кривая 3), затем немного снижается (качение шины с небольшими углами увода), далее снова увеличивается до 2,3 °С.

При толщине покрытия 2 мм подводимая теплота лучше передается барабану (рисунок 2), уже не наблюдается накопления теплоты в покрытии. Однако при движении с большими

углами увода температура покрытия повышается 1,4 °С. При толщине покрытия 1 мм нет накопления теплоты, и температура повышается лишь на 0,5 °С (рисунок 3).

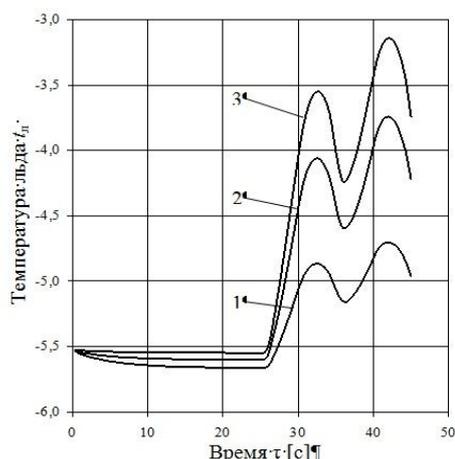


Рис. 1. Расчет температуры наружного слоя льда перед входом в контакт при измерении характеристики бокового увода при толщине льда 4 мм.

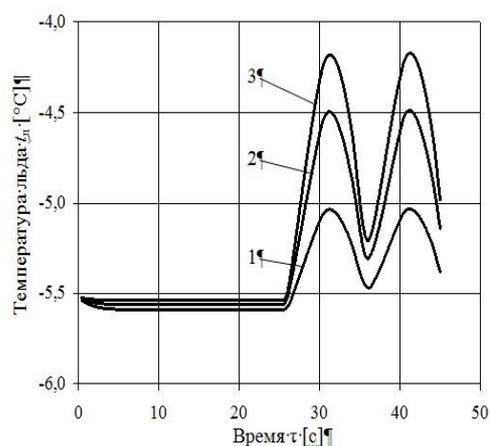


Рис. 2. Расчет температуры наружного слоя льда перед входом в контакт при измерении характеристики бокового увода при толщине льда 2 мм.

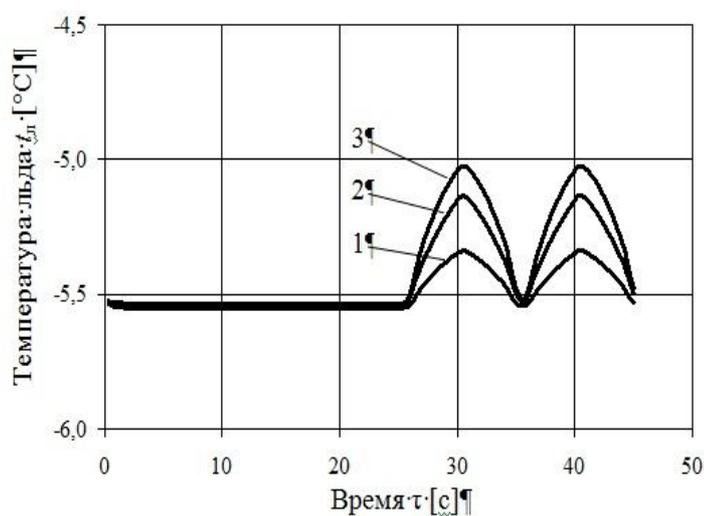


Рис. 3. Расчет температуры наружного слоя льда перед входом в контакт при измерении характеристики бокового увода при толщине льда 1 мм.

Таким образом, наиболее точные результаты испытаний шин можно получить при применении покрытия толщиной 1 мм и менее.

При испытаниях шины выполнены замеры температуры покрытия датчиком скользя-

щего типа. Замерялась температура наружного слоя льда перед входом в контакт шины. Начальная толщина покрытия изо льда составляла 1,6 мм. Длительности участков процесса указаны выше. Замеренные температуры отображены графиками на рисунке 4.

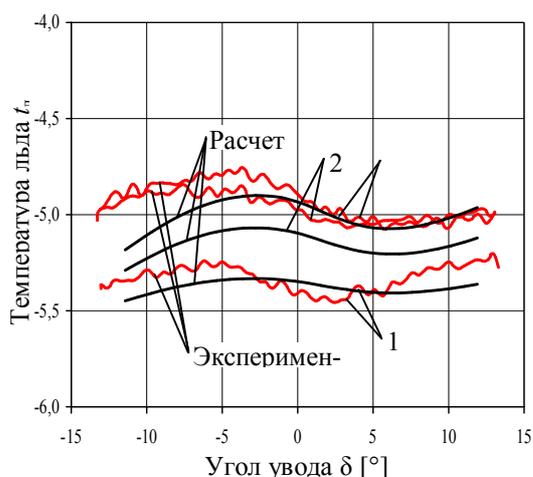


Рис. 4. Экспериментальные и расчетные кривые изменения температуры наружного слоя льда перед входом в контакт шины с учетом постоянной времени датчика 5 с

Расчетные кривые, приведенные на рисунках 1, 2, 3 заметно отличаются от экспериментальных кривых по форме и амплитуде. Это связано с тем, что используемый датчик регистрирует температуру с запаздыванием. На неподвижном барабане постоянная времени датчика составляет 0,3 с. При вращающемся барабане постоянная времени увеличивается до 3 ... 8 с, что обусловлено неплотным прилеганием датчика к покрытию. Учет запаздывание датчика, используя дифференциальное уравнение аperiodического звена [5] вида: $T \frac{dt_d}{dt} + t_d(\tau) = t(\tau)$, где $t(\tau)$ – расчетная

функция температуры t от времени τ ; t_d – температура, регистрируемая датчиком; T – постоянная времени.

На рисунке 4 покажем расчетные температуры t_d с учетом запаздывания.

Теперь расчетные и экспериментальные кривые совпадают по форме. Отклонение экспериментальной зависимости от расчетной зависимости № 1 не превышают 3 % относительно температуры минус 5 °С. Отклонения других кривых обусловлены уменьшением толщины льда при испытаниях, что не учитывалось в расчетах.

Таким образом, стабильные результаты испытаний шин на покрытии изо льда можно

получить при толщине не более 2 мм. При толщине покрытия 1 мм можно ограничить возрастание температуры покрытия величиной 0,5 °С.

Библиографический список

1. Шершнев А. А., Попов М. Т., Михайлов Э. Б. Температура поверхности автомобильной шины в зоне проскальзывания ее относительно дорожного покрытия. // Производство шин, резинотехнических и асбестотехнических изделий, 1973, № 4, с. 12-17.
2. Carslaw, H. S. and J. C. Jaeger, «Conduction of Heat in Solids», 2nd Ed., O.U.P., 1959.
3. Литвинов А. С., Фаробин Я. Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
4. Определение сцепных свойств шин на барабанном стенде на покрытии изо льда. Отчет о НИР № 01200307542. Инв. № 03200302620. Тема № 1-03. Омск: СИБАДИ, 2003.
5. Иващенко Н. Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. Учебник для вузов. – 4 е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 736 с.

CALCULATION TEMPERATURE OF ICY COATING DRUM DURING TESTING OF TIRES

P. N. Malugin, V. A. Kovrigin

Performed the calculation of the transfer of heat released in contact the tire surface with the icy coating when measuring the characteristics of the lateral slip to the metal drum and the surrounding air.

Малюгин Павел Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и безопасность движения» СИБАДИ. Основные направления научной деятельности: Исследование характеристик шин и эксплуатационных свойств автомобилей. Общее количество опубликованных работ: 60.

Ковригин Владимир Александрович - соискатель кафедры О и БД СИБАДИ. Основные направления научной деятельности: Исследование характеристик шин и эксплуатационных свойств автомобилей. Общее количество опубликованных работ: 5.

УДК 656.13

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ С УЧЕТОМ ИХ СТОХАСТИЧНОСТИ

В. В. Петров, А. С. Кашталинский

Аннотация. *Описано влияние стохастичности транспортного потока на качество его управления. Представлены результаты анализа статистических данных об интенсивности движения. Показана линейная зависимость стохастичности от величины интенсивности.*

Ключевые слова: *транспортный поток, стохастичность, интенсивность движения.*

Эффективность управления транспортными потоками (ТП) на дорожно-транспортной сети города зависит от соответствия параметров управления светофорной сигнализацией характеристикам транспортных потоков. Основными параметрами управления являются длительность цикла и длительности фаз, а наиболее часто используемой характеристикой ТП является интенсивность движения. Анализ результатов эксплуатации более десяти АСУ дорожным движением в городах РФ показал, что расчет параметров управления, основанный на статистических данных за год, полученных с помощью детекторов транспорта зачастую требует значительной корректировки.

На основании изложенного была поставлена задача выявления причин такого несоответствия и поиска пути его устранения.

В общепринятой методике расчета длительности цикла и фаз [1] в качестве исходных данных берутся средние значения интенсивности движения за периоды времени 15 минут или 60 минут. В соответствии с работой [2] интенсивность движения λ можно записать следующим образом:

$$\lambda = \lambda_{\text{det}} + \lambda_{\text{var}}, \quad (1)$$

где λ_{det} - постоянная составляющая; λ_{var} - случайная составляющая.

Робертсон в своей работе [4] указывает, что качество управления ТП мало зависит от случайной составляющей λ_{var} пока степень насыщения ТП на направлении движения $X < 0,8$ ($0 \leq X \leq 1$). Величина X определяется по формуле:

$$X = \frac{T}{t} \cdot \frac{\lambda}{s}, \quad (2)$$

где T - длительность цикла; t - длительность фазы; λ - интенсивность движения; s - поток насыщения (s - const). Робертсон указывает, что роль случайной составляющей λ_{var} при степени насыщения $X > 0,8$ очень велика и для оценки качества управления ТП предлагает ввести случайную составляющую задержки z_V :

$$z_V = \frac{1}{4} \cdot \frac{X^2}{(1-X)}, \quad (3)$$

Как видно из формулы (3) случайная задержка зависит только от величины степени насыщения X . Если учесть что в степени насыщения независимая переменная - это интенсивность движения, то величина z_V , в основном, определяется также интенсивностью ТП. Таким образом, случайный характер интенсивности имеет неоднозначное и значительное влияние на качество управления ТП. Случайный характер изменения интенсивности ТП принято называть стохастичностью ТП [3].

Для решения поставленной задачи необходимо выполнить следующие действия:

- исследовать изменения интенсивности ТП в широком диапазоне;
- установить значимость и характер стохастичности от величины интенсивности ТП;
- установить связь стохастичности с параметрами управления ТП.

На первом шаге выполнения задачи был выполнен анализ статистических данных изменения интенсивности ТП, полученных с помощью детекторов транспорта. Данные собраны в течении месяца непрерывного измерения с 01.11.2006 по 27.11.2007г. на двухполосном направлении движения ул. Фрунзе г. Омска. Состав ТП: 85% - легковые автомобили; 15% - грузовые и автобусы. Интенсивность

ТП изменялась от 0 до 800 автомобилей в час на полосу. Период усреднения данных составлял 5 минут.

В результате обработки данных были получены аппроксимирующие зависимости относительного показателя λ_o и абсолютного показателя λ_a разброса интенсивности ТП от средней величины интенсивности:

$$\lambda_o = 37,521 - 0,035\lambda, \quad (4)$$

$$\lambda_a = 24,875 + 0,131\lambda, \quad (5)$$

где λ – среднее значение интенсивности ТП.

Как видно из уравнения (4) с ростом интенсивности ТП изменяется величина разброса λ_o , а при средних значениях ($300 \leq \lambda \leq 600$) раз-

брос может составлять порядка 20%. Если перейти к абсолютным значениям (в соответствии с выражением (5)), то при $\lambda=600$ авт/ч λ_a составит более 100 авт/ч. Что приведет к затору, т.к. величина X вместо 0,8 составит 0,95 в соответствии с выражением (2).

На рис. 1 и рис. 2 представлены графические иллюстрации зависимостей (4) и (5), соответственно.

Учет стохастичности ТП при расчете параметров управления с поправкой в соответствии с (5) позволил сократить вероятность возникновения заторовых ситуаций в г. Красноярске, г. Воронеже, г. Белгороде, в среднем на 15 %.

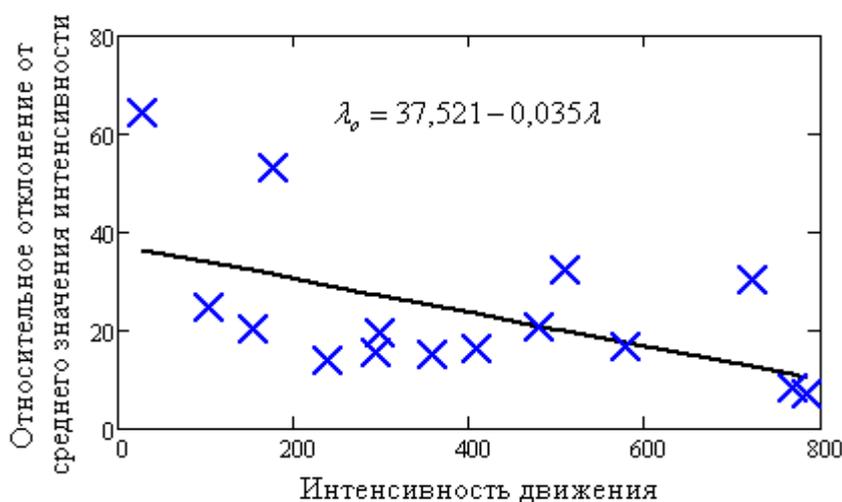


Рис. 1. Зависимость абсолютного отклонения интенсивности движения от ее среднего значения

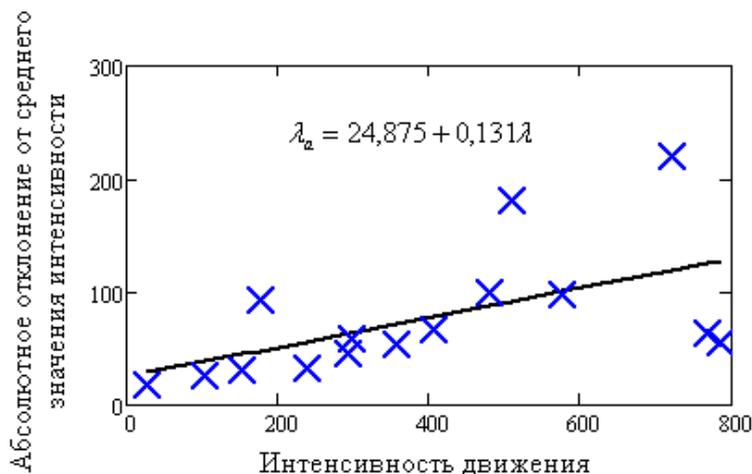


Рис. 2. Зависимость относительного отклонения интенсивности движения от ее среднего значения

Библиографический список

1. Руководство по регулированию дорожного движения в городах. М.: Стройиздат, 1974. – 96с.

2. Печерский М .П., Хорович Б.Г. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах. М.: Транспорт, 1979. – 176 с.

3. Петров В .В. Управление движением транспортных потоков в городах: Монография – Омск: Изд. СибАДИ, 2007. – 92с.

4. Robertson D. Transyt method for area traffic control. // Traffic Engeneering & Control. – 1969 – №11 – С. 6.

TRAFFIC CONTROL WITH A GLANCE OF ITS STOCHASTICITY

V.V. Petrov, A.S. Kashtalinsky

The article devoted to describes the influence of traffic flow stochasticity on the quality control. There is set out results of statistical data analysis of vehicle density. The authors presents the linear dependence of stochasticity on vehicle density.

Петров Валерий Васильевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и безопасность движения» СибАДИ. Основные направления научной деятельности: Управление транспортными потоками. Общее количество опубликованных работ: 40. E-mail: p51@inbox.ru.

Кашталинский Александр Сергеевич - аспирант кафедры «Организация и безопасность движения» СибАДИ. Основные направления научной деятельности: управление транспортными потоками. E-mail: kashtan888@mail.ru.

РАЗДЕЛ II

СТРОИТЕЛЬСТВО.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 625.73: 517.9

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ (ТЕПЛОВОЙ) УСТОЙЧИВОСТИ ОСНОВАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Е. А. Бедрин, А. М. Завьялов, М. А. Завьялов

Аннотация. Проведено прогнозное исследование тепловой устойчивости массива мёрзлого грунта, находящегося в основании земляного полотна под слоем сезонно оттаивающего и сезонно промерзающего грунта, посредством анализа циклограммы температурного поля этого слоя.

Ключевые слова: прогнозное исследование; грунт, находящийся в основании земляного полотна; термическая устойчивость; климатический индекс.

Введение

Простым и достаточно обоснованным способом [1] оценки тепловой устойчивости массива мёрзлого грунта является известное условие существования этого массива [2, 3, 4]. Это условие можно словесно сформулировать следующим образом: тепловое состояние массива мёрзлого грунта устойчиво, если оттаивающий летом слой грунта полностью промерзает зимой. Это условие имеет ряд аналитических представлений, в частности, в наиболее простом виде оно может быть представлено как [4]

$$\frac{\lambda_M |\Omega_M|}{\lambda_T \Omega_T} \geq 1. \quad (1)$$

Было доказано, что межгодовая изменчивость сезонного оттаивания при стабильности компонентов природного комплекса не выходит за пределы 20–30%. То есть, координата границы фазовых переходов является устойчивой [5]. В работе [3] отмечается также, что в районах севернее 58-го градуса северной широты максимальная глубина промерзания превышает максимальную глубину оттаивания примерно в 1,2 раза. Это указывает на возможность образования и накопления мерзлоты в основании дороги в процессе её длительной эксплуатации.

Поэтому условие тепловой устойчивости (1) с учетом вышесказанного можно записать в виде

$$\frac{\lambda_M |\Omega_M|}{\lambda_T \Omega_T} \geq 1,3, \quad (2)$$

здесь и в формуле (1): λ_M и λ_T – коэффициенты теплопроводности грунта массива в мерзлом и талом состоянии, соответственно; Ω_M – сумма отрицательных градусо-часов поверхности грунта; Ω_T – сумма положительных градусо-часов поверхности грунта.

Основная часть

Назовем отношение, стоящее в левой части обоих неравенств, коэффициентом термической устойчивости и обозначим

$$k_{Т.у.} = \frac{\lambda_M |\Omega_M|}{\lambda_T \Omega_T}. \quad (3)$$

Из нестрогого неравенства (2) следует, что:

$$k_{Т.у.} \geq 1,3. \quad (4)$$

С другой стороны, произведение коэффициента теплопроводности на сумму градусо-часов ($\lambda \cdot \Omega$) можно рассматривать как величину тепловой энергии, приходящейся за сезон промерзания или оттаивания на один метр глубины слоя грунта. Тогда, если считать, что между количеством тепла, поступившего за сезон промерзания (оттаивания), и глубиной промерзания (оттаивания) грунта,

находящегося в основании земляного полотна, имеет место линейная зависимость, то коэффициент термической устойчивости можно представить следующим выражением:

$$k_{Т.У.} = \frac{h_M}{h_T}, \quad (5)$$

здесь h_M и h_T – соответственно величины промерзания и оттаивания грунта, находящегося в основании земляного полотна.

И, следовательно, отношение, стоящее в правой части формулы (5), также подчиняется неравенству

$$\frac{h_M}{h_T} \geq 1,3, \quad (6)$$

а линейная зависимость величиной тепловой энергии и глубиной промерзания (оттаивания) дает следующую пропорцию

$$\frac{h_M}{h_T} = \frac{\lambda_M |\Omega_M|}{\lambda_T \Omega_T}. \quad (7)$$

Отношение $\frac{|\Omega_M|}{\Omega_T}$ обозначим как

$$I = \frac{|\Omega_M|}{\Omega_T}. \quad (8)$$

и назовем климатическим индексом.

Эту величину можно считать постоянной, стационарной, то есть не зависящей от времени, для данной территории, на достаточно продолжительном промежутке времени, на котором еще существенно не меняется климат.

Будем считать, что

$$I \approx \text{const}. \quad (9)$$

Вариационными же величинами являются λ_M и λ_T .

Тогда условие (2) можно представить в виде нестрогого неравенства, в левой части которого стоит отношение коэффициентов теплопроводности для грунта, находящегося в основании земляного полотна, в мерзлом и талом состоянии:

$$\frac{\lambda_M}{\lambda_T} \geq \frac{1,3}{I}. \quad (10)$$

Выражение (10) назовем критерием термической устойчивости грунта, находящегося в основании земляного полотна.

Критерий (10) дает возможность, исходя из значения климатического индекса I , зара-

нее, еще на стадии проектирования, прогнозировать теплофизические свойства грунта, находящегося в основании земляного полотна автомобильных дорог, обеспечивающие термическую устойчивость основания.

Возможно также решение и обратной задачи.

Так, зная значение рассматриваемого отношения, можно определить (прогнозировать) требуемое значение климатического индекса для реализации условия (2).

Тогда неравенство (10) удобнее записать в виде

$$I \geq 1,3 \cdot \frac{\lambda_T}{\lambda_M}. \quad (11)$$

Анализ расчетных значений теплофизических характеристик талых и мерзлых грунтов [6] дал следующие результаты.

Средние значения отношения коэффициентов теплопроводности $\frac{\lambda_T}{\lambda_M}$:

- 1) для песка – 0,86 при влажности 20-25%;
- 2) для супеси – 0,91 при влажности 20-25%;
- 3) для суглинка и глины – 0,91 при влажности 20-25%;
- 4) для торфа – 0,60 при суммарной влажности 4-6 долей единицы.

Исходя из формулы (11), нижними границами значений климатического индекса для различных грунтов, находящихся в основании земляного полотна, соответственно, будут:

- 1) для песка $I \geq 1,12$;
- 2) для супеси $I \geq 1,18$;
- 3) для суглинка и глины $I \geq 1,18$;
- 4) для торфа $I \geq 0,78$.

Таким образом, в том случае, когда грунтом, находящимся в основании земляного полотна, является торф, климатический индекс фактически не играет роли, поскольку нестрогое неравенство

$$I \geq 0,78. \quad (12)$$

является по сути тождественным, то есть этот температурный режим выполняется практически для всех природно-климатических зон, где имеют место мёрзлые грунты. Если же значение климатического индекса превосходит 1,18, то условие тепловой устойчивости (2) будет выполняться независимо от типа грунта.

Проведем прогнозное исследование тепловой устойчивости массива мёрзлого грунта,

находящегося в основании земляного полотна под слоем сезонно оттаивающего и сезонно промерзающего грунта.

Для этого рассмотрим случай, когда грунт, находящийся в основании земляного полотна промерзает на $0,3h$ больше, чем оттаивает (рис.1). Произведём прогнозное моделирование устойчивости основания земляного полотна посредством анализа циклограммы температурного поля слоя грунта, находящегося в основании земляного полотна, при следующих условиях. Значение климатического индекса положим равным 1,20, то есть $I = 1,20$ [7]. В данном случае критерий термической устойчивости (10) выполняется практически для всех типов грунтов. Выберем значение отношения коэффициентов теплопроводности, например, для суглинка и глины – 0,91. Коэффициент термической устойчивости получается немного большим, чем 1,3. Тогда анализ циклограммы температурного поля слоя грунта, находящегося в основании земляного полотна (рис.2), позволяет сделать следующий вывод.

Заключение

Геокриологические характеристики грунта, находящегося в основании земляного полотна, формируют границу нулевых годовых температурных амплитуд, влияющую на стабильность температурного поля рассматриваемого грунта, а значит на тепловую устойчивость массива подстилающих мёрзлых грунтов. Это даёт возможность прогнозировать термическую (тепловую) устойчивость основания земляного полотна автомобильных дорог в процессе длительной эксплуатации.

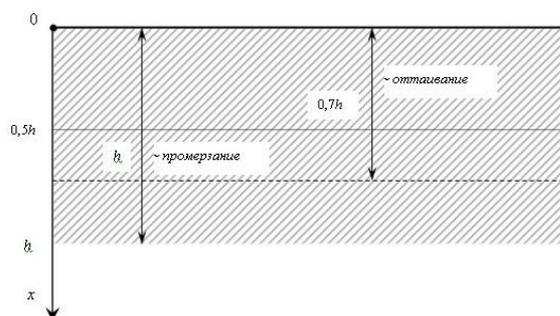


Рис. 1. Слой грунта, находящийся в основании земляного полотна: расчетные уровни; h – толщина слоя

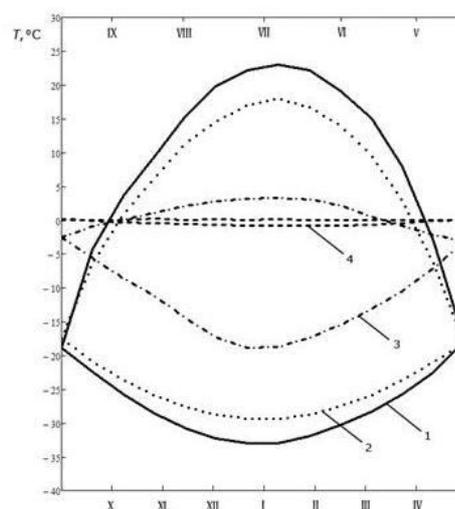


Рис. 2. Циклограммы температурного поля $T(x,t)$ слоя грунта, находящегося в основании земляного полотна: полотна: I–XII – месяцы; 1–4 – различные уровни по глубине деятельного слоя (сверху – вниз)

Библиографический список

1. Щур Ю. Л. Верхний горизонт толщ мерзлых пород и термокарст. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 213 с.
2. Крылов М. М. К теплотехническому анализу промерзания грунтов// Вестник инженера и техника. –1934. – № 1. – С. 55–61.
3. Сумгин М. И., Качурин С. П., Толстихин Н. И., Тумель В. Ф. Общее мерзлотоведение. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – 326с.
4. Карлсон Г. Расчет глубины протаивания мерзлого грунта// Мерзлотные явления в грунтах. М.: Изд-во иностр. лит. – 1955. – С. 239–270.
5. Завьялов А. М. Влияние теплового диода на мощность подстилающих вечномерзлых грунтов / А. М. Завьялов, М. А. Завьялов, Е. А. Бедрин / Вестник СибАДИ. – №1(19). – Омск: Изд-во СибАДИ, 2011. – С. 25–28.
6. СНиП 2.05.08–85 Аэродромы. Теплофизические свойства мёрзлых грунтов. // Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 59с.

PROGNOSIS OF THERMAL STABILITY OF ROAD BASIS

E. A. Bedrin, A. M. Zavyalov, M. A. Zavyalov

Thermal stability of frozen ground that is in the basis of construction under a layer of seasonally thawing – freezing ground is researched, and it also is conducted the analysis of this layer temperature field cyclogram.

Бедрин Евгений Андреевич – канд.техн.наук, доцент, начальник отдела ОАО «Омский Союз»

ДорНИИ». Основное направление научных исследований - Разработка ресурсосберегающих технологий в дорожном строительстве. Имеет 35 опубликованных работ. E-mail: BEDRIN-EA@yandex.ru

Звялов Александр Михайлович - заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, про-

фессор кафедры «Высшая математика». Основное направление научных исследований: математическое моделирование динамики взаимодействия рабочих органов дорожных и строительных машин с контактной средой и геоэкологических процессов в грунтах. Имеет 267 опубликованных научных работ.

УДК 625.71.8

КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРКА МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕТИ ДОРОГ

Т. В. Боброва, И. В. Слепцов

Аннотация. Парк машин для содержания сети дорог представлен в качестве структурного элемента системы «парк машин – дорога – транспортный поток – среда» (ПМ–Д–ТП–С). Факторы, активно воздействующие на эффективность функционирования системы, условно разделены на три группы: требования к технике, обеспечение нормативных требований к уровню содержания дорожной сети с использованием инновационных технологий, условия движения транспорта. Рациональный выбор варианта комплектования парка машин путем плановой модернизации предложено осуществлять с учетом комплексного интегрального критерия.

Ключевые слова: интегральный критерий эффективности, парк машин, инновационные технологии, уровень содержания дорожной сети, условия движения.

Введение

Нормативные требования пользователей к потребительским качествам дорог в условиях ограниченных ресурсов могут быть обеспечены только при использовании новых современных технологий содержания дорог на базе многофункциональных машин. Принятая на первой Всероссийской конференции «Инновационным технологиям – современную технику» (г.Калуга, 24-25 июня 2010г.) [1] концепция модернизации парков машин направлена в первую очередь на преобразование дорожно-эксплуатационных предприятий (ДЭП) в современные предприятия инновационного типа.

В последние годы для содержания дорог предлагаются высокопроизводительные машины различного назначения (специальные, универсальные, комбинированные, со сменным оборудованием) отечественных и зарубежных производителей, отличающиеся по цене и качественным показателям. При расширении возможностей приобретения техники каждая дорожно-эксплуатационная организация должна решать задачу формирования парка машин на основе рационального выбо-

ра с учетом условий содержания дорожной сети региона, используя современные информационные технологии и методы экономико-математического моделирования.

Следствием использования для ремонта и содержания дорог устаревшей техники является ухудшение основных показателей, характеризующих результаты дорожной деятельности: высокая себестоимость работ, снижение качества и долговечности автомобильных дорог и сооружений на них, ухудшение условий и безопасности движения на дорогах. Такое положение предопределило выход на первый план вопросов замены устаревшей техники на современную, т.е. модернизацию и реструктуризацию парков машин при выполнении работ по ремонту и содержанию региональной сети автомобильных дорог.

Управление комплектованием парка машин

Управление структурой парка машин – сложный многоплановый процесс, характеризующийся большим многообразием состояний системы «парк машин – дорога – транспортный поток – среда» (ПМ–Д–ТП–С) и включающий в себя решение многочисленных за-

дач оптимального проектирования и использования машин, комплектов, комплексов и систем машин.

Модели, разработанные для транспортно-строительства в 1970 – 1990-е гг., как правило, были ориентированы на оптимизацию по одному критерию (стоимость, время и т.д.), рассматривая другие условия в качестве ограничений. При этом часто игнорировались организационные, социально-экономические, экологические и другие факторы (критерии), которые могли существенно изменить как саму модель, так и результаты расчета с ее использованием. Сформировавшиеся в 1980-х годах экономико-математические модели были связаны с «экстремальным характером», который приводил к «выжиманию резервов». Проведенный анализ научных работ в данной области выявил ряд новых задач, направленных на совершенствование моделей комплектования парка машин для содержания сети дорог:

-переход от разрозненных частных моделей к их комплексному использованию;

-формирование инновационных программ по содержанию дорог с заданным уровнем гарантии их реализации;

-разработка технических и экономических резервов для компенсации потерь в ситуациях неопределенности и риска;

-создание комплексного доминирующего критерия, включающего частные критерии отдельных задач модели.

При разработке моделей необходимо учесть ряд факторов, связанных с особенностями производства работ в условиях непрерывающегося движения транспорта:

1) влияние технологий и комплектов машин на безопасность и организацию движения в процессе производства работ;

2) стесненные условия;

3) ограниченные сроки и высокие темпы выполнения работ;

4) готовность техники к выполнению непредвиденного объема работ;

5) проектирование оптимальных резервов для компенсации возможных рисков.

Система ПМ-Д-ТП-С представлена в виде иерархической структуры (рисунок 1).



Рис.1. Структурная схема системы ПМ–Д–ТП–С

Основными управляющими параметрами данной системы являются: вид и типоразмер машин, возрастная структура, показатели использования машинного парка, применяемые технологии работ; транспортно-эксплуатационные показатели сети дорог до и после выполнения дорожных работ, параметры транспортного потока и др. Построение структуры парка машин тесно связано с решением задачи классификации, упорядочения и группировки некоторого множества элементов. Задачи подобного рода решаются с при-

менением теории классификации и распознавания объектов.

Учитывая особенности производства работ и структуру системы ПМ-Д-ТП-С, на рисунке 2 приведена укрупненная схема формирования интегрального показателя эффективности в заданной системе целей. Интегральный показатель по каждой подсистеме формируется как мультипликативная функция на основе совокупности частных критериев [2].

К наиболее простым в определении, но достаточно надежным относятся показатели,

основанные на оценке функционирования машин во времени: продолжительность рабочей смены, коэффициент сменности, календарная продолжительность использования техники парка в году, ресурс машин, срок службы. Они определяются по справочникам [3].

Более глубокий анализ парка машин можно получить, используя показатели, учитывающие особенности технической эксплуатации машин, уровень производства и приспособленность спецмашин к техническому обслуживанию и ремонту [4].

Достаточно значимыми для характеристики структуры машинных парков являются технико-экономические показатели, приведенные к единице продукции – стоимость производства работ, трудоемкость, энергоемкость; годовой режим работы машины, эксплуатационная производительность и др. Ниже приведены пояснения к расчету ряда частных критериев, учитывающих особенности работы машин при содержании дорожной сети.

Достаточно значимыми для характеристики структуры машинных парков являются технико-экономические показатели, приведенные к единице продукции – стоимость производства работ, трудоемкость, энергоемкость; годовой режим работы машины, эксплуатационная производительность и др. Ниже приведены пояснения к расчету ряда частных критериев, учитывающих особенности работы машин при содержании дорожной сети.

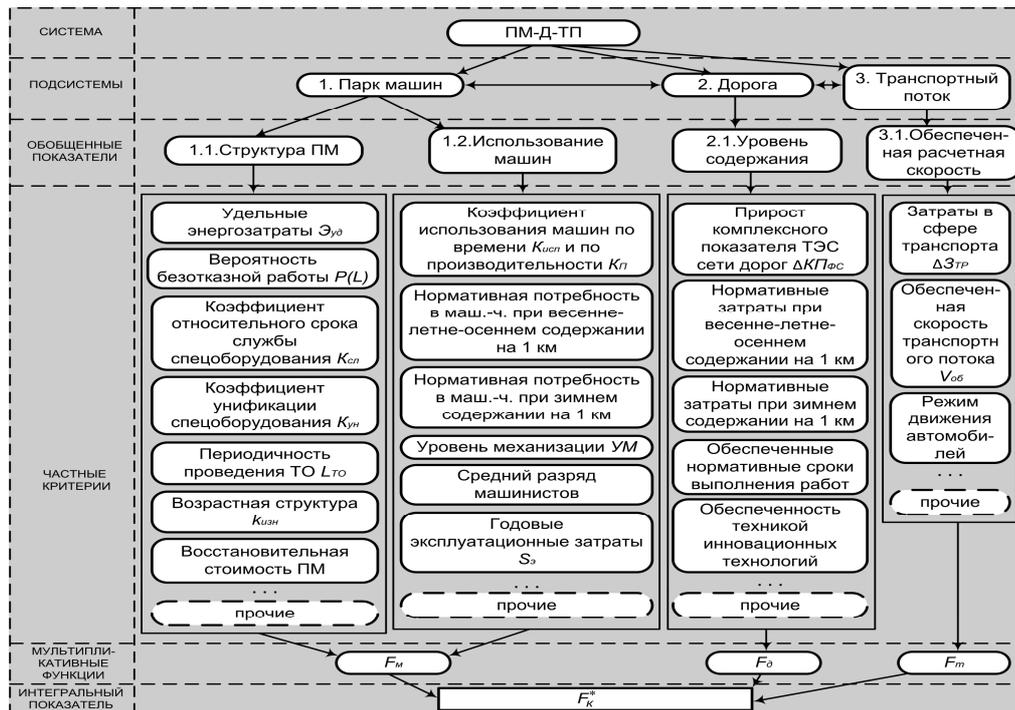


Рис. 2. Укрупненная схема управляемых показателей системы ПМ-Д-ТП-С

Подсистема «Парк машин»

1. Удельные энергозатраты комплекта машин рассчитываются исходя из нормативной потребности топлива на выполнение технологических операций [5]:

$$\mathcal{E}_{y\partial} = \sum_{i=1}^n \frac{H_{PГ} \cdot q_i}{P_{\text{э.м.}}} \quad \text{или} \quad \mathcal{E}_{y\partial} = \sum_{i=1}^n H_{BPI} \cdot H_{PГ} \cdot q_i, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{y\partial}$ – затраты энергии на единицу работ, МДж/физ.ед.; $H_{PГ}$ – норма расхода топлива i -й машины, л/ч; n – количество машин в комплекте, ед.; H_{BPI} – норма времени на выполнение единицы работ i -й машиной в составе комплекта, маш.-ч.; q – удельная теплота сгорания топлива i -й машины, МДж/л; $P_{\text{э.м.}}$ –

эксплуатационная производительность ведущей машины, ед.изм./ч.

Дополнительные расходы энергоносителей рассчитываются при холостых пробегах машины.

Эксплуатационную производительность для различных условий производства работ предлагается определять при помощи коэффициента местных условий:

$$P_3 = P_T \cdot K_{ycl}, \quad (2)$$

где P_T – техническая производительность машины, ед.изм./ч; K_{ycl} – коэффициент, учитывающий местные условия [6].

2. Основным показателем, характеризующим возрастную структуру ПМ, является степень физического износа. Степень физического

износа ПМ выражается коэффициентом износа и определяется по формуле:

а) по отдельным маркам машин, $k_{узн\ i}$, %

$$k_{узн\ i} = \frac{\sum T_{\phi i} \cdot n_i}{T_n \cdot n_i} \cdot 100; \quad (3)$$

б) для всего ПМ, $k_{узн}$, %

$$k_{узн} = \frac{\sum_{i=1}^N k_{узн\ i}}{N}, \quad (4)$$

где T_{ϕ} - фактический период эксплуатации i -й марки машины, год; T_n - нормативный срок службы i -й модели, заложенный в основу норм амортизационных отчислений, год; n_i - число машин i -х моделей, ед.; N - количество марок машин, ед.

Для управления возрастной структурой ПМ используется критерий минимума суммарных приведенных затрат в течение расчетного периода [7]:

$$F(t, T) = \min \begin{cases} \mathcal{Q}(t+1; T) + F(t+1; T+1) - \text{дальнейшая эксплуатация} \\ K_s(t; T) + F(t+1; 1) + \mathcal{Q}(t+1; 1) - \text{замена} \\ K_p(t; T) + F(t+1; T-k) + \mathcal{Q}(t+1; T-k) - \text{модернизация/ремонт} \end{cases} \quad (5)$$

где t - этапы расчетного периода; T - возраст машины; $\mathcal{Q}(t+1; T)$ - затраты при дальнейшей эксплуатации; $F(t; T)$ - суммарные приведенные затраты от t -го до последнего года расчетного периода; $K_s(t; T)$ - затраты на замену машины; $K_p(t; T)$ - затраты на капитальный ремонт и модернизацию машины, которые позволят снизить эксплуатационные затраты и повысить уровень технического состояния с возраста T лет до возраста $T-k$ лет.

3. Расчет коэффициента использования по времени всех типов (марок) машин G_m , обеспечивающих ремонт и содержание сети дорог, наиболее приемлема формула, предложенная в работе [8]:

$$G_m = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \left(1 - \frac{t_m^{np}}{T_m N_m} \right), \quad (6)$$

где t_m^{np} - время простоя машин m -типа, маш.-ч.; T_m - директивный годовой фонд рабочего времени машины m -типа, маш.-ч.; N_m - количество машин m -типа, шт.; M - количество типов (марок) машин.

Время простоя машины m -типа t_m^{np} [8]:

$$t_m^{np} = T_m N_m - \sum_{k=1}^K MR_{mk}^H, \quad (7)$$

где MR_{mk}^H - нормативное количество m -машинного ресурса на k -технологической операции, маш.-ч.

Подсистема «Дорога»

1. Прирост комплексного показателя ТЭС сети дорог $\Delta KП_{\phi C}$ характеризует качественное изменение состояния дорожной сети в результате выполнения работ определенным комплектом машин [9]:

$$\Delta KП_{\phi C} = KП_{\phi C}^K - KП_{\phi C}^H, \quad (8)$$

где $KП_{\phi C}^K$ - фактический конечный показатель состояния сети дорог после дорожных работ; $KП_{\phi C}^H$ - фактический начальный показатель состояния сети дорог до производства дорожных работ.

Оценку транспортно-эксплуатационного состояния (ТЭС) сети автомобильных дорог производят по фактическому значению комплексного показателя ТЭС каждой дороги или участка дороги, входящих в оцениваемую сеть. Для вычисления $KП_{\phi C}$ используют коэффициент приведения дорог разного технического уровня к эталонной дороге.

2. Условия обеспеченности техникой инновационных технологий можно сформулировать следующим образом:

$$Y_{mk} N_m = \begin{cases} N_m & \text{если } Y_{mk} = 1 \\ \emptyset, & \text{если } Y_{mk} = 0 \end{cases}, \quad (10)$$

где $Y_{mk} = 1$, если имеются машины m -вида для выполнения k -й операции, входящей в состав инновационной технологии; $Y_{mk} = 0$, то в составе ПМ отсутствуют машины m -вида, обеспечивающие выполнение k -й операции, входящей в состав инновационной технологии.

Подсистема «Транспортный поток»

1. К параметрам транспортного потока относятся: транспортные расходы, скорость транспортного потока, безопасность движения. Эти параметры находятся в зависимости от эксплуатационного состояния автомобильной дороги, принятой технологии работ и используемых дорожных машин, выполняющих

регламентные работы на проезжей части и обочине.

Для учета потерь в сфере транспорта рассмотрены следующие случаи нарушения режима движения автомобилей в период выполнения дорожных работ:

а) простой автомобилей при полном закрытии движения

$$\Delta Z'_{TP} = \frac{Q_k}{P_{3,3}} \cdot 0,365 \cdot \sum_{i=1}^M N_i \cdot (S_{пері} + \frac{S_{посмі}}{V_{1i}}), \quad (11)$$

б) снижение скорости автомобилей в результате нахождения на проезжей части медленно движущихся или стоящих дорожных машин

$$\Delta Z''_{TP} = \frac{Q_k}{P_{3,3}} \cdot 0,365 \cdot \sum_{i=1}^M N_i \cdot (S_{пері} + S_{посмі} \cdot (\frac{1}{V_{2i}} - \frac{1}{V_{1i}})), \quad (12)$$

где ΔZ_{TP} - затраты в сфере транспорта, руб.; Q_k - объем работ на k -ой операции, физ.ед.; $P_{3,3}$ - часовая эксплуатационная производительность звена на k -ой операции, физ.ед./маш-час; N_i - среднечасовая интенсивность движения i -го типа автомобиля, авт/час; $S_{пері}$ - переменные расходы на 1 км i -го типа автомобиля, руб./км.; $S_{посмі}$ - постоянные расходы на 1 маш.час i -го типа автомобиля, руб./маш.час; V_{1i} , V_{2i} - соответственно скорость i -го типа автомобиля при нормальном режиме движения и при движении в период проведения k -ой операции, км/ч.

Интегральный показатель. Интегральный показатель предлагается рассматривать как аддитивную комбинированную функцию, объединяющую комплексные критерии по каждому варианту. Выбор варианта комплектования парка осуществляют по максимальному значению стандартизированного аддитивного критерия, так как каждая из мультипликативных функций имеет направление к максимуму:

$$F_k^* = F_m^* + F_d^* + F_m^*, \quad (13)$$

где F_m^* - мультипликативная функция показателей дорожных машин; F_d^* - мультипликативная функция показателей содержания дорог, F_m^* - мультипликативная функция, характеризующая качество транспортных услуг.

Заключение

Разработанный интегральный показатель эффективности парка машин позволит учитывать основные требования и особенности

производства работ по содержанию сети дорог. Использование экономико-математических методов в управлении технической оснащённостью дорожно-эксплуатационных организаций повысит уровень механизации, увеличит производительность труда, улучшит экономические показатели дорожных предприятий с одновременным повышением транспортно-эксплуатационных качеств дорог.

Библиографический список

1. Режим доступа: http://rosavtodor.ru/doc/doc_kaluga/doklad_astahov_kaluga.doc
2. Боброва Т. В. // Модель формирования парка машин региональных дорожно-эксплуатационных организаций. / Автомобильные дороги. М.: 2011, №1 (950), С.148-151.
3. Машины для содержания и ремонта городских и автомобильных дорог: Учебное пособие для вузов / В. И. Баловнев, В. И. Мещеряков и др.; Под общей ред. В. И. Баловнева. – Москва – Омск: МАДИ (ГТУ), 2005. – 767 с.
4. Показатели надежности машин для уборки городских территорий: Научн. труды./Бутовченко М. Г., Романюк Г. Д.; АКХ «Вопросы механизации работ по благоустройству городов». - Вып. 187. –М.: ОНТИ АКХ, 1981. – С.24-33.
5. Конорева А. А. Обоснование выбора конструкций дорожных одежд с использованием критерия энергетических затрат: Автореф. дисс.... канд. техн. наук: Омск., 2009. - 23 с.
6. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации (МДС 81-35.2004 с изм. от 20.03.2006 г.)/ Госстрой России. – 55 с.
7. Луцкий С. Я., Смирнов В. С. Эффективность механизации транспортного строительства / С. Я. Луцкий, В. С. Смирнов. – М.: Транспорт, 1982. – 191 с.
8. Перфильев М. С. Совершенствование методов формирования и модернизации производственных структур дорожно-эксплуатационных организаций: Автореф. дисс.... канд. техн. наук: Омск., 2004. – 24 с.
9. Правила диагностики и оценки состояния, автомобильных дорог: (взамен ВСН 6-90): ОДН 218.0.006-2002: утв. М-вом автомоб. транспорта: введ. в действие с 03.10.02. - М.: Росавтотор, 2002. -138с.

THE COMPLEX CRITERION OF EFFECTIVENESS ROAD MACHINES FLEET TO MAINTAIN THE ROAD NETWORK

T.V. Bobrova, I.V. Sleptsov

Road machines fleet to maintain the road network is represented as a structural element of the "road machines fleet – the road – traffic flow -

environment" (RMF-R-TF-E) system. Factors that actively influence the effectiveness of the system active operation are conventionally divided into three groups: the requirements for road machines, ensuring the standard requirements for the maintenance of the road network with the use of innovative technologies, the traffic conditions. The rational choice of gathering road machines fleet options by means planned upgrading is suggested to realize considering the complex integrated criterion.

Боброва Татьяна Викторовна – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Экономика и управление дорожным хозяйством» Сибирской государственной академии.
УДК 666.972.624

ственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научной деятельности – проектное управление производством дорожных работ. Имеет 137 опубликованных работ. e-mail: bobrova.tv@gmail.com

Слепцов Игорь Викторович – аспирант кафедры «Экономика и управление дорожным хозяйством» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научной деятельности – формирование эффективных парков машин для ремонта и содержания сети дорог на основе прогноза показателей ее состояния. Имеет 4 опубликованные работы. E-mail: sleptsov_igor@mail.ru

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТОСОДЕРЖАЩИХ БЕТОНОВ

Н. А. Гутарева

Аннотация: Рассмотрены основные методы технологического воздействия на цементно-содержащие бетоны, которые позволяют управлять процессами структурообразования цементного камня и как следствия внедрять инновационные технологии.

Ключевые слова: строительные материалы, цементует, активация, гидратация цемента, процессы формирования структуры содержащего цемент бетона

Введение

Одной из основных проблем в развитии современной технологии гидратационных цементных материалов и изделий является повышение эффективности различных научно обоснованных методов регулирования, дающих возможность целенаправленно управлять процессами формирования и упрочнения структуры, и получать желаемые свойства цементного камня.

Для оценки и прогнозирования прочности и деформативности цементосодержащих бетонов используется ряд разделов теории прочности, упругости, пластичности и ползучести.

Руководствуясь основными принципами физико-химической механики, особенностями образования и различными свойствами коагуляционных структур применительно к цементному тесту, можно управлять тремя методами (механическим, химическим и электрическим), используемыми отдельно или совместно, - введением добавок адсорбирующих веществ и механическим воздействием.

Развитие реологии тиксотропных цементных систем получило в работах П.А. Ребиндера, Н.Н. Круглицкого И.Н. Ахвердова, Ю.М. Баженова, И.А. Иванова, М.З. Симонова, Б.Г. Скрамтаева, Б.В. Гусева, Е.И. Шмитько, А.В. Крылова, А.Д. Шаховой и др., в которых рассматриваются основные параметры, определяющие как структуру мелкозернистого бетона, так и степень совершенства технологических переделов. [1,2,3,4,5,6,7,8,9]

Графическая теоретическая зависимость $R(t)$ уравнения 1. представлена теоретической зависимостью $R(t)$ на рисунке 1 кривой 1.

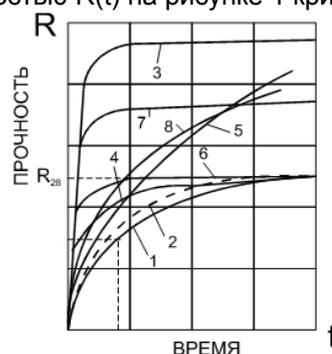


Рис. 1. Зависимость прочности бетона от времени при различных способах обработки:

1 – теоретическая кривая; 2 – экспериментальная при твердении в естественных условиях; 3 – идеальная теоретическая; 4 – при гидротермальной обработке; 5 – при воздействии механических колебаний в процессе структурообразования; 6 – при воздействии электрических колебаний высокой частоты; 7 – совместное воздействие электрических и механических колебаний; 8 – гидротермальная обработка совместно с воздействием механических колебаний.

Детально механизм формирования кристаллогидратной структуры цементного камня рассмотрен И.Н. Ахвердовым [2].

На основании теоретических представлений, результатов исследования и математического обоснования механизма превращения цементного геля в прочный камневидный капиллярно-пористый цементный камень И.Н. Ахвердовым было получено уравнение (1), выражающее зависимость прочности новообразований в цементном камне $R_{н.ц.к.}$ (бетоне) от времени:

$$R_{н.ц.к.} = k_1 \cdot n_{\Sigma} \cdot \Delta R (1 - C_k e^{-\frac{A_k + E_a}{KT}} + e^{-k_3 t}), \quad (1)$$

где: $R_{н.ц.к.}$ – прочность новообразований цементного камня; k_1 – константа скорости реакции; n_{Σ} – общее число молекул; ΔR – прочность отдельной связи; C_k – концентрация электролита в свободном растворе жидкой фазы; A_k – работа, необходимая для образования центров кристаллизации; E_a – энергия активации; K – эмпирический коэффициент, зависящий от заряда ионов в растворе z ; T – абсолютная температура раствора; k – константа кристаллизации; t – время протекания процесса.

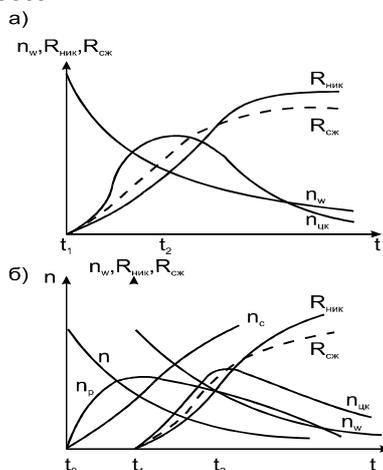


Рис. 2. Кинетика образования кристаллогидратной структуры цементного камня

На рисунке 2а изображены кривые, построенные по уравнению (1). Анализ уравнения (1) показывает, что прочность новообразований цементного камня $R_{н.ц.к.}$ будет определяться многими факторами. Общее изменение термодинамического потенциала цементного геля в момент времени t_1 (конец формирования коагуляционной структуры цементного геля) связано с работой, необходимой для образования центров кристаллизации A_k , которая зависит в основном от объемного и межфазного поверхностного натяжения.

а – изменение количества свободных молекул n_w ; центров кристаллизации $n_{ц.к.}$; прочности новообразований $R_{н.ц.к.}$ и прочности цементного камня при сжатии $R_{сж}$;

б – коагуляционное (от t_0 до t_1) и кристаллизационное (от t_1 до t_2) структурообразование

Скорость зарождения центров кристаллизации может быть представлена в виде уравнения (2).

$$V_{ц.к.} = C_k e^{-\frac{A_k + E_a}{KT}} \quad (2)$$

Прочность новообразований цементного камня $R_{н.ц.к.}$ возрастает с уменьшением числа свободных молекул n_w и увеличением количества центров кристаллизации $n_{ц.к.}$ с течением времени.

Для выявления возможных вариантов прогнозирования свойств цементного камня, необходимо знать технологические факторы, определяющие данные параметры в управлении процессами структурообразования. Так, согласно исследованиям К.А. Глуховского, Н.А. Крылова, А.М.Полищука, И.Н. Ахвердова [2,5], а также ряда других исследователей, которые показывают, что прочность кристаллогидратной структуры не определяет непосредственно прочность цементного камня, так как она ослабляется деструктивными явлениями и технологическими порами, число и размер которых зависят от технологических факторов (перемешивания, уплотнения и т.д.). Вид кристаллизационной структуры и ее физико-механические свойства имеют наследственный характер и предопределяются плотностью сформировавшейся коагуляционной структуры цементного геля.

Из-за несовершенства коагуляционного структурообразования цементного геля при спонтанном протекании процесса в последующем не полностью реализуются потенциальные свойства кристаллизационной струк-

туры цементного камня. Поэтому необходимо изучение влияния каждого технологического передела и свойств компонентов бетона на процессы структурообразования, и на этой основе определять комплексное воздействие физико-химических и технологических переделов, с целью направленного структурообразования и дальнейшего ухода за сформированной структурой, что дает максимальный эффект повышения физико-механических свойств цементного камня (бетона).

Коагуляционные структуры образуются в основном за счет энергии межмолекулярного притяжения при повышении концентрации новообразований, гидраты которые представлены в виде мельчайших частиц субмикросталлов с размерами меньше 0,01 мкм, что позволяет рассматривать процесс гидратации цемента на наноуровне. Это очень важно для исследования процесса, т.к. прочностные характеристики цементного камня зарождаются именно в период коагуляции, что позволяет менять его структуру в нужном направлении с целью получения заданных свойств бетона, начиная от сверхпрочных бетонов с высокой плотностью, и заканчивая сверхлегкими теплосберегающими бетонами с пористой структурой.

Эффект механической энергии имеет принципиальное отличие от тепловой и заключается в том, что механические колебания увеличивают подвижность атомов за счет возрастания их кинетической энергии при постоянной величине потенциальных барьеров. Тепловая энергия вызывает увеличение скорости процесса структурообразования бетона, возрастание потенциальных барьеров при одновременном повышении кинетической энергии атомов и не повышает конечной прочности, в то время как механическая энергия, наоборот, несколько затормаживая начальный этап структурообразования, приводит к увеличению числа связей и повышает конечную прочность бетона. Графически это влияние представлено кривыми 4 и 5 на рисунке 1.

Воздействие переменного электрического поля и ультразвукового колебания вызывает повышение температуры и, как следствие, ускорение химических реакций. Но ускорение реакций определяется вынужденными колебаниями (переходами) отдельных атомов или ионов аналогично тому, как это происходит при воздействии механических колебаний высокой частоты. Таким образом, применение электрической энергии в виде электромагнитного переменного поля и ультразвукового ко-

лебания является мощным средством для активации процессов структурообразования, так как ее использование позволяет не только увеличить подвижность атомов с чисто механической точки зрения, но и повышает температуру, то есть ускоряет процесс структурообразования (рис. 1, кривая 6).

Рассмотренные особенности позволяют предполагать, что использование тепловой, механической и электрической энергии дает возможность сделать процессы структурообразования управляемыми. Основная прочность цементного камня обеспечивается кристаллами и сростками кристаллов образующихся гидратных новообразований в коагуляционный период, размеры которых находятся в пределах $10^{-7} \dots 10^{-9}$ м. В промежутках между кристаллами размещаются продукты гидратации, размеры которых меньше 10^{-9} м. В связи с этим, указанные воздействия необходимо применять в строго определенный отрезок времени, а именно в коагуляционный период до перехода к периоду кристаллизации структуры цементного камня.

Физические закономерности позволяют утверждать, что использование тепловой, механической и электрической энергии дает возможность сделать процессы структурообразования управляемыми и открывают новые пути для совершенствования технологии бетона, т.е. внедрять инновационные технологии.

Библиографический список

1. Михайлов Н. В., Ребиндер П. А. Основные положения физико-химической теории бетона. Материалы совещания по проблемам технологии бетона.-М.: Промстройиздат, 1956.-53 с.
2. Ахвердов И. Н. Основы физики бетона.-М.: Стройиздат, 1981-464 с.
3. Гусев Б. В., Кондращенко В. И., Маслов Б.П., Файбусович А. С. Формирование структуры композиционных материалов и их свойства.-М.: Научный мир, 2006-560 с.
4. Нестерова Л. Л., Лугина И. Г., Шахова Л. Д. Микроструктура цементного камня.-М.: АСВ, 2010.-104 с.
5. Шмитько Е. И., Крылова А. В., Шаталова В. В. Химия цемента и вяжущих веществ. Санкт-Петербург: «Проспект науки», 2006-205с.
6. Баженов Ю. М. Технология бетона: учебн.Ю. М. Баженов –М.:Изд-во АСВ, 2002-500с.
7. Сычев М. М. Твердение вяжущих веществ.-Л., 1974-80с.
8. Мчедлов-Петросян О. П. Термодинамика и термохимия цемента, Т.2. Кн.2. Международный конгресс по химии цемента.- М., 1976-С.6-16

9. Бабушкин В. И., Матвеев Г. М., Мчедлов-Петросян О. П. Термодинамика силикатов-М., 1986-352с.

BASIC PRINCIPLES OF MANAGEMENT OF PROCESSES OF STRUCTURIZATION OF TSEMENTOSODERZHASHCHY CONCRETE

N. A. Gutareva

The basic methods of technological impact on the cement-containing concrete, which allow you to control the processes of structure formation of cement stone and as a consequence of introducing innovative technology.

Гутарева Наталья Анатольевна – аспирантка Югорского государственного университета (ЮГУ), г.Ханты-Мансийск

УДК 624.21

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРОЛЁТНЫЕ СТРОЕНИЯ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТОЙ ПРОЕЗДА С УПРАВЛЯЕМЫМ НАПРЯЖЁННЫМ СОСТОЯНИЕМ ОБЪЕДИНЁННОЙ СИСТЕМЫ

П. П. Ефимов

Аннотация. В работе показано как, модифицируя общепринятую конструктивную форму сталежелезобетонных пролётных строений, можно создать конструкцию, в которой можно сохранять напряжённое состояние на заданном уровне.

Ключевые слова: сталежелезобетон; ползучесть и усадка бетона; жёсткий упор; высокопрочный элемент; управление.

Введение

Идея объединения в совместную работу материалов с различными физико-механическими свойствами родилась в середине XIX в. (Рис. 1). Должного распространения эта идея в мостостроении не нашла. Однако, по прошествии столетия, в связи с широким применением в мостостроении железобетона, к этой идеи инженеры обратились вновь. В середине XX в. появилась новая кон-

структивная форма - сталежелезобетонные пролётные строения. Такая конструктивная форма породила ряд расчётно-технологических проблем: обеспечение совместной работы железобетонной плиты проезда и стальных балок; учёт влияния ползучести и усадки бетона; неравномерного нагрева железобетонной плиты и стальной балки.

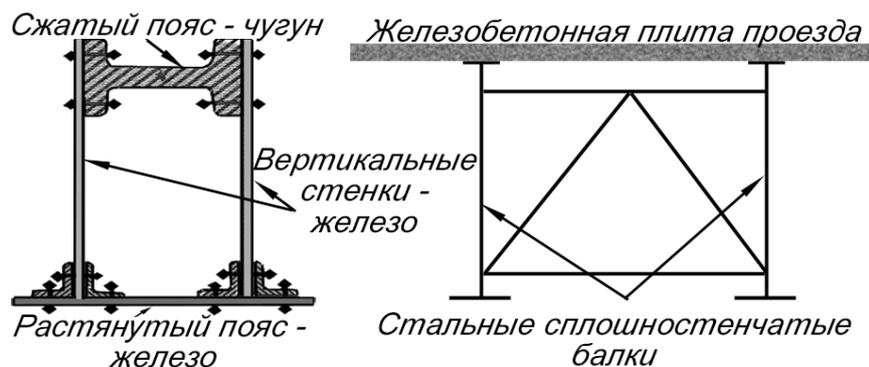


Рис. 1. Поперечные сечения мостовых конструкций из разнородных материалов

Утверждение

Проявление дополнительных негативных факторов по отношению к цельностальным пролётным строениям – изменение в процессе эксплуатации напряжённого состояния несущих конструкций в результате ползучести и усадки бетона, неравномерного нагрева железобетонной плиты и стальной балки требует поиска новых способов включения железобетонной плиты проезда в совместную работу со стальными балками.

Основные положения теоретического анализа

Традиционные способы обеспечения совместной работы железобетонной плиты проезда основаны на применении гибких или жёстких упоров. Жёсткие, в меньшей степени гибкие, упоры создают концентрацию напряжений в зоне их прикрепления к стальной бал-

ке. Да и стоимость их изготовления достаточно высока, поскольку указанные работы трудно механизировать.

В середине восьмидесятых годов ушедшего столетия на кафедре “Мосты” СибАДИ был предложен способ обеспечения совместной работы железобетонной плиты проезда со стальными балками (Рис. 2), основанный на использовании предварительного напряжения плиты проезда за счёт натяжения высокопрочных элементов. В указанной конструкции отсутствуют соединительные элементы между плитой и стальной балкой. Отсутствие жёсткой связи плиты проезда со стальной балкой делает конструкцию малочувствительной к неравномерному распределению температуры по высоте её сечения.

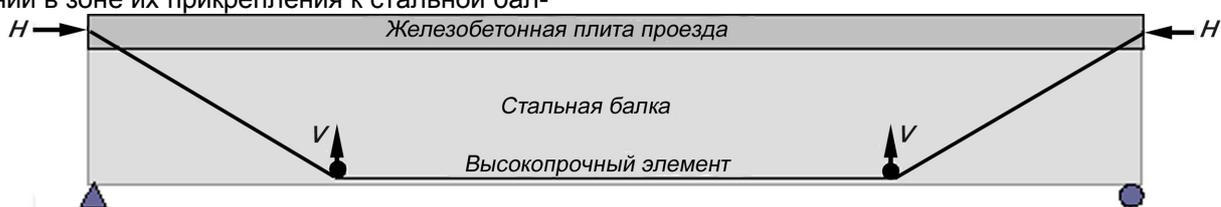


Рис. 2. Принципиальная схема преднапряжённой комбинированной сталежелезобетонной конструкции

При натяжении высокопрочного элемента железобетонная плита подвергается обжатию горизонтальной силой H , а в местах перегиба высокопрочного элемента возникают вертикальные силы V , разгружающие стальную балку. При многократном перегибе высокопрочного, при соответствующем выборе точек перегиба, можно свести изгибающий момент в стальной балке к минимуму.

Недостатком указанной конструкции, как и традиционной сталежелезобетонной, является изменение напряжённого состояния из-за ползучести и усадки бетона плиты проезда.

В последнее время в практике мостостроения находит применение монострендов Фрейсине, одной из особенностей которых является использование цанг для их анкеровки. Использование такого способа анкеровки позволяет изменять натяжение стрендов в

процессе эксплуатации конструкции. Для выполнения такой операции необходим лёгкий доступ в зону анкеровки стрендов.

Внесём изменение в рассмотренную выше комбинированную конструкцию (Рис. 3), особенностью которой является применения двухветвевых напрягаемых высокопрочных элементов, сформированных из стрендов Фрейсине. Для закрепления напрягаемых элементов используем пассивные анкера A_1 и A_2 в железобетонной плите проезда. Как минимум один из анкеров A_3 или A_4 , размещённых на стальной балке, должен быть активным.

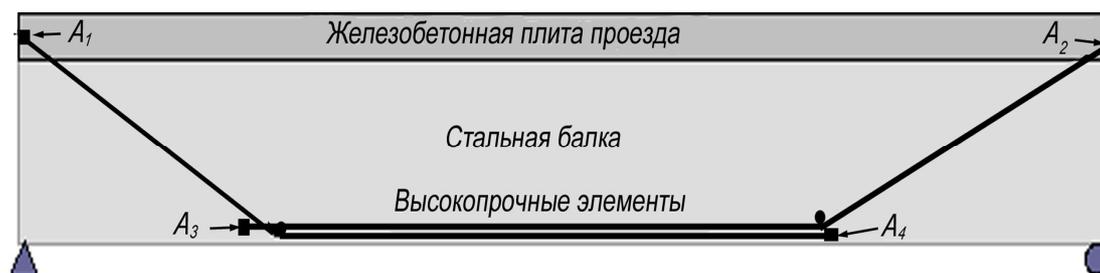


Рис. 3. Комбинированная сталежелезобетонная схема с управляемым напряжённым состоянием

Применение активного анкера позволяет компенсировать потери натяжения высокопрочных элементов из-за ползучести и усадки бетона, т.е. восстанавливать начальное напряженное состояние комбинированной конструкции.

Для рассматриваемой конструкции остаётся возможная проблема обеспечения устойчивости железобетонной плиты обжатой усилиями, передаваемыми на неё от напрягаемых

высокопрочных элементов. В первом приближении ответ на этот вопрос может быть получен на основе приближённого решения. Предположим, что пролётное строение, а, следовательно, и плита имеет выгиб вверх со стрелкой f (Рис. 4). Примем очертание этого выгиба по квадратной параболе

$$y(x) = \frac{4 \cdot f}{l^2} \cdot (l \cdot x - x^2) \quad (1)$$

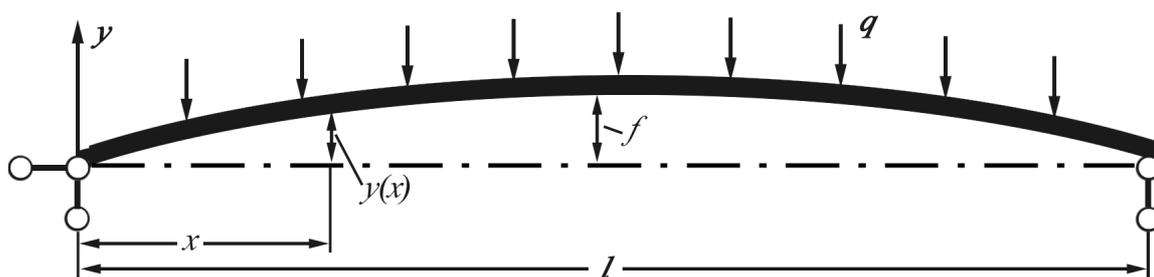


Рис. 4. Расчётная схема для оценки устойчивости плиты аналитическим методом.

Предположим, что по концам плиты приложена такая сила, при которой произошёл бесконечно малый отлив плиты от стальной балки по всей её длине. Зададимся целью оценки величины такой силы. При полном отлипе плиту можно рассматривать как двухшарнирную арку, величина распора в которой и есть искомая сила H . Помимо этой силы плита будет испытывать воздействие вертикальной нагрузки от собственной плиты q . Распор, при учёте только изгибных деформаций арки (плиты), может быть определён по выражению

$$H = -\Delta_{Hq} / \delta_{HH}, \quad (2)$$

где

$$\delta_{HH} = \int_L \frac{M_H^2}{E \cdot I_{нл.}} \cdot ds + \int_L \frac{N_H^2}{E \cdot A_{нл.}} \cdot ds, \quad \delta_{Hq} = \int_L \frac{M_q \cdot M_H}{E \cdot I_{нл.}} \cdot ds,$$

здесь L – длина арки по её оси, ds – длина элементарного участка арки по её оси.

Так как арка (плита) очень пологая, то без существенной погрешности можно заменить L на l , а ds на dx .

Тогда

$$\delta_{HH} = \int_0^l \frac{M_H^2}{E \cdot I_{нл.}} \cdot dx + \int_0^l \frac{N_H^2}{E \cdot A_{нл.}} \cdot dx = \int_0^l \frac{M_H^2}{E \cdot I_{нл.}} \cdot dx + \frac{l}{E \cdot I_{нл.}} = \frac{16 \cdot f^2}{l^4} \cdot \int_0^l (l \cdot x - x^2)^2 \cdot dx + \frac{l}{E \cdot I_{нл.}}$$

$$\delta_{Hq} = \int_0^l \frac{M_q \cdot M_H}{E \cdot I_{нл.}} \cdot dx = \int_0^l \frac{\left(\frac{q \cdot l \cdot x - q \cdot x^2}{2} \right) \cdot \left(\frac{4 \cdot f}{l^2} \cdot (l \cdot x - x^2) \right)}{E \cdot I_{нл.}} \cdot dx = -\frac{2 \cdot q \cdot f}{l^2} \cdot \int_0^l \frac{(l \cdot x - x^2)^2}{E \cdot I_{нл.}} \cdot dx$$

Откуда, после интегрирования и на основании (2), имеем

$$H = \frac{q \cdot f \cdot l^2}{E \cdot I_{нл.}} \cdot \left(\frac{8 \cdot f^2}{15 \cdot E \cdot I_{нл.}} + \frac{l}{E \cdot A_{нл.}} \right). \quad (3)$$

При толщине плиты 15 см, её ширине 800 см и стрелке $f = 10$ см согласно (3) имеем, что для отлива плиты необходимо усилие 49000 кН. От такого усилия в плите возникают напряжения $\sigma = 40$ МПа. Из этого следует, что плита быстрее будет раздавлена, чем потеряет устойчивость. Учитывая, что в реальных конструкциях на плиту будут уложены слои дорожной одежды, можно исключить возможность потери плиты общей устойчивости.

Однако может возникнуть вопрос о возможности потери контакта железобетонной плиты со стальной балкой на локальном участке. Для ответа на вопрос необходимо использовать более точные расчётные схемы. Более корректно для этого случая использовать расчётную схему, показанную на рисунке 5. Между железобетонной плитой и стальной балкой введём условные шарнирно-закреплённые связи малой длины. Постоянную нагрузку от веса плиты приведём к этим связям.

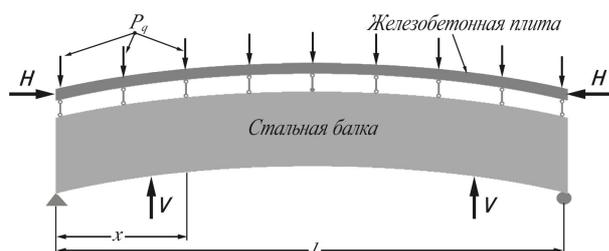


Рис. 5. Расчётная схема для оценки устойчивости плиты численным методом

Начальное очертание оси железобетонной плиты примем прямолинейной. Усилие H и V будем прикладывать ступенями. На каждой ступени нагружения конструкции определяем уси-

лия в дополнительных связях и её деформированное состояние комбинированной системы, которое будем принимать в качестве начального для последующего нагружения.

Результаты вычислений усилий в условных связях между плитой и балкой, а также вертикальных перемещений конструкции приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, что при реально возможных сжимающих воздействиях на плиту усилия в условных связях остаются сжимающими. Это свидетельствует о том, что отлип железобетонной плиты от стальной балки не возможен.

Таблица 1- Усилия в дополнительных связях и вертикальные перемещения комбинированной конструкции.

X, м	H, кН						
	2400	2700	3000	3300	3600	3900	4200
2,1	<u>-44.19</u> 0.001	<u>-44.2</u> 0.002	<u>-44.2</u> 0.003	<u>-44.2</u> 0.004	<u>-44.2</u> 0.004	<u>-44.2</u> 0.005	<u>-44.2</u> 0.006
4,2	<u>-44.3</u> 0.003	<u>-44.31</u> 0.004	<u>-44.31</u> 0.006	<u>-44.31</u> 0.007	<u>-44.32</u> 0.009	<u>-44.32</u> 0.010	<u>-44.33</u> 0.012
6,3	<u>-44.23</u> 0.004	<u>-44.60</u> 006	<u>-44.97</u> 0.009	<u>-44.34</u> 0.011	<u>-44.72</u> 0.013	<u>-44.91</u> 0.015	<u>-44.948</u> 0.018
8.4	<u>-44.28</u> 0.005	<u>-44.28</u> 0.008	<u>-44.28</u> 0.011	<u>-44.28</u> 0.014	<u>-44.29</u> 0.017	<u>-44.29</u> 0.020	<u>-44.29</u> 0.023
10.5	<u>-44.22</u> 0.005	<u>-44.21</u> 0.008	<u>-44.22</u> 0.012	<u>-44.21</u> 0.016	<u>-44.22</u> 0.019	<u>-44.22</u> 0.023	<u>-44.22</u> 0.026
12.6	<u>-44.21</u> 0.005	<u>-44.21</u> 0.009	<u>-44.21</u> 0.013	<u>-44.21</u> 0.017	<u>-44.21</u> 0.021	<u>-44.22</u> 0.025	<u>-44.22</u> 0.029
14.7	<u>-44.25</u> 0.005	<u>-44.24</u> 0.009	<u>-44.25</u> 0.014	<u>-44.25</u> 0.018	<u>-44.25</u> 0.022	<u>-44.25</u> 0.027	<u>-44.26</u> 0.031
16.8	<u>-44.27</u> 0.005	<u>-44.28</u> 0.009	<u>-44.28</u> 0.014	<u>-44.27</u> 0.019	<u>-44.27</u> 0.023	<u>-44.28</u> 0.028	<u>-44.28</u> 0.033
18.9	<u>-44.33</u> 0.005	<u>-44.34</u> 0.009	<u>-44.34</u> 0.014	<u>-44.36</u> 0.019	<u>-44.36</u> 0.024	<u>-44.37</u> 0.029	<u>-44.36</u> 0.033
21.0	<u>-44.23</u> 0.005	<u>-44.23</u> 0.009	<u>-44.23</u> 0.014	<u>-44.23</u> 0.019	<u>-44.23</u> 0.024	<u>-44.24</u> 0.029	<u>-44.24</u> 0.034

Примечание. Над чертой приведены значения усилий в условных связях, а под чертой перемещения конструкции в метрах

Вывод

Как это следует из проведенного анализа в модифицированной комбинированной ста-

лежелезобетонной конструкции, можно эффективно управлять напряжённым состоянием, сохраняя его в начальном состоянии.

Библиографический список

1.А. С. № 1270377. Предварительно напряжённая комбинированная балка пролётного строения моста / Ефимов П. П., Романовский В.М. 1986.

**SPANS WITH METAL REINFORCED
CONCRETE ROADWAY SLABS AND
CONTROLLED STRESS CONDITION OF
THE JOINT SYSTEM**

P. P. Efimov

The paper shows how by modifying the conventional form of composite structural spans you can create a structure in which maintaining a state of stress at a given level is possible.

Ефимов Павел Петрович - доктор технических наук, профессор СибАДИ. Основные направления научной деятельности – исследование фактической работы эксплуатируемых пролётных строения мостов; управление динамическим процессом динамического воздействия движущегося транспорта на мосты. Общее количество опубликованных работ: – 100.

УДК 624.04

**К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОБСТВЕННЫХ ФОРМ ВАНТОВОГО МОСТА
СМЕШАННЫМ МЕТОДОМ**

Кадисов Г. М.

Аннотация. Рассматриваются особенности вычисления собственных частот и собственных форм вантового моста, пространственная модель которого состоит из тонкостенной призматической складки, пилона постоянного поперечного сечения и веера вант. Приведены численные примеры.

Ключевые слова: смешанный метод, уравнение частот, собственные формы, перемещения.

Введение

В статье [1] рассмотрено решение одной модельной задачи о колебаниях вантового моста после обрыва одной наиболее напряженной ванты. Для сравнения результатов расчета методом конечных элементов предложено использовать смешанный метод и складку, моделирующую балку жесткости. Ниже рассматриваются особенности вычисления собственных частот (собственных чисел) и собственных форм вантового моста с применением смешанного метода.

Напомним, что модель складки для расчета плитно-балочных пролетных строений мостов и тонкостенных призматических систем была предложена Александровым А.В. [2]. [3], при этом для определения напряженно-деформированного состояния в плоских тонкостенных элементах применены точные решения теории упругости с использованием ординарных тригонометрических рядов. Эффективность модели была показана на расчетах однопролетных строений мостов, а также приве-

ден смешанный метод для случая наличия промежуточных опор. Автором в работе [4] модель складки была применена для решения динамических задач о колебаниях пролетных строений мостов совместно с регулярной колонной автомобилей, движущихся с постоянной скоростью.

Задача на собственные значения вантового моста

Смешанный метод в задаче о динамике вантового моста представлен системой уравнений (1) работы [1]. Эту систему, рассматривая свободные гармонические колебания моста, можно упростить, исключив из нее постоянную нагрузку и представив ускорения, пропорциональными смещениям:

$$\begin{aligned} R_i z_i - \lambda M_i z_i + R_{ix} X &= 0; \quad (i=1, n_s) \\ R_\pi z_\pi - \lambda M_\pi z_\pi + R_{\pi x} X &= 0; \quad (\pi=1, n_p) \quad (1) \\ \sum \Delta_{xi} z_i + \sum \Delta_{x\pi} z_\pi + \Delta_x X &= 0. \end{aligned}$$

Здесь R_i , R_{ix} , – реакции дополнительных связей, распределенных вдоль узловых линий

складки, от деформирования складки по i -й гармонике и от усилий в вантах, R_i – приведенная матрица инерционности для i -й гармоники складки, M_π – пилона; R_π , $R_{\pi\pi}$, – аналогичные матрицы в дополнительных связях пилон; Δ_{xi} , $\Delta_{x\pi}$, Δ_x – перемещения по направлению усилий в вантах. Первые два матричных уравнения представляют уравнения динамического равновесия при гармонических колебаниях, третье – уравнение совместности.

Пусть собственными формами балки жесткости и пилон соответственно будут Φ_{ik} , $\Phi_{\pi k}$, им соответствуют квадраты собственных частот λ_{ik} , $\lambda_{\pi k}$. Собственные формы удовлетворяют соотношениям:

$$R_i \Phi_{ik} = \lambda_{ik} M_i \Phi_{ik}; \quad R_\pi \Phi_{\pi k} = \lambda_{\pi k} M_\pi \Phi_{\pi k}. \quad (2)$$

Заметим, что каждой i -й гармонике свободно опертой однопролетной складки принадлежит спектр собственных частот λ_{ik} и собственных форм Φ_{ik} ($k = \overline{1, K}$), K – порядок квадратной матрицы R_i , равный учетверенному числу узловых линий. Перемещения, соответствующие собственной форме Φ_{ik} , изменяются вдоль пролета по i -й гармонике. Решение задачи на собственные значения отдельных складки и пилон не представляет затруднений, т. к. матрицы R_i и M_i симметричны. Интересно отметить, что среди собственных форм каждого i -го спектра складки можно заметить группу с низшими частотами, в которой контур поперечного сечения перемещается как жесткое целое, и группу на высших частотах с существенно деформированными поперечными сечениями. Здесь можно усмотреть аналогию с дебаевским и борновским спектрами атомной решетки [4].

На рис. 1 и 2 показаны, в дополнение к примеру работы [1], поперечные сечения первых 8 собственных форм, соответствующих деформированию однопролетной складки по первой гармонике ($i=1$). Так первой форме (рис.1а) соответствует поперечный изгиб вертикальный, второй (рис.1б) – кручение, третьей (рис.1в) – поперечный изгиб горизонтальный, по пятой (рис.1г) – продольная горизонтальная осевая деформация, при этом в названных формах контур поперечного сечения практически не деформируется. Формы 4, 6, 7 и 8 (рис.2) характерны искривлением контура

поперечных сечений. В следующих по порядку собственных формах наблюдается более сложный характер деформирования контура как в плоскости, так и из плоскости поперечного сечения. Эти формы из-за ограниченности статьи не приведены. Следует заметить, что характер деформирования контура поперечного сечения каждой собственной формы одного спектра i -й гармоники таков, что работа инерционных сил одной собственной формы на перемещениях другой собственной формы этого же спектра равна нулю.

Задача на собственные значения для пилон, принятого в рассматриваемой модели со сплошным поперечным сечением, определяется по известным формулам как для консольного стержня.

Определим собственные формы и квадраты собственных частот моста в целом. Выразим векторы амплитуд перемещений складки и пилон рядами по собственным формам:

$$\mathbf{z}_i = \sum \Phi_{ik} \alpha_{ik}; \quad \mathbf{z}_\pi = \sum \Phi_{\pi k} \beta_{\pi k}. \quad (3)$$

Подставим ряды (3) в первые два уравнения системы (1) и с учетом соотношений (2) и ортогональности собственных форм складки выразим скалярные коэффициенты этих рядов через усилия в вантах:

$$\alpha_{ik} = \frac{-1}{(\lambda_{ik} - \lambda)} \frac{\Phi_{ik}^T R_{ix} X}{\Phi_{ik}^T M_i \Phi_{ik}};$$

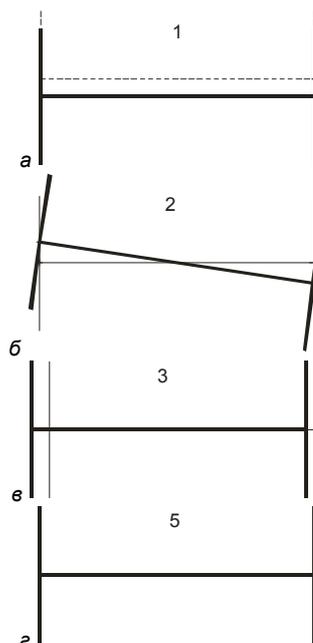


Рис. 1. 1, 2, 3, 5 собственные формы складки.

$$\beta_{ik} = \frac{-1}{(\lambda_{\pi k} - \lambda)} \frac{\Phi_{\pi k}^T R_{\pi x} X}{\Phi_{\pi k}^T M_{\pi} \Phi_{\pi k}}. \quad (4)$$

Последнее уравнение однородной системы (1) после подстановки рядов (3) с учетом (4) и теоремы взаимности реакций и перемещений принимает вид:

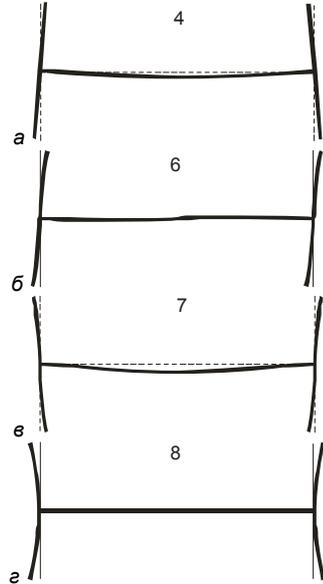


Рис.2. 4, 6, 7, 8 собственные формы складки.

$$\left[\sum \sum \frac{R_{ix}^T \Phi_{ik}}{(\lambda_{ik} - \lambda)} \frac{\Phi_{ik}^T R_{ix}}{\Phi_{ik}^T M_i \Phi_{ik}} + \sum \sum \frac{R_{\pi x}^T \Phi_{\pi k}}{(\lambda_{\pi k} - \lambda)} \frac{\Phi_{\pi k}^T R_{\pi x}}{\Phi_{\pi k}^T M_{\pi} \Phi_{\pi k}} + \Delta_x \right] \mathbf{x} = \mathbf{0}. \quad (5)$$

Выражение в квадратной скобке этого уравнения – квадратная матрица. Приравняв ее определитель нулю получаем характеристическое уравнение:

$$\det \left[\sum \sum \frac{R_{ix}^T \Phi_{ik}}{(\lambda_{ik} - \lambda)} \frac{\Phi_{ik}^T R_{ix}}{\Phi_{ik}^T M_i \Phi_{ik}} + \sum \sum \frac{R_{\pi x}^T \Phi_{\pi k}}{(\lambda_{\pi k} - \lambda)} \frac{\Phi_{\pi k}^T R_{\pi x}}{\Phi_{\pi k}^T M_{\pi} \Phi_{\pi k}} + \Delta_x \right] = 0. \quad (6)$$

Нетрудно видеть, что левая часть этого уравнения как функция параметра λ имеет полюсы на спектре собственных значений отдельных конструкций (складки и пилона), а нули на спектре вантового моста в целом. Поэтому определение корней уравнения (6) можно выполнить следующим образом. Сначала объединить два спектра λ_{ik} , $\lambda_{\pi k}$ в один и его ранжировать по возрастанию, а затем между каждой парой соседних полюсов методом деления отрезка пополам, или методом золотого сечения, или, наконец, малыми равномерными шагами найти очередной корень уравнения (6). Обозначим корни этого уравнения через λ_{γ} . Соответствующие им собственные векторы усилий в вантах – X_{γ} най-

дем из однородного матричного уравнения (5), в котором теперь определитель матрицы, заключенной в квадратные скобки, при $\lambda = \lambda_{\gamma}$ равен нулю. Поэтому можно один, например, последний компонент вектора X принять равным 1, остальные найти из решения системы (5), из которой удалить последнее уравнение. Подставляя X_{γ} в правые части формул (4), получим скалярные коэффициенты $\alpha_{ik\gamma}$ и $\beta_{\pi k\gamma}$ и затем векторы амплитуд узловых перемещений $z_{i\gamma}$, $z_{\pi\gamma}$, соответствующие собственному числу λ_{γ} и таким образом определяющие собственную форму.

Запишем теперь систему (1) относительно γ -й собственной формы ($z_{i\gamma}$, $z_{\pi\gamma}$, X_{γ}):

$$\begin{aligned} R_{\pi} z_{\pi\gamma} - \lambda_{\gamma} M_{\pi} z_{\pi\gamma} + R_{\pi x} X_{\gamma} &= 0; \\ R_i z_{i\gamma} - \lambda_{\gamma} M_i z_{i\gamma} + R_{ix} X_{\gamma} &= 0; \end{aligned} \quad (7)$$

$$\sum \Delta_{xi} z_{i\gamma} + \sum \Delta_{x\pi} z_{\pi\gamma} + \Delta_x X_{\gamma} = 0.$$

Умножим первое уравнение слева на $z_{i\chi}^T$, второе на $z_{\pi\chi}^T$, полученные выражения просуммируем по i и π и затем обе суммы сложим, результат преобразуем к такому виду:

$$\begin{aligned} \sum z_{i\chi}^T R_i z_{i\gamma} + \sum z_{\pi\chi}^T R_{\pi} z_{\pi\gamma} + \sum z_{i\chi}^T R_{ix} X_{\gamma} + \sum z_{\pi\chi}^T R_{\pi x} X_{\gamma} &= \cdot \\ = \lambda_{\gamma} \left[\sum z_{i\chi}^T M_i z_{i\gamma} + \sum z_{\pi\chi}^T M_{\pi} z_{\pi\gamma} \right] \end{aligned} \quad (8)$$

Две последних суммы в левой части равенства (8) можно преобразовать с учетом теоремы взаимности реакций и перемещений ($R_{ix}^T = -\Delta_{xi}$; $R_{\pi x}^T = -\Delta_{x\pi}$) и уравнения совместности в (7):

$$\sum z_{i\chi}^T R_i X_{\gamma} + \sum z_{\pi\chi}^T R_{\pi} X_{\gamma} = X_{\chi}^T \Delta_x X_{\gamma}.$$

Теперь равенство (8) можно упростить:

$$\sum z_{i\chi}^T R_i z_{i\gamma} + \sum z_{\pi\chi}^T R_{\pi} z_{\pi\gamma} + X_{\chi}^T \Delta_x X_{\gamma} = \lambda_{\gamma} \left[\sum z_{i\chi}^T M_i z_{i\gamma} + \sum z_{\pi\chi}^T M_{\pi} z_{\pi\gamma} \right] \quad (9)$$

Если равенстве (9) поменять индексы $\gamma \rightarrow \chi$ и $\chi \rightarrow \gamma$, то в полученном равенстве левая часть, в виду симметричности матриц, будет равна левой части уравнения (9), тогда приравняв их правые части, получим после перестановок уравнение:

$$(\lambda_\gamma - \lambda_\chi) \cdot [\sum z_{i\chi}^T M_i z_{i\gamma} + \sum z_{\pi\chi}^T M_\pi z_{\pi\gamma}] = 0, \quad (11)$$

из которого следует свойство ортогональности собственных форм:

$$\sum z_{i\chi}^T M_i z_{i\gamma} + \sum z_{\pi\chi}^T M_\pi z_{\pi\gamma} = 0, \quad \text{если } \gamma \neq \chi. \quad (13)$$

Введем приведенную массу для γ -й формы:

$$M_\gamma = \sum z_{i\gamma}^T M_i z_{i\gamma} + \sum z_{\pi\gamma}^T M_\pi z_{\pi\gamma}. \quad (14)$$

Заметим, что собственная форма с индексом γ представлена набором векторов $z_{i\gamma}$ и $z_{\pi\gamma}$.

В качестве примера рассмотрим модель вантового моста, приведенной в работе [1]. Балку жесткости представим как складку с 7-ю узловыми линиями (см. рис.3). Ванты прикреплены к 5 и 6 узловым линиям. Пусть ванта, соединяющая пилон с 5 узловой линией в точке с продольной координатой $x=10$ м., оборвана. Для первых 6 собственных форм поврежденного вантового моста на рис. 4 показаны эпюры вертикальных перемещений узловых линий. На рисунках эпюры пронумерованы согласно узловым линиям.

На рисунке 5 приведены кривые изменения во времени перемещений точек узловых линий 5, 6 и 7 в сечении $x=10$ м. при свободных колебаниях моста с момента обрыва ванты. Начальное положение указанных точек соответствует статическому состоянию неповрежденного моста, а колебания происходят относительно статического состояния поврежденного моста.

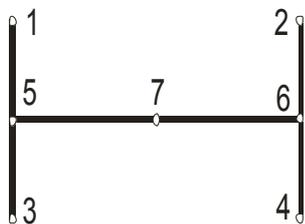


Рис. 3. Поперечное сечение балки жесткости

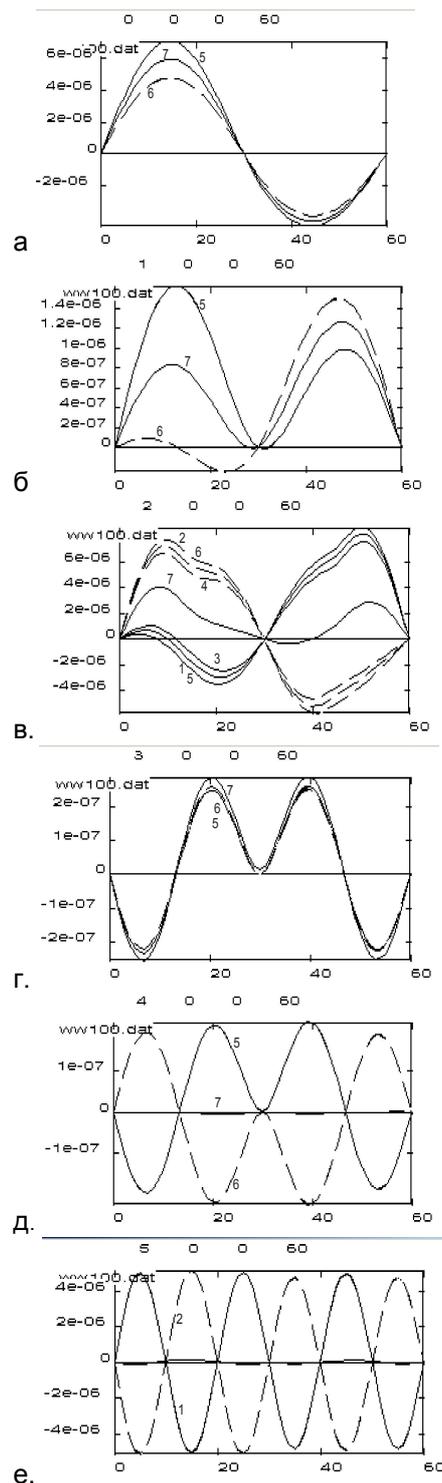


Рис. 4. Вертикальные перемещения первых шести собственных форм балки жесткости

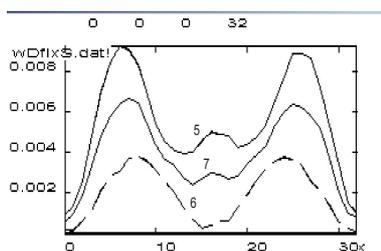


Рис. 5. Графики колебаний 5, 6, 7 узловых линий в сечении $x = 10$ м

Заключение

Разработанная методика расчета колебаний вантовых конструкций, балка жесткости которых может быть смоделирована призматической складчатой системой, позволяет в дополнение к известным программным продуктам, основанным на МКЭ, получать для сравнения качественные и количественные результаты.

Библиографический список

1. Кадисов Г.М., Чернышов В. В. Динамика вантового моста после обрыва ванты
2. Расчет сооружений с применением вычислительных машин. Смирнов А.

Ф., Александров А. В., Шапошников Н.Н., Б. Я. Лащеников. М: Стройиздат 1964. – 380 с.

3. Строительная механика. Тонкостенные пространственные системы./ Александров А. В., Лащеников Б. Я., Шапошников Н. Н. – М: Стройиздат, 1983. – 488 с.

4. Кадисов Г. М. Устойчивость и колебания упругой системы под воздействием колонны подвижных механических объектов.// Изв. вузов. Строительство.–1996.–№ 8. – С.36-42.

5. Мандельштам Л.И. Лекции по теории колебаний.–М: Наука, 1972. – 472 с.

DEFINITION OF OWN FORMS OF A CABLE-STAYED BRIDGE BY A MIXED METHOD

G. M. Kadisov

The features of calculating the own frequencies and own forms of cable-stayed bridge, the spatial model which consists of a thin-walled prismatic fold, a constant cross section pylon and fan shrouds. Numerical examples are given.

Кадисов Григорий Михайлович - д-р техн наук, профессор, зав. кафедрой Строительная механика. Общее количество опубликованных работ: 60. E-mail: kadisov@rambler.ru.

УДК 691:666

ПРОЦЕССЫ КОРРОЗИИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ В ЕГО СТРУКТУРЕ

И. Н. Кузнецова, М. А. Ращупкина

Аннотация. В статье, на основе экспериментальных исследований структуры цементного камня на тампонном цементе, приведены его физико-химические свойства. Представлены основные коррозионные процессы цементного камня и бетона.

Ключевые слова: цементный камень, бетон, коррозия.

Введение

Бетон является одним из самых распространенных материалов в строительстве различных объектов в самых различных условиях эксплуатации. В работе рассмотрены коррозионные процессы цементного камня формирующего структуру бетона выполненного на тампонном цементе, применяемого для работ в агрессивных средах, изложены результаты экспериментальных исследований структуры

цементного камня на тампонном цементе, приведены его физико-химические свойства.

Основная часть

Характеризуя коррозионные процессы цементного камня и бетона в целом на разных стадиях, необходимо, в первую очередь сделать анализ структурообразования и состава цементного камня. Исследования цементного камня, бетона, проведены в работах таких ученых, как И.Н. Ахвердов, Ю.М. Баженов, М.М. Сычев, П.А. Ребиндер и др. В них обос-

нованы макроструктура и микроструктура цементного камня и бетона в целом. Цементный камень является основным компонентом бетона, определяющим его свойства и долговечность. Долговечность определяется соотношением степени агрессивности воздействий на бетон и стойкостью бетона к агрессивным воздействиям. Агрессивные воздействия на материал вызывают коррозию – ухудшение физико-механических свойств бетона. В результате происходит взаимодействие агрессивных компонентов с цементным камнем, вызывающее изменение его структуры и свойств. Формирование структуры цементного камня, осуществляется в процессе сложного гидратационного взаимодействия твердой, жидкой и газообразной фаз. Этапы твердения связаны с зарождением и образованием кристаллических фаз.

Образцы для исследования выполнялись из портландцемента тампонажного бездобавочного для низких и нормальных температур (15-50 °С) (ПЦТ I-50) по ГОСТ 1581-96. Данный цемент применяется для цементирования нефтяных, газовых и других скважин. По согласованию с изготовителем допускается применение в качестве общестроительного цемента [4].

На тампонажном цементе (ПЦТ I-50) изготавливают тампонажные растворы нормальной плотности, обладающие гарантированной прочностью, и непроницаемостью, коррозионной стойкостью за счет низкого содержания алюминатов кальция и щелочных соединений.

Нормированное время загустевания является гарантией своевременного схватывания тампонажного раствора и, вместе с этим, обеспечивает нарастание прочности сразу после окончания цементирования объектов. Физико-химические характеристики портландцемента тампонажного (ПЦТ I-50) представлены в таблице 1.

Для структуры затвердевшего цементного камня характерны более прочные кристаллизационные контакты химической природы – так называемая «поверхностная химическая сшивка», обусловленная взаимодействием внешних электронов атомов контактирующих частиц. Энергия связи «химической сшивки» может составлять от 40 до 400 кДж/моль, а сила связи на один контакт – 10^{-4} Н.

Цементный камень содержит участки с различной структурой, сложенные разными минералами. Свойства цементного камня зависят от его минерального состава. Изменяя минеральный состав вяжущего и условия твердения, можно получать различные типы

микроструктуры цементного камня, которая состоит из гелевых и кристаллических продуктов гидратации цемента и многочисленных включений в виде не гидратированных зерен клинкера, то есть свойства цементного камня зависят от его минерального состава. Основной составляющей микроструктуры цементного камня являются гидросиликаты кальция. [7, 8]

На микрофотографиях исследуемых образцов цементного камня сформированного из тампонажного цемента (ПЦТ I-50) отчетливо видны игольчатые кристаллы и их сростки (рисунок 1), характерные для гидросиликатов кальция.

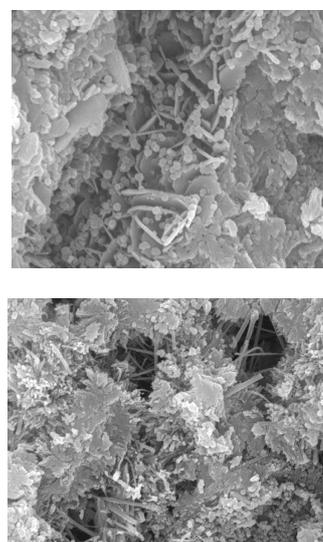


Рис. 1. Микрофотографии цементного камня на цементе ПЦТ I-50
а) с разрешением 1 мкм;
б) с разрешением 5 мкм

Анализатором «Porosimeter 2000» определен объем пор образцов цементного камня сформированного из тампонажного цемента (ПЦТ I-50). Данный прибор позволил определить макропоры и мезопоры, общий объем таких пор для образцов цементного камня составляет $0,035 \text{ см}^3/\text{г}$ при диаметре 19,6 нм; и $0,029 \text{ см}^3/\text{г}$ при диаметре 19,2 нм. [6] Характеристика пористой структуры цементного камня на цементе ПЦТ I-50 представлена в таблице 2, распределение пор в цементном камне на цементе ПЦТ I-50 представлено на рисунке 2.

Структура бетона, изотропна, ее свойства по разным направлениям приблизительно одинаковы. Оценку структурообразования неорганических соединений цементного камня и бетона в целом необходимо вести комплексно, учитывая кристаллохимические особенно-

сти веществ, кинетические и термодинамические факторы. Цементный камень с использованием цементного раствора, в смеси с кварцевым песком, или бетона, в смеси с песком и крупным заполнителем, образует водостойкий камень, который обладает развитой пористостью, при длительном контакте с водой и особенно с водными растворами его водостойкость, химическая стойкость недостаточна. [3, 7, 8]

Проблемы коррозии цементного камня и бетона изложены В.И. Бабушкиным, и совместно с другими учеными разработан метод термодинамического анализа для изучения коррозии цементного камня и бетона. В.М. Москвиным предложена классификация коррозионных процессов, разработаны нормы по защите бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. В работах С.Н. Алексеева, Ф.М. Иванова, Н.К. Розенталя, В.В. Яковлева и др. рассмотрены процессы проникания в бетон разных по составу газовой среды, с учётом частичного заполнения пор и капилляров поровой влагой, т.е. предполагается скорость карбонизации бетона зависит от состава бетона, технологии изготовления бетона, проницаемости бетона, температурно-влажностных условий эксплуатации, концентрации углекислого газа в воздушной среде, и др. Учеными Б.В. Гусевым, А.С. Файвусовичем, В.Ф. Степановой, Н.К. Розенталь разработаны системы уравнений которые используются в моделях биокоррозии, выщелачивания отвержденных радиоактивных отходов, коррозии в жидких средах, фильтрации, коррозии арматуры и т.д.

Оценка долговечности и скорости коррозии цементного камня и бетона сводится к исследованию особенностей взаимодействия агрессивных факторов окружающей среды с цементным камнем и бетоном, и разработке математических моделей процессов коррозии цементного камня и бетона.

Рассмотрим, что относят к основным процессам коррозии цементного камня и бетона: физические коррозионные процессы (увлажнение, высушивание, развитие неравномерных деформаций усадки и набухания; дегидратация и снижение прочности цементного камня под действием высоких температур; циклическое замораживание и оттаивание в водонасыщенном состоянии); физико-химические коррозионные процессы в зависимости от степени водонасыщения бетона и химической активности среды, т.е. при действии воды-среды на бетон (коррозии I, II, III вида – по классификации В.М. Москвина); физи-

ко-химическая при взаимодействии щелочей цемента с кремнеземом заполнителя (это внутренняя коррозия); биологическая коррозия; электрохимическая коррозия.

К коррозии цементного камня которая возникает под действием агрессивных сред относятся: коррозии мягкими водами (щелочной средой); мягкими называют воды с жесткостью менее 4 мг экв/л, способные растворять $\text{Ca}(\text{OH})_2$; коррозии водами, содержащими свободные кислоты (кислой средой); коррозии магниевыми водами, т.е. водами с содержанием катионов Mg^{2+} свыше 5000 мг/л; коррозии водами, содержащими сульфаты, ион SO_4^{2-} ; коррозии водами, содержащими свободную углекислоту CO_2 . [1, 2, 5] Необходимо разрабатывать математические модели, позволяющих прогнозировать долговечность при воздействии агрессивной среды на стадии проектирования конструкций.

Заключение

Повысить различные свойства цементного камня и бетона в целом можно за счет оптимизации состава бетона. Практически все виды химической коррозии связаны с наличием в цементном камне гидратной извести – $\text{Ca}(\text{OH})_2$, поэтому любые мероприятия по снижению количества $\text{Ca}(\text{OH})_2$ будут способствовать повышению коррозионной стойкости цементного камня, это служит основой для создания специальных видов коррозионно-стойких цементов к такому виду относят тампонажный бездобавочный цемент марки ПЦТ I-50 применяемого в качестве общестроительного цемента.

Библиографический список

1. Бабушкин В. И., Ратинова В. Г. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона. - М.: Стройиздат, 1968. - 187с.
2. Гусев Б. В., Кондращенко В. И., Маслов Б. П., Файвусович А. С. Формирование структуры композиционных материалов и их свойства. - М.: Научный мир, 2006. –560 с.
3. Гусев Б. В. Прочность полидисперсного композиционного материала, типа цементного бетона и особенностей напряженно-деформированного состояния такого материала при действии сжимающих нагрузок. – М: ЦИИИ, 2003. – 37 с.
4. Данюшевский В. С., Толстых И. Ф., Милыптейн В. Справочное руководство по тампонажным материалам. –М.: Недра, 1973. – 312 с.
5. Москвин В. М., Саввина Ю. А., Алексеев С. Н. и др. Повышение стойкости бетона и железобетона при воздействии агрессивных сред / Под ред. В.М. Москвина, Ю.А. Саввиной. - М. : Стройиздат, 1975. - 240 с.
6. Никонова Н. С. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. – М., 1981.

7. Шмитько Е. И., Крылова А. В., Шаталова В. В. Химия цемента и вяжущих веществ. – СПб, 2006.- 206 с.

8. Сидоров В. И., Агасян Э. П., Никифорова Т. П. и др. Химия в строительстве / Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2007 – 312с.

PROCESSES OF CORROSION OF A CEMENT STONE IN ITS STRUCTURE

I. N. Kuznetsova, M. A. Raschupkina

In clause, on the basis of experimental researches of structure of a cement stone on special cement, its physical and chemical properties are resulted. The basic corrosion processes of a cement stone and concrete are presented.

Кузнецова Ирина Николаевна - кандидат технических наук, доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство». Основное направление научных исследований: наноструктурирование композиционных материалов, физико-технические свойства бетонов, коррозионные процессы бетонов. Общее количество публикаций-43.

Ращупкина Марина Алексеевна - кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные материалы и специальные технологии». Основное направление научных исследований :наноструктурирование строительных материалов и изделий, физико-механические свойства бетонов, механизм формирования структуры бетона. Общее количество публикаций- 31

УДК 625.731

РАСЧЕТ МНОГОСЛОЙНОЙ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ С ОРТОТРОПНЫМИ СЛОЯМИ

С. А. Матвеев

Аннотация. Разработана математическая модель армированного геосеткой (георешеткой) упругого слоя многослойной плиты, как слоя композитного. На основе энергетического подхода получены выражения для определения модулей упругости композитного слоя. Между отдельными слоями имеется жесткое сцепление. Для случая поперечного изгиба полиармированной плиты на упругом основании рассмотрено аналитическое решение методом Бубнова - Галеркина, которое доведено до числовых результатов. Точность решения оценивается путем сопоставления с результатами, полученными другими методами и экспериментально. Влияние армирования отдельных слоёв на напряженно-деформированное состояние всей конструкции рассмотрено на конкретном примере изгиба однослойной плиты с армирующей прослойкой, расположенной в ее основании.

Ключевые слова: плита, основание, армирование, георешетка, математическая модель

Введение

Общим недостатком существующих подходов при решении вопросов применения геосинтетических материалов для армирования дорожных конструкций является, попытка привлечения традиционных методик расчета конструкций со сплошными, однородными, изотропными слоями для расчета армированных конструкций, являющихся по существу конструктивно анизотропными. В статье предложен альтернативный подход, базирующийся на разработанной автором теории изгиба многослойной полиармированной плиты.

Дифференциальное уравнение изгиба многослойной полиармированной плиты на упругом основании (рис. 1) имеет вид [1]

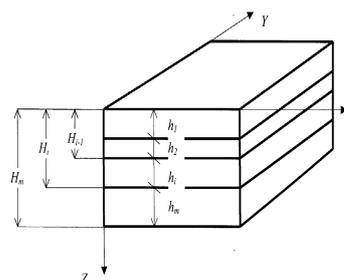


Рис. 1. Многослойная плита

$$D_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 3D_{13} \frac{\partial^4 w}{\partial x^3 \partial y} + 2(D_{12} + D_{33}) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + 3D_{23} \frac{\partial^4 w}{\partial x \partial y^3} + D_{22} \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + C_2 w + q = 0. \quad (1)$$

Здесь C_2 - коэффициент постели; q - интенсивность распределенной по поверхности плиты нагрузки; $D_{11}, D_{12}, \dots, D_{33}$ - постоянные, характеризующие упругие свойства плиты и определяемые из выражений:

$$\begin{aligned} D_{11} &= d_{11} + c_{11}c_{11}^* + c_{12}c_{21}^* + c_{13}c_{31}^*; \\ D_{12} &= d_{12} + c_{11}c_{12}^* + c_{12}c_{22}^* + c_{13}c_{32}^*; \\ D_{13} &= d_{13} + c_{11}c_{13}^* + c_{12}c_{23}^* + c_{13}c_{33}^*; \\ D_{22} &= d_{22} + c_{21}c_{12}^* + c_{22}c_{22}^* + c_{23}c_{32}^*; \\ D_{23} &= d_{23} + c_{21}c_{13}^* + c_{22}c_{23}^* + c_{23}c_{33}^*; \\ D_{33} &= d_{33} + c_{31}c_{13}^* + c_{32}c_{23}^* + c_{33}c_{33}^*. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь $c_{11}^*, c_{12}^*, \dots, c_{33}^*$ - постоянные, определяемые из выражений:

$$\begin{aligned} c_{11}^* &= \frac{1}{D} [c_{11}(b_{23}b_{32} - b_{22}b_{33}) + c_{21}(b_{12}b_{33} - b_{13}b_{32}) + c_{31}(b_{22}b_{13} - b_{12}b_{23})]; \\ c_{12}^* &= \frac{1}{D} [c_{12}(b_{23}b_{32} - b_{22}b_{33}) + c_{22}(b_{12}b_{33} - b_{13}b_{32}) + c_{32}(b_{22}b_{13} - b_{12}b_{23})]; \\ c_{13}^* &= \frac{1}{D} [c_{13}(b_{23}b_{32} - b_{22}b_{33}) + c_{23}(b_{12}b_{33} - b_{13}b_{32}) + c_{33}(b_{22}b_{13} - b_{12}b_{23})]; \\ c_{22}^* &= \frac{1}{D} [c_{12}(b_{21}b_{33} - b_{23}b_{31}) + c_{22}(b_{31}b_{13} - b_{11}b_{33}) + c_{32}(b_{11}b_{23} - b_{13}b_{21})]; \\ c_{23}^* &= \frac{1}{D} [c_{13}(b_{21}b_{33} - b_{23}b_{31}) + c_{23}(b_{31}b_{13} - b_{11}b_{33}) + c_{33}(b_{11}b_{23} - b_{13}b_{21})]; \\ c_{33}^* &= \frac{1}{D} [c_{13}(b_{31}b_{22} - b_{32}b_{21}) + c_{23}(b_{31}b_{13} - b_{11}b_{33}) + c_{33}(b_{21}b_{12} - b_{11}b_{22})]; \\ D &= b_{11}b_{22}b_{33} + b_{12}b_{23}b_{31} + b_{13}b_{32}b_{21} - \\ &\quad - b_{31}b_{22}b_{13} - b_{21}b_{12}b_{33} - b_{11}b_{23}b_{32}. \end{aligned} \quad 3$$

Постоянные $d_{11}, \dots, d_{33}, c_{11}, \dots, c_{33}, b_{11}, \dots, b_{33}$ определяются из выражений:

$$b_{11} = \sum_{i=1}^m A_{11}^i h_i, \quad b_{12} = \sum_{i=1}^m A_{12}^i h_i, \quad b_{13} = \sum_{i=1}^m A_{13}^i h_i,$$

$$\begin{aligned} b_{22} &= \sum_{i=1}^m A_{22}^i h_i, \quad b_{23} = \sum_{i=1}^m A_{23}^i h_i, \quad b_{33} = \sum_{i=1}^m A_{33}^i h_i; \\ c_{11} &= \sum_{i=1}^m A_{11}^i p_i, \quad c_{12} = \sum_{i=1}^m A_{12}^i p_i, \quad c_{13} = \sum_{i=1}^m A_{13}^i p_i, \quad (4) \\ c_{22} &= \sum_{i=1}^m A_{22}^i p_i, \quad c_{23} = \sum_{i=1}^m A_{23}^i p_i, \quad c_{33} = 2 \sum_{i=1}^m A_{33}^i p_i; \\ d_{11} &= \sum_{i=1}^m A_{11}^i g_i, \quad d_{12} = \sum_{i=1}^m A_{12}^i g_i, \quad d_{13} = 2 \sum_{i=1}^m A_{13}^i g_i, \\ d_{22} &= \sum_{i=1}^m A_{22}^i g_i, \quad d_{23} = 2 \sum_{i=1}^m A_{23}^i g_i, \quad d_{33} = 4 \sum_{i=1}^m A_{33}^i g_i. \end{aligned}$$

Постоянные p_i, g_i в формулах (4) определяются из выражений

$$\begin{aligned} p_i &= \frac{1}{2} (2H_{i-1} + h_i) h_i \\ g_i &= \frac{1}{3} (3H_{i-1}^2 + 3H_{i-1}h_i + h_i^2) h_i \end{aligned} \quad (5)$$

При этом справедливы равенства:

$$\begin{aligned} c_{ij} &= c_{ji}; \quad b_{ij} = b_{ji}; \quad c_{ij}^* = c_{ji}^*; \\ D_{ij} &= D_{ji}; \quad i, j = 1, 3 \end{aligned} \quad (6)$$

В том случае, если армирование k -го слоя выполнено с использованием геосетки или георешетки, то в формулы (4) необходимо внести изменения:

$$\begin{aligned} b_{11} &= \sum_{i=1}^{k-1} A_{11}^i h_i + A_{11}^k h_k + \sum_{i=k+1}^m A_{11}^i h_i; \\ b_{12} &= \sum_{i=1}^{k-1} A_{12}^i h_i + A_{12}^k h_k + \sum_{i=k+1}^m A_{12}^i h_i; \\ b_{13} &= \sum_{i=1}^{k-1} A_{13}^i h_i + A_{13}^k h_k + \sum_{i=k+1}^m A_{13}^i h_i; \\ b_{22} &= \sum_{i=1}^{k-1} A_{22}^i h_i + A_{22}^k h_k + \sum_{i=k+1}^m A_{22}^i h_i; \\ b_{23} &= \sum_{i=1}^{k-1} A_{23}^i h_i + A_{23}^k h_k + \sum_{i=k+1}^m A_{23}^i h_i; \\ b_{33} &= \sum_{i=1}^{k-1} A_{33}^i h_i + A_{33}^k h_k + \sum_{i=k+1}^m A_{33}^i h_i. \end{aligned} \quad (7)$$

Упругие постоянные армированного слоя $A_{11}^k, A_{12}^k, \dots, A_{33}^k$ в формулах (7) определяются из соотношений [2]:

$$\begin{aligned}
 A_{11} &= \Omega \frac{E_0}{1-\nu_0^2} + \omega_x E_x; \\
 A_{22} &= \Omega \frac{E_0}{1-\nu_0^2} + \omega_y E_y; \\
 A_{12} = A_{21} &= \frac{E_0 \nu_0}{1-\nu_0^2}; \quad A_{33} = \frac{E_0}{2(1+\nu_0)}; \\
 A_{13} = A_{31} = A_{32} = A_{23} &= 0,
 \end{aligned} \tag{8}$$

а неармированного слоя – из выражений

$$\begin{aligned}
 A_{11} = A_{22} &= \frac{E_0}{1-\nu_0^2}; \quad A_{33} = \frac{E_0}{2(1+\nu_0)}; \\
 A_{12} = A_{21} &= \nu_0 A_{11}.
 \end{aligned} \tag{9}$$

Уравнение (1) является неоднородным дифференциальным уравнением четвертого порядка. Для его решения используем метод Бубнова-Галеркина [3].

Рассмотрим шарнирно опертую прямоугольную плиту с размерами $0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$. Грузовая площадка, нагруженная равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью q , расположена в центре плиты (рис. 2).

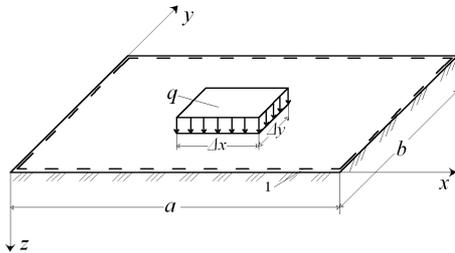


Рис. 2. Расположение грузовой площадки

Приближенное решение уравнения (1) будем искать в виде ряда функций $\varphi_i(x, y)$ с неопределенными коэффициентами a_i :

$$w(x, y) \approx \sum_{i=1}^{n_0} a_i \varphi_i(x, y). \tag{10}$$

Здесь и далее n_0 – некоторое достаточно большое целое число.

Коэффициенты a_i ряда определим из решения системы алгебраических уравнений

$$\sum_{i=1}^{n_0} r_{ki} a_i - R_{kp} = 0, \quad k=1, \dots, n_0. \tag{11}$$

Здесь

$$\begin{aligned}
 r_{ki} &= \int_0^a \int_0^b \left[D_{11} \frac{\partial^4 \varphi_i}{\partial x^4} + 3D_{13} \frac{\partial^4 \varphi_i}{\partial x^3 \partial y} + \right. \\
 &+ 2(D_{12} + D_{33}) \frac{\partial^4 \varphi_i}{\partial x^2 \partial y^2} + 3D_{23} \frac{\partial^4 \varphi_i}{\partial x \partial y^3} + \\
 &\left. + D_{22} \frac{\partial^4 \varphi_i}{\partial y^4} + C_z \varphi_i \right] \varphi_k dx dy;
 \end{aligned} \tag{12}$$

$$R_{kp} = \int_0^a \int_0^b q(x, y) \varphi_k dx dy. \tag{13}$$

Функцию прогибов представим в виде двойного тригонометрического ряда

$$w(x, y) = \sum_{m=1}^{m_1} \sum_{n=1}^{n_1} w_{mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \tag{14}$$

удовлетворяющего кинематическим граничным условиям. Здесь m_1 и n_1 – некоторые достаточно большие целые числа.

Введем обозначения

$$a_k = w_{mn}; \quad \varphi_k = \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}; \tag{15}$$

$$a_i = w_{jl}; \quad \varphi_i = \sin \frac{j\pi x}{a} \sin \frac{l\pi y}{b}.$$

Выражение (12) с учетом (15) примет вид

$$\begin{aligned}
 r_{ki} &= \int_0^a \int_0^b \left\{ \left[D_{11} \left(\frac{j\pi}{a} \right)^4 + 2(D_{12} + D_{33}) \times \right. \right. \\
 &\times \left(\frac{j\pi}{a} \right)^2 \left(\frac{l\pi}{b} \right)^2 + D_{22} \left(\frac{l\pi}{b} \right)^4 + C_z \left. \right] \times \\
 &\times \sin \frac{j\pi x}{a} \sin \frac{l\pi y}{b} + 3 \left(\frac{j\pi}{a} \right) \left(\frac{l\pi}{b} \right) \times \\
 &\times \left[D_{13} \left(\frac{j\pi}{a} \right)^2 + D_{23} \left(\frac{l\pi}{b} \right)^2 \right] \times \\
 &\times \cos \frac{j\pi x}{a} \cos \frac{l\pi y}{b} \left. \right\} \sin \frac{m\pi x}{a} \times \\
 &\times \sin \frac{n\pi y}{b} dx dy.
 \end{aligned} \tag{16}$$

В силу ортогональности тригонометрических функций при $i \neq k$ из (16) получаем $r_{ki} = 0$, а при $i = k$

$$r_{kk} = \int_0^a \int_0^b \left\{ \left[D_{11} \left(\frac{m\pi}{a} \right)^4 + 2(D_{12} + D_{33}) \times \right. \right. \\ \times \left. \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 \left(\frac{n\pi}{b} \right)^2 + D_{22} \left(\frac{n\pi}{b} \right)^4 + C_z \right] \times \\ \times \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} + 3 \left(\frac{m\pi}{a} \right) \left(\frac{n\pi}{b} \right) \times \\ \times \left[D_{13} \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 + D_{23} \left(\frac{n\pi}{b} \right)^2 \right] \cos \frac{m\pi x}{a} \times \\ \times \left. \cos \frac{n\pi y}{b} \right\} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} dx dy. \quad (17)$$

При интегрировании выражения (17), имеем

$$\int_0^a \int_0^b \sin^2 \frac{m\pi x}{a} \sin^2 \frac{n\pi y}{b} dx dy = \frac{ab}{4}; \quad (18)$$

$$\int_0^a \int_0^b \cos \frac{m\pi x}{a} \cos \frac{n\pi y}{b} \times \\ \times \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} dx dy = 0. \quad (19)$$

После интегрирования (17) с учетом (18) и (19), получим

$$r_{kk} = \frac{ab}{4} \left[D_{11} \left(\frac{m\pi}{a} \right)^4 + 2(D_{12} + D_{33}) \times \right. \\ \times \left. \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 \left(\frac{n\pi}{b} \right)^2 + D_{22} \left(\frac{n\pi}{b} \right)^4 + C_z \right] \quad (20)$$

Функцию $q(x, y)$ также представим в виде двойного тригонометрического ряда

$$q(x, y) = \sum_{m=1}^{m_1} \sum_{n=1}^{n_1} q_{mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (21)$$

Коэффициенты ряда q_{mn} определяются из выражения [4]

$$q_{mn} = \frac{16q}{\pi^2 mn} \sin \frac{m\pi}{2} \sin \frac{m\pi \Delta x}{2a} \times \\ \times \sin \frac{n\pi}{2} \sin \frac{n\pi \Delta y}{2b}. \quad (22)$$

Здесь $\Delta x, \Delta y$ - размеры грузовой площадки, расположенной в центре плиты.

Из (13) с учетом (15), (21), (22) и (18) получим

$$R_{kp} = \int_0^a \int_0^b q(x, y) \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} dx dy = \\ = q_{mn} \int_0^a \int_0^b \sin^2 \frac{m\pi x}{a} \sin^2 \frac{n\pi y}{b} dx dy = \\ = q_{mn} \frac{ab}{4}. \quad (23)$$

Следствием свойства ортогональности тригонометрических функций является то, что система алгебраических уравнений (11) распадается на независимые уравнения

$$r_{kk} a_k - R_{kp} = 0, \quad k = 1, \dots, n_0, \quad (24)$$

а выражение (10) с учетом (15) принимает вид

$$w(x, y) \approx \sum_{k=1}^{n_0} a_k \varphi_k(x, y) = \\ = \sum_{m=1}^{m_1} \sum_{n=1}^{n_1} w_{mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} \quad (25)$$

Вследствие симметрии расчетной схемы при суммировании в формуле (25) учитываются только симметричные тригонометрические функции с нечетными номерами. Тригонометрические функции с четными номерами являются кососимметричными, имеющими на оси симметрии, проходящей через центр плиты, нулевые значения.

Из (24) с учетом (23) и (20) получим:

$$a_k = \frac{R_{kp}}{r_{kk}} \quad (26)$$

или

$$w_{mn} = \frac{q_{mn}}{\bar{r}_{kk}} \quad (27)$$

$$\bar{r}_{kk} = D_{11} \left(\frac{m\pi}{a} \right)^4 + 2 \left(D_{12} + D_{33} \right) \times \\ \times \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 \left(\frac{n\pi}{b} \right)^2 + D_{22} \left(\frac{n\pi}{b} \right)^4 + C_z. \quad (28)$$

В дальнейшем принимаем

$$m = n = k = 1, 3, 5, \dots, m_1 \quad (29)$$

Максимальный прогиб возникает в центре плиты при $x = \frac{a}{2}, y = \frac{b}{2}$:

$$w_{\max} = \sum_{m=1}^{m_1} \sum_{n=1}^{n_1} w_{m,n} \sin \frac{m\pi}{2} \sin \frac{n\pi}{2} \quad (30)$$

Точность определения прогибов предлагаемым методом зависит от того, насколько удачно выбраны функции $\varphi_i(x, y)$. При расчете плиты неограниченных размеров очень важно правильно выбрать размеры плиты a и b , которые должны совпадать с чашей прогибов. На основании анализа линий влияния прогибов центра плиты при воздействии подвижной нагрузки А.П. Степушин [5] определил, что ширина зоны осадки основания не превышает величины $5l$. Здесь l - относительная жесткость плиты:

$$l = \sqrt[4]{\frac{D}{C_z}}, \quad (31)$$

D – цилиндрическая жесткость изотропной плиты.

Для проверки адекватности предлагаемой модели и оценки точности решения в качестве примера рассмотрим расчет цементобетонной изотропной плиты неограниченных размеров на упругом основании с коэффициентом по-

стели $C_z = 90$ МПа/м. Толщина плиты $h = 0,24$ м, модуль упругости и коэффициент Пуассона $E = 33,3$ ГПа, $\nu = 0,15$.

Грузовая площадка, размеры которой $\Delta x = \Delta y = 0,5$ м, расположена в центре плиты. Интенсивность равномерно распределенной нагрузки $q = 0,8$ МПа. Относительная жесткость плиты, вычисленная по формуле (31), равна $l = 0,813$ м. Принимаем ориентировочные размеры плиты равными чаше прогибов $a = b = 4,5l = 3,7$ м.

При вычислениях было учтено пять членов ряда. Максимальный номер слагаемого в выражении (29) $m_1 = 9$. По результатам вычисления построен график (рис. 3), представляющий собой кривую, асимптотически приближающуюся к значению

$$w_{\max} = 0,346 \times 10^{-3} \text{ м.}$$

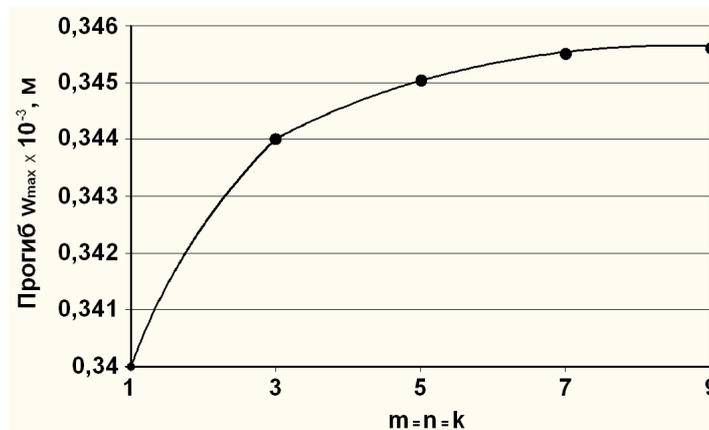


Рис. 3. Иллюстрация сходимости процесса вычисления прогибов.

Для оценки точности полученного решения проведем его сравнение с решениями, полученными другими методами, а также с экспериментальными данными, представленными в таблице 1. Из анализа этих данных следует, что решение, полученное предлагаемым методом, наиболее близко к результатам эксперимента по сравнению с другими методами. Причем, как известно, метод Бубнова-Галеркина дает приближение к точному решению снизу.

Оценим эффект от армирования упругого слоя толщиной $h = 0,5$ м, лежащего на сплошном основании с коэффициентом постели $C_z = 9,81$ КПа/м. Модуль упругости и коэффициент Пуассона упругого слоя соответственно равны $E = 100$ МПа; $\nu = 0,35$. Армирующая прослойка уложена в основании упругого слоя. Она представляет собой армированный

плоской георешеткой упругий слой толщиной $\delta = 0,02$ м с характеристиками:

$$\begin{aligned} E_0 &= 100 \text{ МПа}; \nu_0 = 0,35; \\ E_x &= 4770 \text{ МПа}; E_y = 6600 \text{ МПа}; \end{aligned} \quad (32)$$

$$\omega_x = 0,01; \omega_y = 0,011355; \Omega = 0,978645.$$

Равномерно распределенная нагрузка интенсивностью $q = 36,73$ МПа приложена к грузовой площадке в форме квадрата со стороной $\Delta x = \Delta y = 0,33$ м. Размеры плиты принимаем равными $a = b = 10$ м.

Максимальные прогибы упругого слоя под нагрузкой без армирования равны $w = 0,002286$ м, а с армированием -

$w_a = 0,001987$ м. Эффект от армирования по прогибам составляет 13%.

Библиографический список

1. *Матвеев С. А., Немировский Ю. В.* Армированные дорожные конструкции: моделирование и расчет. – Новосибирск: Наука, 2006. – 348 с.
2. *Матвеев С. А.* Моделирование и расчет многослойной армированной плиты на упругом основании // Образование, наука и техника: XXI век (Сборник научных статей). Выпуск 6 /Сост. и науч. ред. О.А.Яворук. - Ханты-Мансийск: ЮГУ, 2008. - С.121-126.
3. *Киселев В. А.* Расчет пластин. М., Стройиздат, 1973. – 151 с.
4. *Александров А. В., Потапов В. Д.* Основы теории упругости и пластичности. – М.: Высш. шк., 1990. – 400 с.
5. *Степушин А. П.* Исследование несущей способности жестких аэродромных покрытий на двухслойных основаниях при многократном воздействии самолетных нагрузок: Дис. канд. техн. наук / МАДИ. – М., 1973. – 228 с.
6. *Матвеев С. А.* Расчет жестких аэродромных покрытий численным методом на действие

самолетных нагрузок и температуры: Дис. канд. техн. наук / МАДИ. – М., 1979. – 144 с.

7. *Коренев Б. Г., Черниговская Е. И.* Расчет плит на упругом основании. М., Госстройиздат, 1962. - 355 с.

8. *Тимошенко С. П., Войновский-Кригер С.* Пластинки и оболочки. М., Наука, 1966. - 636 с.

MODELLING AND CALCULATION OF MULTILAYERS REINFORCED PLATE ON THE ELASTIC BASE.

S. A Matveev

The mathematical model of the elastic layer of a multilayered plate reinforced by a geonet (geogrid), as layer composit is developed. On the basis of the energy approach expressions for definition of modules of elasticity of a composit layer are received. Between separate layers there is a rigid contact. For a case of a bending of the polyreinforced plate on the elastic basis the analytical decision by a method of Bubnova – Galerkin are used. The numerical results is considered. Accuracy of the decision is estimated by comparison to the results received by other methods and experimentally. Influence of reinforcing of separate layers on the its intense-deformed condition of all design is considered on a concrete example of a bend of a single-layered plate with the reinforcing layer located in its basis.

Матвеев Сергей Александрович – доктор техн. наук профессор, декан ф-та АДМ СибАДИ. Основные направления научной деятельности: прочностные расчеты многослойных дорожных конструкций, расчеты мостовых и дорожных конструкций методами строительной механики и теории упругости

Общее количество опубликованных работ: 107.

УДК 625.8

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БИТУМОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ПОРИСТОМ ЗАПОЛНИТЕЛЕ

В. С. Прокопец, В. Д. Галдина, Г. А. Подрез

Аннотация. Исследована термостабильность битумоминеральной композиции и оптимизированы основные рецептурные и технологические факторы при изготовлении и уплотнении битумоминеральных смесей на пористом заполнителе из вулканического шлака.

Ключевые слова: битумоминеральная композиция, пористый наполнитель, рецептурные и технологические факторы, термостабильность.

Введение

Эффективными дорожно-строительными материалами для районов с резкоконтинентальным климатом являются битумоминеральные композиции на пористых наполнителях. Преимущество битумоминеральных композиций (БМК) на пористых наполнителях обусловлено их повышенной деформативностью, температурной трещиностойкостью, термостабильностью и теплоизолирующей способностью по сравнению с асфальтобетонами на традиционных плотных наполнителях [1 – 6]. Долговечность БМК на пористых наполнителях при эксплуатации в дорожном покрытии существенно зависит от типа макроструктуры БМК, технологии приготовления и уплотнения смесей [1 – 3]. В работах, посвященных исследованию технологических факторов при уплотнении битумоминеральных смесей с пористыми наполнителями, изучалось влияние отдельных технологических факторов на физико-механические свойства БМК [2, 3, 7]. Не выявлены эффекты ком-

плексного воздействия рецептурных и технологических факторов на свойства БМК.

Постановка и решение задачи

Цель работы заключалась в определении оптимальных рецептурных и технологических факторов приготовления битумоминеральных смесей на основе пористого наполнителя из вулканического шлака для обеспечения максимальной термостабильности битумоминеральной композиции.

Наличие в Забайкалье огромных запасов вулканических шлаков и туфов является одним из путей обеспечения дорожно-строительной отрасли недорогими и эффективными наполнителями для БМК. Вулканический шлак – пористая каменная порода из уплотняющихся и сцементированных между собой продуктов вулканического выброса в виде пепла, песка, щебня и более крупных кусков. По химическому составу вулканический шлак относят к кислым эффузивным горным породам (табл. 1).

Таблица 1 - Химический состав вулканического шлака

Горная порода	Содержание на сухое вещество, % по массе							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	R ₂ O	п.п.п
Шлак вулканический	70,8	10,8	1,12	1,7	0,4	отс.	6,4	6,59

Щебень из вулканического шлака (в зависимости от фракции) имеет истинную плотность 2,85 – 2,87 т/м³, насыпную плотность 0,83 – 0,86 т/м³, пористость 33,4 – 35,3 % об. %, водопоглощение 29,9 – 32,2 об.%, дробимость при сжатии в цилиндре 28,7 – 33,8 мас. %. Пористость песка из вулканического шлака составляет 38,87 об. %, удельная поверхность пор, определенная по адсорбции азота в токе гелия (ГОСТ 23401-90), равняется 0,7 м²/г. Щебень из вулканического туфа характеризуется более однородной мелкопористой структурой, но имеет показатели физико-механических свойств, весьма близкие к свойствам наполнителей из вулканического шлака [6].

Простая замена традиционных плотных наполнителей пористыми наполнителями, естественно, приведет к ухудшению физико-механических свойств БМК и сокращению сроков их службы. Однако анализ исследований по применению пористых естественных и искусственных наполнителей в дорожных би-

тумоминеральных материалах позволил определить основные пути повышения их структурно-механических и эксплуатационных свойств [1, 3]:

- проектирование составов БМК с бесконтактной (базальной или порово-базальной) макроструктурой при наибольшем размере зерен щебня для верхнего слоя покрытия не более 15 мм;

- уплотненный асфальтовый раствор должен создавать условия для всестороннего объемного обжатия пористого щебня при уплотнении и эксплуатации дорожного покрытия;

тия. Высокая прочность асфальтового раствора обеспечивается его контактно-поровой мезоструктурой и поровой структурой асфальто-вязующего;

- в смесях предпочтительно использовать мелкие и очень мелкие природные пески, мелкие зерна которых соизмеримы с неровностями поверхности зерен пористого наполнителя и поэтому заполняют их, способствуя закрытию устьев открытых пор и повышению

плотности упаковки песчаных зерен в межзерновом пространстве крупного пористого заполнителя.

Исследование влияния рецептурных и технологических факторов: содержания битума в смеси; величины уплотняющей нагрузки; вязкости битума, характеризуемой пенетрацией при температуре 25 °С; температуры смеси при уплотнении; длительности воздействия уплотняющей нагрузки; содержания минерального порошка в битумо-минеральной смеси на термостабильность БМК выполнено с использованием метода математического

планирования эксперимента. Был выбран многофакторный план, составленный по типу «латинский смешанный квадрат» [8].

Минеральная часть БМК базально-поровой макроструктуры с гранулометрией типа В по ГОСТ 9128-2009 содержала, мас. %: щебень из вулканического шлака фракции 5 – 15 мм – 30; песок природный с модулем крупности $M_k = 1,03 - 35$; отсеv гранитный фракции 0 – 10 мм – 15 – 31; минеральный порошок активированный – 4 – 20. Свойства битумов, использованных в эксперименте, представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Свойства битумов

Показатель	Марка битума				
	БНД 40/60	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300	БНД 200/300
Глубина проникания иглы, 0,1 мм: а) при 25 °С	60	120	180	240	300
б) при 0 °С	15	32	40	45	48
Растяжимость при 25 °С, см	55	82	75	-	-
Температура размягчения, °С	54	47	42	38	36
Температура хрупкости, °С	-13	-18	-21	-23	-26
Индекс пенетрации	+0,2	+0,5	+0,3	0,0	+0,2
Сцепление:	Выдерживает по контрольному образцу				
- с мрамором	№ 1	№ 1	№ 2	№ 2	№ 2
- с песком природным	№ 2	№ 3	№ 3	№ 3	№ 3

Асфальтобетонные смеси готовили в лабораторном смесителе с принудительным перемешиванием по традиционной технологии. С учетом марочной вязкости битума минеральные материалы нагревали до 140 – 170 °С, битумы – до 110 – 150 °С. Время перемешивания минеральных компонентов с битумом составляло 3 мин. Требуемую температуру смеси при уплотнении создавали охлаждением или нагреванием предварительно приготовленной асфальтобетонной смеси. Из асфальтобетонных смесей формовали образцы размером $d = h = 71,4$ мм, которые испытывали через сутки после изготовления.

В качестве функции отклика, характеризующей свойства БМК, был принят коэффициент термостабильности [5]:

$$K_T = R_{50} / R_0, \quad (1)$$

где R_{50} и R_0 – пределы прочности асфальтобетона при сжатии, МПа, при температурах соответственно 50 °С и 0 °С.

Выбор коэффициента термостабильности для характеристики технических свойств БМК обусловлен следующими соображениями [1 –

6]. Битумо-минеральные композиции на пористых заполнителях и наполнителях (по сравнению с БМК на плотных заполнителях) обладают более высокой теплоустойчивостью вследствие изменения группового химического состава битума за счет фильтрации легких компонентов в поры каменного материала. Кроме того, пористые заполнители повышают теплоустойчивость БМК за счет возрастания угла внутреннего трения между зернами и трещиностойкость вследствие повышенной деформативности минерального остова и снижения внутренних напряжений в битуме.

Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С косвенно характеризует сдвигоустойчивость, прочность при 0 °С косвенно характеризует трещиностойкость асфальтобетона. Чем меньше изменяется прочность асфальтобетона в интервале температур от +50 °С до 0 °С и чем выше прочность R_{50} и ниже R_0 , тем термостабильнее асфальтобетон и ниже значение K_T .

Независимые факторы, уровни и интервалы их варьирования приведены в табл. 3. Влияние основных факторов на функцию отклика показано на рисунке.

следует из данных рис. (а), зависимость коэффициента термостабильности от количества битума экстремальна. При содержании битума в смеси менее 8 % его недостаточно для полного покрытия поверхности зерен и заполнения межзернового пространства. При малом содержании битум находится в структурированном состоянии и снижается его клеящая способность. В результате K_T повышается (левая ветвь кривой). Увеличение количества битума более 8,5 – 9 % также приводит к росту K_T . В структуре БМК увеличивается содержание свободного битума, что приводит к повышению пластичности и снижению

прочности БМК при 50°C (правая ветвь кривой). При содержании битума, близком к 8,5 % достигается наиболее высокая термостабильность БМК и минимальное значение K_T .

Уплотнение является завершающей стадией активного структурообразования асфальтобетона, от эффективности которой зависят его эксплуатационные свойства. При малых величинах уплотняющей нагрузки (P_y менее 30 МПа) не происходит должного сближения зерен минерального материала, что приводит к повышенной пористости и невысокой прочности БМК (рис. б).

Таблица 3 - Факторы, уровни факторов и интервалы их варьирования

Фактор	Значение фактора		Уровни факторов					Интервал варьирования
	кодированное	натуральное	1	2	3	4	5	
Содержание битума в смеси, % (сверх 100 % минеральной части)	X_1	Б	8	9	10	11	12	1
Уплотняющая нагрузка, МПа	X_2	P_y	20	25	30	35	40	5
Пенетрация битума при 25 °С, 0,1 мм	X_3	P_{25}	60	120	180	240	300	60
Температура смеси при уплотнении, С	X_4	T	80	100	120	140	160	20
Длительность действия уплотняющей нагрузки, с	X_5	t	80	120	160	200	240	40
Содержание минерального порошка, мас. %	X_6	МП	4	8	12	16	20	4

Повышение уплотняющей нагрузки выше 30 МПа способствует повышению плотности и прочности БМК вследствие сближения частиц смеси и увеличения числа контактов между зернами разной крупности. Под действием P_y происходит частичное дробление слабых зерен пористого заполнителя, приводящее к увеличению количества зерен песка и минерального порошка в смеси. Увеличение P_y свыше 35 МПа вызывает повышенное дробление зерен пористого заполнителя, образование зерен, не обработанных битумом, что отражается на пористости, прочности и термостабильности БМК.

Степень покрытия минеральных материалов битумом в значительной степени зависит от его вязкости. В общем случае, чем ниже вязкость битума, тем быстрее и равномернее зерна минерального материала покрываются битумом. Вязкие дорожные битумы

пониженной вязкости содержат в своем составе больше масляных и смолистых фракций и меньше асфальтенов. В битумах с пониженной вязкостью увеличивается количество дисперсионной среды и снижается концентрация дисперсной фазы. Благодаря понижению поверхностного натяжения и вязкости битума, улучшаются условия объединения битума с пористыми минеральными материалами, поверхностные оболочки битума на минеральных зернах становятся менее вязкими. В результате повышается плотность асфальтового раствора и улучшаются физико-механические и деформативные свойства асфальтобетона на пористых заполнителях.

Из данных рис. (в) следует, что при увеличении пенетрации P_{25} битума от 60·0,1 мм до 150·0,1 мм, происходит постепенное понижение K_T . Увеличение P_{25} битума до 200·0,1

мм и выше приводит к понижению прочности БМК, главным образом при температуре 50 °С, и повышению K_T вследствие уменьшения когезионной прочности битума.

Следовательно, в целях предотвращения излишней жесткости и компенсации избирательной диффузии битума в пористый минеральный материал в битумоминеральных смесях на пористом заполнителе следует применять битумы с пенетрацией P_{25} не ниже 140·0,1 мм. Установленный эффект согласуется с результатами ранее проведенных исследований [1], в которых рекомендовано в смесях с пористыми заполнителями применять битумы с P_{25} на (20 – 40)·0,1 мм выше, чем в битумах, рекомендуемых к применению в конкретных климатических условиях.

Значительное влияние на термостабильность и прочность асфальтобетона оказывает температура смеси при уплотнении [9]. Качество уплотнения можно регулировать изменением температуры битумоминеральной смеси. Превышение оптимальной температуры уплотнения приводит к уменьшению прочности когезионных связей битумных пленок между зернами минерального материала, что сказывается на невозможности фиксации частиц в момент их наибольшего сближения. Поэтому после снятия нагрузки из-за возникающих упругих деформаций и расклинивающего давления воздуха в замкнутых порах, происходит отталкивание частиц друг от друга и система разуплотняется.

С понижением температуры увеличивается толщина слоя ориентированного битума за счет уменьшения количества свободного битума на минеральных зернах. Этот битум при уплотнении почти не перемещается в межзерновое пространство. Контактные напряжения на соприкасающихся частицах релаксируются битумной пленкой, и минеральные зерна мало дробятся, что особенно важно при уплотнении смесей на пористых заполнителях.

Данные рис. (г) показывают, что оптимальная температура смеси, позволяющая получить наиболее высокую термостабильность БМК, составляет примерно 120 °С.

При более низкой температуре уплотнения термостабильность резко уменьшается вследствие недостаточного уплотнения смеси при повышенной вязкости битумных пленок. Повышение температуры до 140 – 150 °С способствует снижению термостабильности и прочности БМК. При таких температурах вязкость битума понижается и происходит его выдавливание при уплотнении из зоны кон-

такта между зернами. Кроме того, повышенные температуры при уплотнении смеси способствуют возникновению пластических деформаций и волосяных трещин в образцах из БМК.

Зависимость прочности БМК от продолжительности воздействия уплотняющей нагрузки, которую изменяли от 80 до 240 с, имеет экстремальный характер. При этом K_T имеет минимальные величины при длительности действия нагрузки 160 – 180 с (рис. д).

При малой продолжительности уплотнения (от 80 до 120 с) не достигается требуемой плотности БМК. Длительное действие $P_{упл}$ (более 180 с) вызывает понижение термостабильности, но менее выраженное, чем при малом времени уплотнения.

Уплотняемость битумоминеральных смесей зависит не только от вязкости битума и технологических режимов, но и от природы минерального материала, его пористости и формы частиц, а также от количества асфальтовяжущего. Известно, что лучше уплотняются смеси, содержащие природный окатанный песок, так как песчинки служат шарнирами, по которым перекатываются более крупные шероховатые частицы щебня или дробленого песка [9].

При базальной или порово-базальной макроструктуре БМК щебенки не имеют взаимных контактов и механические свойства асфальтобетона обуславливаются свойствами растворной части БМК – мезоструктурой. Прочность мезоструктуры (асфальтового раствора) зависит от качества и формы зерен, соотношения между составляющими, взаимодействием песчаных частиц с асфальтовяжущим и свойствами микроструктуры. Зависимость K_T от содержания минерального порошка имеет четко выраженный экстремум (рис. е).

Малое количество минерального порошка (4 – 8 мас. %) недостаточно для структурирования битума и перевода его в пленочное состояние, а в асфальтовом растворе при недостатке дисперсного наполнителя формируется пористая структура с недостаточным количеством контактов. Это приводит к понижению прочности и термостабильности. Увеличение количества минерального порошка до 13 – 14 мас. % способствует образованию контактно-поровой структуры асфальтового раствора, что сопровождается понижением K_T . Дальнейшее увеличение содержания минерального порошка в асфальтовом растворе приводит к повышению вязкости битумоминеральной смеси, ухудшению удобообрабаты-

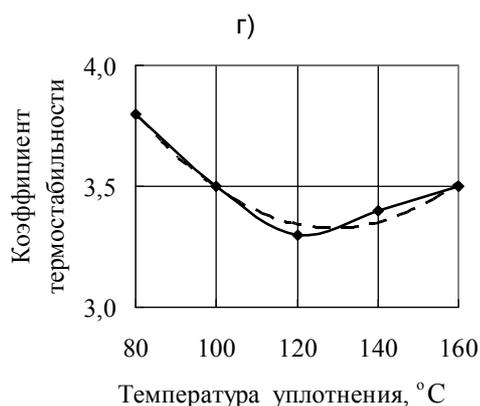
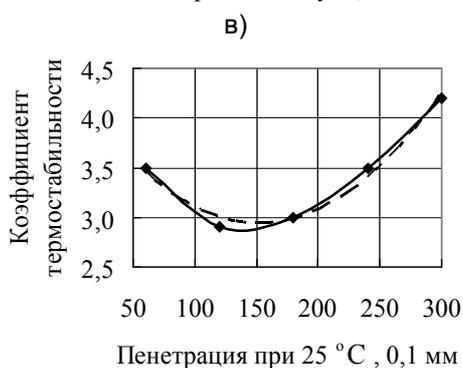
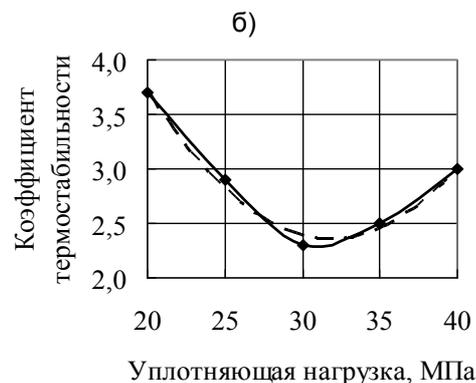
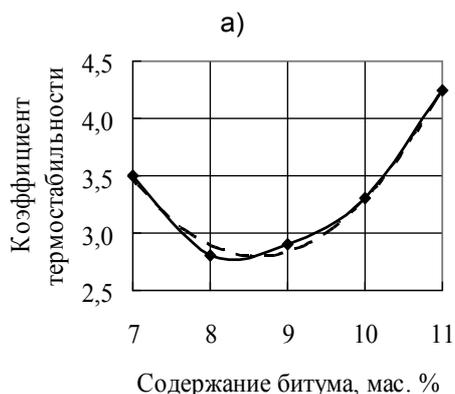
ваемости и снижению термостабильности БМК вследствие значительного повышения прочности R_0 . Присутствие оптимального количества минерального порошка способствует увеличению плотности и прочности асфальтового раствора и повышению термостабильности БМК.

10] получены адекватные математические модели в виде уравнений регрессии и определены оптимальные значения рецептурных и технологических факторов, при которых K_T достигает минимальных величин (табл. 4), а БМК – максимальной термостабильности.

В результате математической обработки результатов эксперимента по методикам [8,

Таблица 4 - Уравнения регрессии и оптимальные значения факторов

Уравнение регрессии	Достоверность аппроксимации	Оптимальное значение фактора
$K_T = 0,2571 B^2 - 4,4286 B + 21,864$	0,9893	$B = 8,61 \%$
$K_T = 0,0097 P_v^2 - 0,6189 P_v + 12,217$	0,9843	$P_v = 31,3 \text{ МПа}$
$K_T = 6E-05 П_{25}^2 - 0,0181 П_{25} + 4,32$	0,9765	$П_{25} = 151 \cdot 0,1 \text{ мм}$
$K_T = 0,0002 T^2 - 0,0506 T + 6,5919$	0,9673	$T = 126 \text{ }^\circ\text{C}$
$K_T = 0,0002 t^2 - 0,0655 t + 8,4$	0,9754	$t = 166 \text{ с}$
$K_T = 0,0089 МП^2 - 0,1923 МП + 4,014$	0,9583	$МП = 13,9 \%$



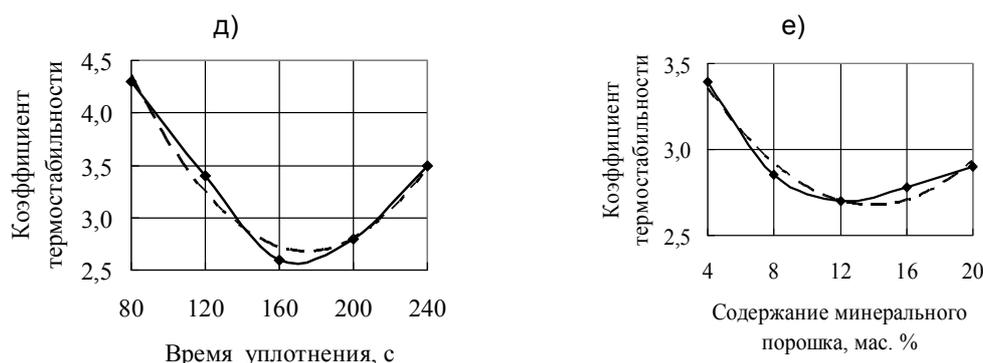


Рис. 1. Зависимость коэффициента термостабильности асфальтобетона от содержания битума (а), величины уплотняющей нагрузки (б), пенетрации битума (в), температуры смеси при уплотнении (г), продолжительности уплотнения смеси (д) и содержания минерального порошка (е). Кривые: экспериментальные (—); по уравнению регрессии (- - -)

Заключение

С применением метода математического планирования эксперимента на основе плана «латинский смешанный квадрат» и уравнения М.М. Протодьяконова [8] по показателю термостабильности БМК определены и оптимизированы основные рецептурные и технологические факторы при изготовлении и уплотнении битумоминеральных смесей на пористых заполнителях из вулканического шлака.

Учет особенностей пористых заполнителей, целенаправленное регулирование структуры материала и технологических режимов при приготовлении и уплотнении смеси позволяют получать БМК для дорожных покрытий с повышенной термостабильностью.

Опыт применения битумоминеральных смесей на пористых заполнителях [1 – 3, 6] позволяет рекомендовать БМК на основе щебня из вулканического шлака в конструкциях дорожных одежд в качестве конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного материалов. Такие смеси могут использоваться для покрытий и верхних слоев оснований на автомобильных дорогах III – IV категорий, нижних слоев покрытий и верхних слоев оснований на дорогах I и II категорий во всех дорожно-климатических зонах, что будет способствовать увеличению сроков службы дорог, особенно в суровых климатических условиях.

Библиографический список

1. Дорожный асфальтобетон / Л. Б. Гезенцев, Н. В. Горелышев, А. М. Богуславский, И. В. Королев / Под ред. Л. Б. Гезенцева. – М.: Транспорт, 1985. – 350 с.
2. Сухоруков Ю. М. Пористые каменные дорожно-строительные материалы / Ю. М. Сухоруков. – М.: Транспорт, 1984. – 143 с.

3. Соколов Ю. В. Дорзитоасфальтобетон / Ю. В. Соколов, Г. М. Погребинский // Информ. листок № 93 – 40. – Омск: Омский ЦНТИ, 1993. – 4 с.

4. Печеный Б. Г. Битумы и битумные композиции / Б. Г. Печеный. – М.: Химия, 1990. – 256 с.

5. Борисенко О. А. Битумоминеральные композиции, модифицированные отсевами дробления керамзита для асфальтовых материалов с повышенной термостабильностью и трещиностойкостью – Автореф. диссертации ... канд. техн. наук / О.А. Борисенко. – Воронеж: ВГАСУ, 2008. – 23 с.

6. Прокопец В. С. Асфальтобетоны на основе пористых заполнителей Западной и Восточной Сибири / В. С. Прокопец, В. Д. Галдина, Г. А. Подрез // Строительные материалы. – 2009. – № 11. – С. 26 – 28.

7. Ратнер Л. С. Исследование измельчаемости керамзита при уплотнении его в битумоминеральных смесях / Л. С. Ратнер // Повышении эффективности применения цементных и асфальтовых бетонов в Сибири: сб. науч. тр. – Омск: СибАДИ, 1974. – Вып. 2. – С. 57 – 63. .

8. Протодьяконов М. М. Методика рационального планирования эксперимента / М. М. Протодьяконов, Р. И. Тедер. – М.: Наука, 1970. – 70 с.

9. Дорожный теплый асфальтобетон / И. В. Королев, Е. Н. Агеева, В. А. Головкин, Г.Р. Фоменко – Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1984. – 200 с.

10. Бондарь А. Г. Планирование эксперимента в химической технологии / А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха. – Киев: Вища шк., 1976. – 184 с.

OPTIMIZATION THE RECIPE AND TECHNOLOGY FACTORS AT MANUFACTURING BITUMEN-MINERAL OF COMPOSITIONS ON THE POROUS FILLER

V. S. Prokopets, V. D. Galdina, G. A. Podrez

It is investigated thermal-stability bitumen-mineral compositions and the cores recipe both technology factors are optimized at manufacturing and condensation bitumen-mineral mixes on a porous filler from volcanic slag.

Прокопец Валерий Сергеевич - доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Строительные материалы и специальные технологии». Основные направления научной деятельности: повышение эффективности дорожных и строительных материалов и изделий применением наноструктурных веществ механохимического способа получения. Общее количество опубликованных работ: 200.

Галдина Вера Дмитриевна - кандидат технических наук, доцент. Основные направления

научной деятельности: органические вяжущие материалы и бетоны на их основе. Общее количество опубликованных работ: 130

Подрез Галина Алексеевна - начальник отдела дорожных сооружений и транспортной безопасности. Основные направления научной деятельности эффективные асфальтобетоны на основе эффузивных горных пород. Общее количество опубликованных работ: 10

УДК 69.034.96

О МОДЕЛИРОВАНИИ ГЕОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В. И. Сологаев

Аннотация. Предложен подход к моделированию геофильтрационных задач при проектировании автомобильных дорог в условиях фильтрации воды в проницаемых слоях малой мощности в нелинейной гидравлической постановке с использованием особых приемов математического анализа и современных компьютерных технологий.

Ключевые слова: фильтрация, автомобильные дороги, защита от подтопления, воздействие воды, теория фильтрации, нелинейные гидравлические постановки, автомобильные движения, численное моделирование, метод электронных таблиц, компьютерные технологии.

Введение

Фильтрация воды в теле автомобильных дорог приводит к подтоплению и неблагоприятным последствиям. Теряется несущая способность и устойчивость грунтов оснований, а также конструктивных слоёв. Возникает суффозионное размывание, оползни и оплывания массивов. Ослабляется сейсмостойкость дороги. Увеличивается морозное пучение. Усиливается коррозионная активность среды по отношению к стали и бетону. Усилия проектировщиков автомобильных дорог в нашей стране обычно направлены на создание гидроизоляции тела дороги. Реже применяется дренаж как средство водопонижения с последующим водоотведением. Роль песчаных и щебёночных слоёв, подстилающих асфальтовые покрытия, чаще относят к прерыванию капиллярной влаги вместо дренажа, не обеспечивая сток воды из-под дороги. Данная ра-

бота носит обобщающий характер и направлена на более широкое внедрение современных методов теории фильтрации в практику проектирования автомобильных дорог с целью защиты от подтопления и его последствий.

Основные положения

Фильтрация воды в теле дороги происходит, в основном, по хорошо проницаемым слоям, толщина которых не превышает нескольких десятков сантиметров. Это обычно щебень и песок. Фильтрационные потоки могут быть напорные, тот есть без свободной поверхности. Однако чаще наблюдаются безнапорные потоки, имеющие свободную поверхность. Песчаные и щебёночные слои укладывают на местный грунт, проницаемость которого во много раз меньше. Поэтому в фильтрационных задачах этот грунт можно

принимать за относительный водоупор. При этом не исключается фильтрация воды через него. Наши исследования в области городского строительства [1] показали, что такие фильтрационные потоки малой мощности надо рассчитывать и моделировать в нелинейной гидравлической постановке, следуя терминологии теории фильтрации П.Я. Полубариновой-Кочиной [2]. Данный подход можно распространить и в практику проектирования защиты от подтопления автомобильных дорог.

Решение задач фильтрации воды в теле дороги целесообразно всегда рассматривать в рамках соблюдения закона Дарси. Верхним пределом его применимости является переход потока из ламинарного режима в турбулентный, что при фильтрации наблюдается редко. Нижней границы закона Дарси фактически нет, что подтверждено тщательно поставленными многолетними опытами В.М. Павилонского в глинистых грунтах, проведенными в 1964-1987 годах. В такому же выводу пришли и зарубежные исследователи-геологи: R.E. Chapman (1983), H.W. Olsen (1965-1966). По мнению перечисленных авторитетных исследователей иллюзия "начального градиента напора" в глинах возникает вследствие погрешностей измерительных приборов и длительного характера фильтрации при производстве опытов.

Наши теоретические и экспериментальные исследования, проведенные в последние годы [3-10], позволили уточнить подход к изучению фильтрационных потоков малой мощности. Экспериментально подтвержден [7] математический метод автомоделных движений с численным моделированием (АДЧМ). Он позволяет получать компактные аналитические решения нелинейных фильтрационных задач в рамках гидравлической постановки. Найденные при этом формулы обладают достаточной для практики точностью, хорошо описывая фильтрационные потоки малой мощности. Ранее метод АДЧМ был проверен сопоставлением с классическим решением П.Я. Полубариновой-Кочиной [1], выведенное для случая распространения плоскопараллельного языка подтопления от источника с постоянным уровнем воды.

Известны несколько методологических подходов к разработке защиты от подтопления подземными водами.

1. Естественно-гидрогеологический подход. Прогнозы и моделирование связаны с общей и мелиоративной гидрогеологией. В рамках этого подхода научные работы опу-

бликовали С.Ф. Аверьянов, Ф.М. Бочеввер, И.К. Гавич, Д.М. Кац, Н.Н. Лапшин, В.А. Мироненко, П.Я. Полубаринова-Кочина, Г.А. Разумов, В.К. Рудаков, В.Г. Румынин, В.С. Усенко, В.М. Шестаков, Ц.Н. Шкиннис, Д.Ф. Шульгин, Е.Н. Эмих и др.

2. Техногенно-гидрогеологический подход (С.К. Абрамов, В.С. Алексеев, В.Е. Анпилов, В.И. Аравин, В.А. Барон, Н.Н. Веригин, Н.П. Куранов, А.Ж. Муфтахов, В.П. Недрига, С.Н. Нумеров, Г.И. Покровский, А.В. Романов, В.С. Саркисян, Г.Б. Шабер, А.П. Шевчик, Б.С. Шержуков и др.).

3. Градостроительный подход (Б.М. Дегтярев, П.В. Радищев и др.).

4. Вероятностно-статистический подход (М.В. Болгов, Е.С. Дзекцер, В.Ф. Писаренко, С.П. Поздняков и др.).

Предлагаемый нами конструктивно-технологический подход к защите от подтопления автомобильных дорог дополняет перечисленные известные подходы. Конструктивно-технологический подход к защите от подтопления состоит в определении путем прогнозов и моделирования влияния автомобильных дорог на подтопление и дренирование территорий с целью защиты от подтопления. При этом на основе теории фильтрации, осуществляя аналитические прогнозы, а затем компьютерное моделирование с учетом усложняющих факторов (малой мощности потоков грунтовых вод, техногенных изменений проницаемости грунтов оснований и т.д.) определяют влияние дорог, затем выбором соответствующих конструктивных решений и технологий строительства реализуют на практике защиту от подтопления подземными водами или же минимизируют воздействие на уровень подземных вод (УПВ).

Появлению данного подхода предшествовали наши многолетние исследования путем аналитических прогнозов, физического, аналогового и численного моделирования фильтрации подземных вод на застраиваемых территориях, проведения лабораторных опытов и экспериментов, натурных обследований многочисленных подтопленных объектов строительства (действие и последствие).

Обзор публикаций показал, что в существующей методологии прогнозов подтопления и дренирования у различных авторов фактически отсутствует учет влияния конструкций и технологий строительства. С большой степенью условности к данной тематике можно отнести отдельные работы А.Ж. Муфтахова, В.К. Рудакова, В.П. Пилатовского, В.С. Спорышева, G. Schneider, R.G. Pope и C.S. Ho.

Они посвящены изучению неоднородных в плане водоносных пластов. Существующие методики фильтрационных расчетов при малой мощности потоков грунтовых вод и в первоначально необводненных грунтах П.Я. Полубариновой-Кочиной, Г.И. Баренблатта, Н.Н. Веригина и др. охватывают не все важные случаи подтопления и дренирования. Например, до нашей работы [7] не было известно точное решение о радиальном растекании языка по водоупору в необводненных грунтах, а также другие случаи. Последние публикации по верховодкам и потокам грунтовых вод малой мощности содержат решения в рамках линеаризованной гидравлической теории фильтрации (Н.П. Куранов, А.В. Расторгуев, П.В. Кумов, 2002) либо носят частный характер с идеализированными постановками о бесконечно удаленной границе влияния (D.A. Lockington, J.Y. Parlange, M.B. Parlange, J. Selker, 2000), то есть с весьма приближенными решениями.

Теории, применяемые для фильтрационных прогнозов и моделирования (Я. Бэр, С.П. Поздняков, П.Я. Полубаринова-Кочина, М.И. Швидлер и др.) при детерминированном или стохастическом подходах:

- гидравлическая (линеаризованная и нелинеаризованная);
- гидродинамическая (профильные и трехмерные задачи).

Детерминированный подход в описании проницаемости фильтрующих сред доминирует в производственной практике, поэтому он принят и у нас. Наиболее применимой вследствие ее простоты является гидравлическая линеаризованная теория фильтрации, но по нашим исследованиям она может приводить к погрешностям до нескольких сотен процентов в грунтовых водах малой мощности. Поэтому для прогнозирования влияния строительства по теме исследований потребовалось критерияльно разграничить области применения линеаризованной и нелинеаризованной гидравлической теории фильтрации (по Буссинеску).

Строительное освоение территорий осложняется процессами подтопления. Проектирование строительства в таких условиях должно максимально использовать методы теории фильтрации подземных вод, так как основным продуктом технологии защиты от подтопления в большинстве случаев является грунт с пониженным содержанием воды. Это достигается применением активных технологий защиты от подтопления (строительного водоотлива, водопонижения и дренажа), но,

на наш взгляд, может быть достигнуто и с помощью других технологий и конструктивных решений. Прогнозирование их эффективности с точки зрения защиты от подтопления наиболее достоверно реализуется с помощью компьютерного моделирования. Однако предварительные прогнозы лучше производить аналитическим методом расчета процессов фильтрации по формулам [1, 11].

Прогноз подтопления нужно начинать с исследования объекта возможной защиты от подтопления: автомобильной дороги, прилегающих территорий. Изучают проектные решения объекта и гидрогеологическую ситуацию. На этом этапе выбирают вид прогноза подтопления. Разновидности прогнозов подтопления следующие [1, 11]:

- прогноз равномерного подъема УПВ (метод аналогий);
- прогноз верховодки и куполов УПВ;
- прогноз подпора УПВ из котлованов, траншей и выработок;
- прогноз подпора УПВ зданиями и сооружениями.

Мы считаем целесообразным в условиях дорожного строительства перед вышеперечисленными прогнозами проводить дополнительный прогноз изменения проницаемости грунтов оснований по методике, изложенной в работе [1]. К традиционному понятию прогноз подтопления надо добавить наш конструктивно-технологический подход и стремиться к тому, чтобы выбором соответствующих конструктивных решений и технологий строительства уменьшить подтопление или минимизировать воздействие на уровень грунтовых вод (УГВ).

Применяемые в настоящее время критерии схематизации области фильтрации для грунтовых вод со свободной поверхностью (УГВ) базируются на линеаризованной гидравлической теории фильтрации. Однако область применения нелинеаризованной гидравлической теории фильтрации (по Буссинеску) на самом деле достаточно широка. Например, в гидрогеологических условиях г. Омска в связи с малой мощностью потоков грунтовых вод прогнозы подтопления и дренирования необходимо использовать нелинеаризованную гидравлическую теорию фильтрации.

Для грунтовых вод и верховодок с малой и нулевой начальной мощностью потоков (например, при образовании нового техногенного горизонта на территории застройки) формулы линеаризованной гидравлической теории по нашим расчетам [1] неоправданно завышают

величину зоны влияния (на 100–200 %). В этом случае следует применять наши формулы для зон влияния, полученные в виде решений нелинейного уравнения Буссинеска методом АДЧМ, приведенные в [1]. По терминологии П.Я. Полубариновой-Кочиной, такие решения называют точными гидравлическими решениями.

Проницаемость грунтов естественного и искусственного происхождения, получивших дополнительную нагрузку при строительстве, более склонна к уменьшению, чем к увеличению, так как деформации грунтов, уменьшение их пористости и коэффициента фильтрации обычно не обратимы (Н.М. Герсеванов, 1937; Б.В. Бахолдин, 1975; В.Н. Жиленков, 1983; Ю.К. Зарецкий, 1988; П.Л. Иванов, 1985; П.В. Коновалов, 1990; Е.М. Куприянов, 1954; В.Д. Ломтадзе, 1984; Н.Н. Маслов, 1982; С.Р. Месчан, 1985; К. Терцаги, 1960; В.А. Флорин, 1961; Г.И. Черный, 1979 и др.).

Уменьшение проницаемости массивов грунтов оснований застраиваемых территорий может произойти по причинам внедрения слабопроницаемых и непроницаемых строительных конструкций в грунт (сваи, шпунт, подпорные стенки, тоннели, метрополитены, коллекторы и т.д.), динамического уплотнения грунта в процессе забивки свай, консолидационного уплотнения грунта после забивки свай, уплотнения грунта под фундаментами сплошного и ленточного типа, уплотнения грунта оснований дорог в процессе строительства и эксплуатации, уплотнения грунта при строительном водоотливе, водопонижении и дренаже, при замачивании грунта и др. В монографии [1] разработана методика прогноза изменения проницаемости грунта при строительстве с учетом положений теории фильтрационной консолидации (К. Терцаги, 1925), так как при подтоплении грунты оснований водонасыщенные.

Строящиеся здания и сооружения могут перекрыть фильтрационные потоки подземных вод своими непроницаемыми или слабопроницаемыми подземными частями и фундаментами. Такое явление называют барражным эффектом, что аналогично действию плотин, подпирающих потоки воды. В результате барражного эффекта с верховой стороны потока уровень подземных вод (УПВ) повышается, а ниже по течению — понижается. Наиболее сильно подпор наблюдается вблизи подземной преграды (здания, сооружения), перекрывающей фильтрационный поток. С удалением от возмущающей преграды УПВ выходит на естественный уровень. Наши ис-

следования показали [1], что при строительном освоении территорий возникает барражный эффект потоков подземных вод (эффект подземных плотин) примерно в два раза больший, чем считалось ранее.

Методом АДЧМ получены точные гидравлические формулы для определения размеров кривых (воронок) депрессий и областей (радиусов) питания при применении строительного водоотлива, водопонижения и дренажа [1].

Классическими методами фильтрационных сопротивлений, фрагментов, конформных отображений и последовательной смены стационарных состояний решены характерные задачи по движению подземных вод при применении водоотлива из траншей и котлованов с креплением «стена в грунте», траншей и котлованов со свайным креплением, подтоплении пазух строительных выемок [1]. Например, подтопление пазух траншей и длинных котлованов грунтовыми водами как последствие строительства можно рассчитать по формуле, полученной в ходе исследований автора при защите от подтопления Омского метрополитена в 1992 г.

Конструкции и технологии надземного цикла строительных работ слабо влияют на подтопление территорий. Влияние этих разновидностей строительства изучено прогнозом изменения водного баланса систем «грунтовые воды — зона аэрации — атмосфера» (инфильтрация и испарение) при возведении зданий и сооружений.

Климат и строительство совместно влияют на процессы подтопления и дренирования. Влияющими факторами являются солнечная радиация, альbedo поверхностей, затенение участков застройки зданиями и деревьями, температура воздуха, почвогрунтов и искусственных покрытий, их влажность, аэрация застройки, скорость ветра, инфильтрация атмосферных осадков в грунты и дополнительная техногенная инфильтрация влаги, испарение воды с поверхности почвогрунтов, искусственных покрытий и уровня подземных вод и др.

Среднесуточную испаряемость при прогнозах и моделировании влияния строительства на подтопление и дренирование территорий предложено определять по нашим эмпирическим формулам [1], построенными обработкой данных В.С. Мезенцева и И.В. Карнацевича (1969–1993) для двадцати городов Сибири, Алтая, Урала и Казахстана.

Величины среднесуточной испаряемости для конкретного участка строительства пред-

лагается уточнять [1], учитывая климатическо-техногенные факторы застройки или природных ландшафтов (альbedo, затенение, продуваемость и др.). Испаряемость на разных участках антропогенных ландшафтов может уменьшаться или увеличиваться относительно величины испаряемости, измеренной на городской метеостанции.

Методика уточнения испарения и инфильтрации влаги на поверхности грунтовых вод в условиях дорожного строительства полезна для проектирования долговременных средств защиты от подтопления (дренажей), для прогнозов осушения площадок гидронамыва и т.д.

Моделирование защиты от подтопления в нашей стране началось с работы Н.Н. Павловского 1922 г., предложившего метод электрогидродинамических аналогий (ЭГДА). Численный метод конечных разностей (МКР) в гидрогеологии начал применять Г.Н. Каменский с 1943 г. Значительный вклад в развитие моделирования фильтрации внесли В.И. Аравин, И.К. Гавич, Н.И. Дружинин, И.Е. Жернов, Г.Н. Каменский, А.В. Лебедев, В.С. Лукьянов, Е.А. Ломакин, В.А. Мироненко, С.Н. Нумеров, И.С. Пашковский, А.В. Расторгуев, П.Ф. Фильчаков, В.М. Шестаков и другие.

За рубежом наиболее крупные работы по моделированию фильтрации опубликовали М.П. Андерсон (M.P. Anderson), Я. Бэр (J. Bear), К.А. Бреббиа (C.A. Brebbia), Дж. Ф. Ванг (J.F. Wang), Т.В. Громадка II (T.V. Hromadka II), Р.Дж.М. Де Уист (R.J.M. De Wiest), О. Зенкевич (O. Zienkiewicz), У. Карплюс (W. Karplus), Л.Ф. Коников (L.F. Konikow), С.П. Ларсон (S.P. Larson), Ч. Лей (C. Lai), Г.П. Леннон (G.P. Lennon), Дж.А. Лиггетт (J.A. Liggett), Л. Лукнер (L. Luckner), П.Л.Ф. Лью (P.L.F. Liu), Т. Нарисимхан (T. Narisimhan), Г.Ф. Пиндер (G.F. Pinder), Д.В. Писмен (D.W. Peaceman), К.Р. Раштон (K.R. Rushton), И. Ремсон (I. Remson), Р.В. Соутвелл (R.V. Southwell), Р.В. Столлмен (R.W. Stallman), П.К. Трескотт (P.C. Trescott), Д.К. Тодд (D.K. Todd), Х.С. Хеле-Шоу (H.S. Hele-Shaw), Г.М. Хорнбергер (G.M. Hornberger), И.К. Чанг (Y.K. Cheung) и другие.

В нашей монографии [1] даны основы новой информационной технологии для компьютерного моделирования фильтрационных процессов подтопления и дренирования территорий под влиянием строительства. Технология называется моделирование в электронных таблицах (МЭТ). Сборка модели в электронной таблице производится примерно так же, как если бы собиралась дискретная электрическая модель. Это обеспечивает преем-

ственность развития фильтрационного моделирования.

Моделирование в электронных таблицах (МЭТ) осуществляется в три этапа [1]:

1) визуальный монтаж модели в среде таблицы с использованием сборочных формул (формул моделирования);

2) итерационный расчётный процесс;

3) подключение дополнительных программных средств по технологии OLE Automation (ActiveX) и построение карт потенциальных полей уровней, напоров подземных вод, влажности и т.д.

Достоверность новой информационной технологии — авторского метода моделирования в электронных таблицах (МЭТ) — проверена и подтверждена тщательным многолетним тестированием (научно-исследовательским моделированием автора) процессов подтопления и дренирования на типовых расчетных схемах областей фильтрации: в двух-мерной и одномерной постановках; при стационарных и нестационарных процессах фильтрации подземных вод; в декартовых и цилиндрических координатах; в однородных и неоднородных по проницаемости водоносных пластах и др., а также натурными обследованиями [1].

Таким образом, авторский метод моделирования в электронных таблицах (МЭТ) фильтрационных процессов эффективен и полезен для определения подтопления и дренирования территорий под влиянием строительства, позволяет получать научно обоснованные технические решения по защите от подтопления городских территорий, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики страны за счет предотвращения ущерба от подтопления.

Заключение

Предложен подход к моделированию геофильтрационных задач при проектировании автомобильных дорог в условиях фильтрации воды в проницаемых слоях малой мощности с использованием особых приёмов математического анализа и современных компьютерных технологий.

Библиографический список

1. Сологаев В. И. Фильтрационные расчеты и компьютерное моделирование при защите от подтопления в городском строительстве. — Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. — 416 с.
2. Полубаринова-Кочина П. Я. Теория движения грунтовых вод. — М.: Изд-во Наука, 1977. — 664 с.
3. Сологаев В. И., Кравцев К. А. Определение границ зоны подтопления при изменении уровня

грунтовых вод для случая плоскопараллельной фильтрации // Вестник СибАДИ. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2008. – Вып. 2 (8). – С. 29-31.

4. Сологаев В. И., Корчевская Ю. В. Методика определения фильтрационных параметров по упрощенным формулам // Вестник СибАДИ. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2008. – Вып. 3 (9). – С. 35-39.

5. Сологаев В. И., Золотарев Н. В. Об эффективности противодренажных завес для автомобильных дорог // Вестник СибАДИ. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2009. – Вып. 1 (11). – С. 45-48.

6. Сологаев В. И., Золотарев Н. В. О подтоплении дренарующих слоев дорожных конструкций при плоскопараллельной фильтрации воды с постоянным уровнем // Вестник СибАДИ. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2009. – Вып. 2 (12). – С. 36-39.

7. Сологаев В. И., Золотарев Н. В. О моделировании методом электронных таблиц подтопления и дренирования территорий антропогенных ландшафтов при радиальной фильтрации воды с постоянным уровнем // Вестник СибАДИ. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2009. – Вып. 3 (13). – С. 77-81.

8. Сологаев В. И., Крестьяникова И. В. Об определении фильтрационных параметров грунтов мелиорируемых территорий с применением метода электронных таблиц // Вестник СибАДИ. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – Вып. 2 (16). – С. 30-34.

9. Сологаев В. И., Золотарев Н. В. О моделировании радиальной фильтрации методом

электронных таблиц // Вестник СибАДИ. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2011. – Вып. 1 (19). – С. 62-66.

10. Сологаев В. И., Золотарев Н. В. Моделирование радиальной фильтрации методом электронных таблиц на мобильных телефонах // Омский научный вестник. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – Вып. 1 (97). – С. 198-200.

11. Прогнозы подтопления и расчёт дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях: Справочное пособие к СНиП / А. Ж. Муфтахов, И. В. Коринченко, Н. М. Григорьева, В. И. Сологаев, А. П. Шевчик; ВНИИ ВОДГЕО. – М.: Стройиздат, 1991. – 272 с.

ON THE MODELING GEOFILTRATION PROBLEMS IN THE DESIGN OF HIGHWAYS

V. I. Sologaev

An approach to modeling geofiltration problems in the design of roads in terms of water filtration in the permeable layers of low hydraulic power in the nonlinear formulation using special methods of mathematical analysis and advanced computer technology.

Сологаев Валерий Иванович - доктор технических наук, профессор. Основные направления научной деятельности: защита от подтопления. Общее количество опубликованных работ: 80 (восемьдесят).

УДК 625.72:528.486

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ВЫСОТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ю. В. Столбов, С. Ю. Столбова, Д. О. Нагаев, Л. А. Пронина

Аннотация. *Выполнен анализ методов расчета точности геодезического контроля высотного положения оснований и покрытий автомобильных дорог. Приведены примеры расчета допусков с применением методов равного и ничтожного влияния погрешностей на окончательное положение конструкций и метода с учетом точности технологических процессов устройства конструктивных слоев дорожных одежд. Установлено, что расчет допусков с применением метода с учетом точности технологических процессов устройства конструктивных слоев дорожных одежд позволяет назначать наиболее обоснованные нормы точности для геодезического контроля и строительных работ.*

Ключевые слова: *точность, геодезический контроль, высотное положение, автомобильные дороги, амплитуды вертикальных отметок.*

В соответствии с требованием п. 3.1. ГОСТ 21778-81 [1] при проектировании сооружений следует предусматривать правила и

средства технологического обеспечения точности геометрических параметров конструкций в процессе их строительства. Для обеспе-

чения точности геометрических параметров конструкций необходимо назначение обоснованных допусков при выполнении строительных и геодезических работ (геодезического контроля) в процессе возведения сооружений. Поэтому очень важно правильно рассчитать необходимую точность выполнения этих работ. Излишняя точность приводит к неоправданному увеличению затрат, а недостаточная точность – к браку. Обоснованность точности строительных и геодезических работ при возведении конструкций сооружений во многом зависит от применяемых методов их расчета.

Допуски на строительные и геодезические работы должны рассчитываться исходя из требований предъявляемых к точности геометрических параметров конструкций сооружений. Такие параметры задаются в нормативных документах ГОСТ, СНиП и проектной документации на строительство сооружений. Следовательно, для обоснования допусков на эти работы необходимо решать обратную задачу, имея в нормативном документе показатель точности геометрического параметра сооружения.

В настоящее время для обоснования допусков на строительные и геодезические работы при возведении плоскостных сооружений (каковыми являются автомобильные дороги) могут быть использованы методики с применением следующих методов расчета их точности:

- 1) 1) с использованием принципа равного влияния отдельных источников погрешностей на окончательное положение, законченных строительством, конструктивных слоев дорожных одежд;
- 2) с использованием принципа ничтожного влияния отдельных источников погрешностей на окончательное положение, законченных строительством, конструктивных слоев дорожных одежд;
- 3) с учетом точности технологических процессов строительства.

Рассмотрим возможность применения этих методов для обоснования точности строительных работ и геодезического контроля при устройстве конструктивных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог для обеспечения их заданного высотного положения.

Среднеквадратическую погрешность в высотном положении конструктивных слоев при устройстве дорожных одежд можно представить следующим образом:

$$m^2 = m_C^2 + m_G^2, \quad (1)$$

где m_C – среднеквадратическая погрешность строительных работ;

m_G – среднеквадратическая погрешность геодезических работ.

Основным критерием качества устройства конструктивных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог, с точки зрения соблюдения их геометрических параметров, является значения амплитуд (алгебраических разностей) вертикальных отметок точек поверхностей. Этот критерий рекомендуется применять при приемке, законченных строительством, конструктивных слоев дорожных одежд в п.14.5 СНиП 3.06.03-85 (табл. 17) [2] и межгосударственном стандарте ГОСТ 30412-96. «Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий» [3].

В то же время, в обязательном приложении 2 СНиП 3.06.03-85, при оценке качества, законченных строительством, конструктивных слоев оснований и покрытий приводятся допускаемые отклонения результатов определений от проектных значений вертикальных отметок, а отклонения вычисленных значений амплитуд от нормируемых не приводятся как критерии оценки качества их устройства. В этом приложении приведены параметры используемые при оценке качества строительномонтажных работ и условий их оценки: на «хорошо» с вероятностью $P = 0,90$ (не более 10% отклонений могут быть выше нормируемых) и на «отлично» – $P = 0,95$ (не более 5% отклонений могут быть выше нормируемых). Следовательно, при расчете точности строительных и геодезических работ возникает необходимость перехода от нормативных допустимых отклонений (предельных погрешностей) к среднеквадратическим погрешностям с доверительными вероятностями $P = 0,90$ или $P = 0,95$ по выражению:

$$m = \frac{\delta_H}{t}, \quad (2)$$

где δ_H – допустимое отклонение (предельная погрешность) высотного положения конструктивных слоев дорожных одежд;

t – нормируемый множитель при переходе от предельной к среднеквадратической погрешности высотного положения конструктивных слоев дорожных одежд (при $P = 0,90$ $t = 1,645$ и при $P = 0,95$ $t = 2,0$).

СНиП 3.06.03-85 устанавливает допустимое значение амплитуд (алгебраическую разность) вертикальных отметок поверхностей

конструктивных слоев при устройстве дорожной одежды с использованием комплекта машин без автоматической системы задания вертикальных отметок для дорог I, II и III категорий с шагом нивелирования 5 м, равно $\delta_H = 7$ мм. В этом случае среднеквадратические погрешности при доверительных вероятностях $P = 0,90$ и $P = 0,95$ соответственно будут равны:

$$m = 7/1,645 = 4,26 \text{ мм} \quad \text{и} \quad m = 7/2,0 = 3,50 \text{ мм}$$

При расчете методом «равного влияния» среднеквадратические погрешности на строительные (m_C) и геодезические (m_G) работы будут равны между собой:

$$m_G = m_C = m/\sqrt{2}, \quad (3)$$

Значения среднеквадратических погрешностей будут:

$$\text{при } P = 0,90 \quad m_G = m_C = 4,26/\sqrt{2} = 3,01 \text{ мм};$$

$$\text{при } P = 0,95 \quad m_G = m_C = 3,50/\sqrt{2} = 2,48 \text{ мм}.$$

При расчете методом «ничтожного влияния» среднеквадратические погрешности на геодезические работы (m_G) можно вычислить по выражению:

$$m_G = \frac{m}{Z}, \quad (4)$$

где $1/Z$ – коэффициент ничтожного влияния погрешностей геодезических работ на общую погрешность высотного положения.

Если принять отношение среднеквадратической погрешности к самой погрешности m_m/m , равным 10%, то $Z = 2,2$, а $m_G = 0,45 \cdot m$.

При вероятностях $P = 0,90$ и $P = 0,95$ среднеквадратические погрешности на геодезические работы будут соответственно иметь значения:

$$m_G = 0,45 \cdot 4,26 = 1,92 \text{ мм} \quad \text{и} \quad m_G = 0,45 \cdot 3,50 = 1,58 \text{ мм}.$$

Рассмотрим методику расчета допусков для геодезического контроля применяя метод с учетом точности технологического процесса устройства конструктивных слоев дорожных одежд.

Для определения предельной погрешности контрольных измерений необходимо установить значение коэффициента точности геодезического контроля (T_K) при устройстве конструктивных слоев дорожных одежд. Исходными для его определения являются коэффициент точности технологического процесса (T_{II}) устройства оснований и покрытий,

а так же значения вероятной величины C выхода погрешности за границу поля допуска C .

Коэффициенты точности контроля (T_K) и технологического процесса (T_{II}) определяются по выражениям:

$$T_K = \delta_K / \Delta_H; \quad (5)$$

$$T_{II} = \delta_H / m_{mex}, \quad (6)$$

где δ_K – предельная допустимая погрешность контроля;

δ_H – нормативное допустимое отклонение (предельная погрешность) высотного положения конструктивных слоев дорожных одежд;

Δ_H – нормативный строительный допуск, равный $2\delta_H$;

m_{mex} – среднеквадратическая погрешность технологических процессов устройства конструктивных слоев дорожных одежд.

Значение коэффициента точности геодезического контроля можно выбрать из таблицы [4], составленной по результатам численного интегрирования вероятностей появления ошибочно принятых конструкций (K_{II}) и ошибочно забракованных конструкций (K_H), по показателям T_{II} и C .

При расчете допусков на контрольные измерения назначение величины C необходимо осуществлять с учетом отечественной и мировой практики предъявления требований к качеству различной продукции.

В строительных нормах стран экономической взаимопомощи (СЭВ), которые действовали в СССР и многие из которых действуют и по настоящее время в нашей и других странах, погрешность измерений установлена в пределах 10% от допуска Δ_H [4].

С учетом вероятной величины C выхода погрешности за границу поля допуска у ошибочно принятых конструктивных элементов, равной или меньше 10% от допуска, согласно [4], получены следующие значения среднеквадратических погрешностей контрольных геодезических измерений m_G в процентах от допускаемых отклонений δ_H на завершённые строительством конструкции, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Значения среднеквадратических погрешностей контрольных геодезических измерений $m_{Г}$ в процентах от допустимых отклонений δ_{H} на завершённые строительством конструктивные слои дорожной одежды

Доверительная вероятность, P	$m_{Г}$ в % от δ_{H} при коэффициентах точности технологического процесса, T_{II}			
	1,0	1,5	2,0	2,5-3,0
0,90	27,4	33,4	54,7	60,8
0,95	22,5	27,5	45	50

Приведем пример расчета допусков на контрольные геодезические измерения методом с учетом точности технологического процесса устройства конструктивных слоев дорожных одежд. Примем значения среднеквадратического отклонения результатов технологического процесса близким к предельно допустимой погрешности высотного положения, то есть $m_{max} = \delta_{H} = \pm 7$ мм и значение вероятной величины выхода погрешности за границу поля допуска C , равной 10% от допуска Δ_{H} .

В этом случае будет $T_{II} = 1$ и, согласно табл. 1, $T_{K} = 22,5\%$ или 0,225, а предельная погрешность геодезического контроля будет $\delta_{Г} = 0,225 \cdot \Delta_{H} = 0,45 \cdot \delta_{H} = 3,15$ мм. Тогда значения среднеквадратических погрешностей контрольных измерений при доверительных

вероятностях $P = 0,90$ и $P = 0,95$ соответственно будут $m_{Г} = 3,15/1,645 = 1,92$ мм и $m_{Г} = 3,15/2 = 1,58$ мм. Подобным образом рассчитаны нормы точности при коэффициентах $T_{II} = 1,5$ и $T_{II} = 2,0$.

Подставив в выражение (1) значения m и $m_{Г}$, получим значения среднеквадратических погрешностей строительных работ m_{C} .

Результаты расчетов точности геодезического контроля и строительных работ для обеспечения высотного положения оснований и покрытий автомобильных дорог с шагом нивелирования через 5 м, полученные с применением разных методов, приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Допуски на строительные и геодезические работы, рассчитанные разными методами, для обеспечения высотного положения конструктивных слоев дорожных одежд (без автоматической системы задания вертикальных отметок, категории дорог I, II, III) с шагом нивелирования через 5м

№ п/п	Методы расчета с учетом	Коэф-т точности техн-го T_{II} процесса	P	Нормированное значение амплитуд вертикальных отметок		Допуски на строительные работы		Допуски на разбивочные работы	
				δ_{H} , мм	m_{H} , мм	δ_{C} , мм	m_{C} , мм	$\delta_{Г}$, мм	$m_{Г}$, мм
1	Равного влияния погрешностей	-	0,90	7	4,26	4,95	3,01	4,95	3,01
			0,95	7	3,50	4,95	2,48	4,96	2,48
2	Ничтожного влияния погрешностей	-	0,90	7	4,26	6,25	3,80	3,15	1,92
			0,95	7	3,50	6,24	3,12	3,16	1,58
3	С учетом точности технологического процесса устройства конструктивных слоев дорожных одежд	$T_{II} = 1,0$	0,90	7	4,26	6,25	3,80	3,15	1,92
			0,95	7	3,50	6,24	3,12	3,16	1,58
		$T_{II} = 1,5$	0,90	7	4,26	5,86	3,56	3,85	2,34
			0,95	7	3,50	5,86	2,93	3,85	1,92

		$T_{II} = 2,0$	0,90	7	4,26	3,05	1,86	6,30	3,83
			0,95	7	3,50	3,05	1,52	6,30	3,15

Сравнивая значения допусков, рассчитанных с применением разных методов, можно установить что, результаты, полученные с учетом точности близкой к предельной допустимой погрешности технологических процессов, равны тем, которые определены с применением метода «ничтожного влияния». По результатам расчета с применением метода «ничтожного влияния» требуется максимальная точность геодезического контроля, рассчитанная на выполнение строительных работ с предельными погрешностями. С повышением точности технологического процесса, например при $T_{II} = 2$, получим соответственно при $P = 0,90$ и $P = 0,95$: $m_T = 3,83$ мм и $m_T = 3,15$ мм. В этом случае, требования к точности геодезического контроля значительно уменьшаются. Рассчитанные значения допусков для геодезического контроля с применением метода «равного влияния» завышены, а на строительные работы занижены.

В заключении можно сделать вывод, что применение метода расчета допусков с учетом точности технологических процессов устройства конструктивных слоев дорожных одежд позволяет назначать наиболее обоснованные допуски для геодезического контроля и строительных работ, способствует обеспечению их заданного высотного положения, снижению трудозатрат и повышению качества строительства автомобильных дорог.

Библиографический список

1. ГОСТ 21778-81 (СТ СЭВ 2045-79). Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения. - Введ. 1980-12-02. - М.: Изд-во стандартов, 1981. - 9 с.
2. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. - 106 с.
3. ГОСТ 30412-96. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий. - Введ. 1997-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1996. - 7 с.
4. Статистические методы контроля качества строительно-монтажных работ / Ю.В. Столбов - М.: Стройиздат, 1982, - 87 с.

THE ANALYSIS OF METHODS OF CALCULATION OF ACCURACY GEODETIC CONTROL OF HIGH-RISE POSITION OF THE BASES AND COVERINGS OF HIGHWAYS

Yu.V. Stolbov, S.Yu. Stolbova, D.O. Nagaev,
L.A. Pronina

The analysis of methods of calculation of accuracy of geodetic control of high-rise position of the bases and coverings of highways is made. Examples of calculation of admissions with application of methods of equal and insignificant influence of errors on definitive position of designs and a method taking into account accuracy of technological processes of the device of constructive layers of road clothes are resulted. It is established that at calculation of admissions with application of a method taking into account accuracy of technological processes of the device of constructive layers of road clothes the most well-founded norms of accuracy for geodetic control and civil work are received.

Столбов Юрий Викторович - доктор технических наук, профессор кафедры «Геодезия», Основные направления научной деятельности: обоснование допусков на геометрические параметры строительных конструкций и контроль качества строительства. Общее количество опубликованных работ: 125.

Столбова Светлана Юрьевна - кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Недвижимость и строительный бизнес». Основные направления научной деятельности: обоснование и обеспечение точности возведения зданий и сооружений. Общее количество опубликованных работ: 30. E-mail: stolbova_sy@sibadi.org

Нагаев Дмитрий Олегович - инженер. Основные направления научной деятельности: строительство автомобильных дорог. Общее количество опубликованных работ: 9.

Пронина Лилия Анатольевна - аспирант. Основные направления научной деятельности: строительство зданий и сооружений. Общее количество опубликованных работ: 5.

ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПОСЛЕ ИХ ОБРАБОТКИ РАСТВОРАМИ НАОН

К. В Семашкин. В. Н.Шестаков

Аннотация. Изложены физико-химические предпосылки к снижению коэффициента фильтрации глинистых грунтов после их обработки растворами гидроксида натрия с добавкой негашеной извести. Приведены результаты лабораторных исследований, подтверждающих степень снижения коэффициента фильтрации, обработанного таким раствором легкого суглинка.

Ключевые слова: коэффициент фильтрации, глинистый грунт, раствор гидроксида натрия.

Введение

В процессе эксплуатации автомобильных дорог гидрогеологические условия прилегающей территории могут изменяться. Например, земляное полотно может быть подтоплено (см. рис. 1). При этом степень увлажнения земляного полотна зависит от плотности грунта: чем больше последняя, тем меньше коэффициент водопроницаемости. Для регулирования влажности грунтов основания и на-

сыпи зачастую необходимо ограничить поступление в них влаги. Такого эффекта в существующей насыпи можно добиться путем устройства водонепроницаемого экрана. Устройство такого экрана можно с помощью инъектирования рабочего раствора NaOH в сочетании с негашеной известью в тело земляной насыпи [1, 2, 3].

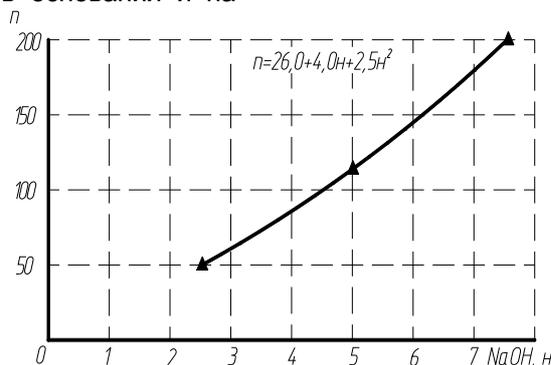


Рис. 1. Зависимость степени снижения коэффициента фильтрации n суглинка от концентрации обработки раствором NaOH

Таблица 1 - Значения физических характеристик грунта

Глубина отбора пробы, м	Природная влажность W ,	Влажность на границе текучести W_L	Влажность на границе раскатывания W_P ,	Число пластичности J_P ,	Показатель текучести J_L ,	Разновидность грунта по ГОСТ 25100-95

1,0	0,16	0,21	0,12	0,09	0,44	Суглинок легкий, тугопластичный
1,5	0,18	0,23	0,14	0,09	0,44	Суглинок легкий, тугопластичный
2,0	0,14	0,24	0,16	0,08	<0	Суглинок легкий, твердый

Примечание: Максимальная плотность сухого грунта $\rho_{\max} = 1.73 \text{ г/см}^3$ при оптимальной влажности $W_{\text{opt}} = 0.12$.

На фильтрацию наиболее существенно влияют структурно-текстурные особенности грунта: гранулометрический состав, его однородность (неоднородность), форма, размер пор и каналов. Фильтрация начинается лишь при полном насыщении грунта водой. В солонцеватых грунтах вся влага задерживается на поверхности солонцеватого горизонта, заполняя собой все поровое пространство [4, 5].

Предпосылки к снижению фильтрации глинистого грунта

В мелиорации при борьбе с высокой фильтрацией из оросительных каналов применялся химический метод. Для снижения фильтрации грунта ложе каналов искусственно активизируют такие почвообразовательные процессы, которые вызывают обесструктурирование верхних слоев породы и снижают их водопроницаемость. Это достигается осолонцеванием рыхлых пород. Способ осолонцевания грунтов ложа оросительных каналов был предложен почвоведом-химиком А.Н. Соколовским. Почвенная масса солонцового горизонта во влажном состоянии отличается тиксотропностью, так как находится в коллоидно-дисперсном состоянии. Это объясняется тем, что при взаимодействии почвы с натриевыми солями (обязательное условие развития солонцового процесса) происходит замещение катионов кальция в коллоидно-дисперсном комплексе на натрий. Во влажном состоянии солонцовый горизонт высокопластичный и липкий. При высыхании твердость солонцового горизонта возрастает. Во влажном состоянии солонцы отличаются очень низкой водопроницаемостью, она в 10-15 раз меньше чем у несолонцеватых почв. Водопроницаемость тем ниже, чем выше доля обменного натрия. Так, скорость фильтрации через солонцовый горизонт в почвах с содержанием обменного Na с концентрацией до 5 н колебалась от $3 \cdot 10^{-3}$ – $5 \cdot 10^{-4}$ м/сут., а при увеличении содержания Na с концентрацией сверх 10 н фильтрация через солонцовый горизонт полностью прекращалась [5].

В своих исследованиях В.М. Павилонский изучал фильтрацию водных растворов NaOH с концентрациями 1,5 н и 0,1 н через фрагмент экрана из уплотненного суглинка [6].

Замена обменных двухвалентных катионов (кальция и магния) на натрий увеличивала гидрофильность грунта, т.е. его способность связывать и удерживать воду. Вследствие этого происходило дополнительное набухание грунта, снижение размеров пор – в первую очередь крупных и как следствие – уменьшение проницаемости грунта. Реакция обмена и связанные с ней процессы происходили относительно быстро и при фильтрации 1,5н раствора NaOH, вследствие этого имело место резкое снижение проницаемости. Наряду с выше указанными в грунте происходили и другие процессы. Выделяющиеся при диспергировании мелкие фракции растворялись едким натром, что вело к увеличению проницаемости грунта. Динамика и величина изменения проницаемости во времени определяются концентрацией фильтрующегося раствора. При фильтрации 1,5н раствора NaOH коэффициент фильтрации грунта изменялся быстрее и в более значительных пределах (на 2-3 порядка), чем при фильтрации 0,1н раствора. В результате долговременной фильтрации (свыше 2-х лет) 1,5н раствора едкого натра коэффициент фильтрации суглинка вырос в 10,8 раза, а при фильтрации 0,1н раствора NaOH он уменьшился в 1,9 раза [6].

Согласно Волкову Ф.Е. [7] при обработке глинистых грунтов щелочными растворами высоких концентрации (>2.5 н.), в отличие от низких, на контактах частиц грунта. из продуктов разрушения алюмосиликатного ядра глинистых, некоторых первичных и типоморфных минералов возникают новообразования. В ходе защелачивания грунтов синтез вяжущих происходит непосредственно в породе за счет его собственных ресурсов, извлекаемых из минеральных составляющих грунта в условиях сильнощелочной среды.

Результатом такой обработки является частичная цеолитизация алюмосиликатной составляющей грунта. В результате щелочно-

го гидролиза, прежде всего глинистой составляющей грунтов через 7-8 дней в поровом пространстве наблюдается осаждение аморфного алюмосиликатного геля цеолитового состава, который в дальнейшем способен перекристаллизовываться с образованием низкокремнеземистых цеолитов за счет разложения глинистых минералов.

При приготовлении рабочего раствора необходима добавка негашеной извести (СаО) в количестве 1-2% от массы рабочего раствора. Катионы кальция в системе «грунт – раствор NaOH» приводят к созданию дополнительных соединений типа гидрогранатов, гидросиликатов кальция, кальцита, способных цементировать песчаные и пылеватые частицы грунтов и принимать участие в создании жесткой конденсационно-кристаллизованной структуры в глинистых грунтах, что приводит к еще большему упрочнению [7].

Применение способа защелачивания в глинистых грунтах не представляет опасности загрязнения окружающей среды, так как в них преобладает диффузионный механизм продвижения инъецированного в грунт раствора щелочи. Экспериментально-теоретические исследования и натурные наблюдения, проведенные в БашНИИстрой, показали, что за счет активного взаимодействия щелочных растворов с глинистым грунтом и преобладания медленных диффузионных процессов в течение одного года происходит практически

полное поглощение щелочи за пределами очага обработанной зоны, а концентрация раствора в пределах этой зоны с течением времени приближается близко к предельно допустимой концентрации [7].

Объектом исследования является суглинок легкий, отобранный из тела насыпи автомобильной дороги Сыропятское – Кормиловка – Калачинск, 39 км Омской области, физические характеристики которого приведены в таблице 1.

Исследуемый грунт в металлических кольцах диаметром 56 мм и высотой 20 мм с коэффициентом уплотнения 0,95 помещался между двумя пластинами из оргстекла, скрепленными болтами, чтобы избежать набухания грунта, при взаимодействии с раствором NaOH. Образцы погружались в эксикаторы с раствором NaOH с концентрациями 2,5н, 5,0н, 7,5н, с добавлением 2% СаО от массы рабочего раствора. По истечении 30 суток образцы вынимались из эксикатора.

Определение коэффициента фильтрации проводились в соответствии с ГОСТ 25584-90 в компрессионном приборе полевой лаборатории ПЛЛ-9 [8].

Из результатов лабораторных испытаний (табл. 2) видно, что с увеличением концентрации раствора NaOH, которым обработан суглинок, коэффициент фильтрации грунта понижается.

Таблица 2 - Результаты лабораторных определений коэффициента фильтрации легкого суглинка

Состояние грунта	Среднее значение Кф, м/сут	Оценка водопроницаемости по Н.Н. Маслову [9]
В естественном состоянии	9,2*10 ⁻³	Весьма слабопроницаемый
Обработанный раствором NaOH концентрацией 2,5н	1,8*10 ⁻⁴	Весьма слабопроницаемый
Тоже раствором NaOH концентрацией 5,0н	8,49*10 ⁻⁵	Водонепроницаемый
Тоже раствором NaOH концентрацией 7,5н	4,65*10 ⁻⁵	Водонепроницаемый

Значения коэффициента фильтрации суглинка в естественном состоянии и обработанного раствором NaOH концентрацией 2,5н по Н.Н. Маслову [9] характеризуется по водопроницаемости как весьма слабо проницаемые. Образцы грунта, обработанные раствором

NaOH концентрацией 5,0н и 7,5н, характеризуются как практически водонепроницаемые.

Для оценки снижения значения коэффициента фильтрации суглинка, обработанного раствором NaOH высокой концентрации с добавлением 2% СаО от массы рабочего рас-

твора, используем отношение n , характеризующее степень такого снижения (рис 1).

$$n = \frac{K_{\phi}}{K_{\phi}^N} \quad (1)$$

где K_{ϕ} - коэффициент фильтрации грунта в естественном состоянии; и K_{ϕ}^N - коэффициент фильтрации грунта, обработанного раствором NaOH, м/сут.

Вывод

При обработке легкого суглинка раствором NaOH концентрацией 2,5 н. коэффициент фильтрации понижается в 50 раз, при концентрации 5,0 н. – 110, при концентрации 7,5 н. – 200 раз соответственно.

Снижение коэффициента фильтрации грунта происходит в результате растворения в щелочных растворах некоторых силикатов и типоморфных минералов, что приводит к их взаимодействию и образованию гидросиликатов и гидроксидов кальция, также устойчивых в щелочной и водной средах. В ходе защелачивания грунтов синтез вяжущих происходит непосредственно в породе за счет его собственных ресурсов, извлекаемых из минеральных составляющих грунта в условиях сильнощелочной среды. В результате щелочного гидролиза, прежде всего глинистой составляющей грунтов в поровом пространстве, наблюдается осаждение аморфного алюмосиликатного геля цеолитового состава. Происходит дополнительное набухание грунта, снижение размеров пор – в первую очередь крупных и как следствие – уменьшение водопроницаемости грунта.

Эффект снижения коэффициента фильтрации глинистых грунтов, обработанных щелочью, рационально использовать при создании водонепроницаемых экранов в подтапливаемых земляных насыпях.

Библиографический список

1. Рассказов Л. Н. Проектирование грунтовых плотин: учеб. пособие/ А. Л. Гольдин; ред. Л.Н. Рассказов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: АСВ, 2001. – 384 с.

2. Леонович И. И. Механика земляного полотна / И.И. Леонович, Н.П. Вырко.- Минск. «Наука и техника», 1975. – 232 с.

3. Типовые решения по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог. – М. 2001. – 69 с.

4. Грунтоведение / ред. В.Т.Трофимов.- М.: МГУ, 2005.-1024 с.

5. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв: учебник/ Ф.Р. Зайдельман. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: МГУ, 2003. – 448 с., ил

6. Павилонский В. М. Изменение проницаемости суглинка при длительной фильтрации растворов едкого натра / В.М. Павилонский // Труды ВОДГЕО, 1977, выпуск 68. – С.3-14

7. Волков Ф. Е. Роль растворов едкой щелочи в процессе формирования микроструктуры грунтобетона / Ф.Е.Волков // Строительные материалы, 2003, №10. – С. 44-46

8. ГОСТ 25584-90. Метод лабораторного определения коэффициента фильтрации. Введ. 01.09.90 – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 17 с.

9. Маслов Н. Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. – М.: Высш. школа, 1982. – 512 с

CHANGE OF FACTOR OF THE FILTRATION CLAYEY SOIL AFTER THEIR PROCESSING BY SOLUTIONS NaOH

K. V. Semashkin V. N. Shestakov

Described the physical and chemical conditions to reduce the filtration coefficient of clayey soils after treatment with sodium hydroxide solution with the addition of quicklime. The results of laboratory studies confirming the extent of the decline of the hydraulic treated in such a solution is easy to loam.

Шестаков Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерная геология, основания и фундаменты». E-mail: Shestakovomsk@rambler.ru

Семашкин Константин Владимирович - Аспирант кафедры "Инженерная геология, основания и фундаменты. Сибирская Государственная Автомобильно-Дорожная Академия. Основное направление научных исследований: Способы обеспечения устойчивости подтопленных насыпей из глинистого грунта. skv2208@rambler.ru

Математическое описание

Пространственная расчетная схема состоит из шести звеньев – базовая машина, два нижних толкающих бруса, две верхних тяги и рабочий орган.

Рассматривались малые, обусловленные упругими деформациями, перемещения элементов машины от положения равновесия. Для описания перемещений элементов машины в пространстве были приняты правые ортогональные системы координат.

Особенностью однородных координат по сравнению с декартовыми является то, что преобразования поворота и перемещения совмещены в одной матрице A_1 . A_1 – блочная матрица размера 4×4 [1].

$$A_1 = \begin{bmatrix} \tau & L \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где τ – матрица поворота осей размера 3×3 ,

L – матрица, определяющая сдвиг начала координат размера 3×1 ,

0 – нулевая матрица размера 1×3 ,

1 – единичная матрица размера 1×1 .

$$A_1 = \begin{bmatrix} \cos \psi'_1 \cdot \cos \nu'_1 & \sin \nu'_1 & -\sin \psi'_1 \cdot \cos \nu'_1 & x \\ \sin \psi'_1 \cdot \sin \gamma'_1 - \cos \psi'_1 \cdot \cos \gamma'_1 \cdot \sin \nu'_1 & \cos \nu'_1 \cdot \cos \gamma'_1 & \cos \psi'_1 \cdot \sin \gamma'_1 + \sin \psi'_1 \cdot \cos \gamma'_1 \cdot \sin \nu'_1 & y \\ \sin \psi'_1 \cdot \cos \gamma'_1 + \cos \psi'_1 \cdot \sin \gamma'_1 \cdot \sin \nu'_1 & -\cos \nu'_1 \cdot \sin \gamma'_1 & \cos \psi'_1 \cdot \cos \gamma'_1 \sin \psi'_1 \cdot \sin \gamma'_1 \cdot \sin \nu'_1 & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

Особенностью расчетной схемы является то, что в ней учтены угловые перемещения в осевых шарнирах нижних толкающих брусьев и верхних тяг. Параметры переноса координатных осей сведены в таблицу 1.

При исследовании сложных динамических систем с нелинейными характеристиками используют их линейное математическое описание. Линеаризация осуществляется при помощи метода Тейлора и линеаризованные уравнения представлены в виде [4]

$$df' = \sum \frac{\partial f}{\partial q_j} \cdot dq_j, \quad (7)$$

На элементы рабочего оборудования действуют силы со стороны разрабатываемого грунта и опорной поверхности

$$F_r = [F_{rx} \cdot F_{ry} \cdot F_{rz} \cdot 1]^T, \quad (2)$$

К режущей кромке отвала приложена равнодействующая сил сопротивления копанию F_5

$$F_5 = [F_{5x} \cdot F_{5y} \cdot F_{5z} \cdot 1]^T, \quad (3)$$

В центрах масс приложены силы F_{im}

$$F_{im} = [0 \cdot F_{im} \cdot 0 \cdot 1]^T, \quad (4)$$

$$F_{im} = m_i \cdot g, \quad (5)$$

где g – ускорение свободного падения.

Матрица A_1 может быть получена как произведение двух матриц A_{1xyz} и $A_{1\gamma, \nu, \psi}$, задающих преобразования параллельного переноса и поворота осей координат [1] и имеет вид:

где q – обобщенная координата.

Для описания уравнения движения профилировщика воспользуемся методом уравнений Лагранжа второго рода [2].

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial K}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial K}{\partial q_j} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_j} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_j} = Q_j, \quad (8)$$

где K и Π – соответственно кинетическая и потенциальная энергия,

Φ – диссипативная функция,

Q_j – обобщенные возмущающие силы.

Для разработанной расчетной схемы машины и согласно таблице 1 принято 16 обобщенных координат.

Кинетическая энергия шарнирно-сочлененного многозвенника рассматривается как сумма кинетической энергии его звеньев [3]

$$K = \sum_{i=1}^6 K_i, \quad (9)$$

Потенциальная энергия звеньев машины определяется как сумма энергий упругих элементов [3]

$$\Pi_m = \sum_{i=1}^6 m_i g G_y^T T_i \cdot R_i' m, \quad (10)$$

где $G_y^T = [0100]$.

Потенциальная энергия упругих элементов определяется по уравнению Клайперона [3]

Таблица 1 - Параметры переноса координатных осей

№ звена	Звено	Параметры переноса					
		x	y	z	γ	υ	ψ
1	Базовая машина	x'_1	y'_1	z'_1	γ'_1	υ'_1	ψ'_1
2	Нижний толкающий брус (левый)	l_1	0	0	γ'_2	0	ψ'_2
3	Нижний толкающий брус (правый)	l_2	0	0	γ'_3	0	ψ'_3
4	Верхняя тяга (левая)	l_3	0	0	γ'_4	0	ψ'_4
5	Верхняя тяга (правая)	l_4	0	0	γ'_5	0	ψ'_5
6	Рабочее оборудование	l_5	l_6	l_7	γ'_6	0	ψ'_6

$$\Pi_c = 0,5 \sum_{u=1}^K C_u \cdot \lambda_u^2, \quad (11)$$

Диссипативная функция элементов вязкого трения определяется в виде функции Релея [3]

$$\Phi = 0,5 \sum_{u=1}^6 F_r \frac{\partial R_{or}}{\partial q_j}, \quad (12)$$

Составляющие вектора-столбца Q_{jF} обобщенных сил Q_F , определяющие воздействие на профилировщик внешних сил, находятся из уравнения [2]

$$Q_{jF} = \sum_{r=1}^6 F_r \frac{\partial R_{or}}{\partial q_j}, \quad (13)$$

Подставив в уравнение Лагранжа второго рода выражения, определяющие значения кинетической и потенциальной энергии, диссипативной функции и обобщенных сил получим выражение в матричном виде

$$A_q \cdot \ddot{q} + D_q \cdot \dot{q} + C_q \cdot q = Q_F, \quad (14)$$

где A_q, D_q, C_q – матрицы размера 16×16 ,

q, \dot{q}, \ddot{q} – матрицы размера 16×1 , характеризующие малые значения соответственно обобщенных координат, скоростей и ускорений,

Q_F – матрица обобщенных сил размера 16×1 .

Заключение

Математическая модель профилировщика представлена системой шестнадцати дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами, которые являются функциями конструктивных параметров и больших значений обобщенных координат.

В случае рассмотрения малых колебаний математическая модель представляется системой линейных уравнений с постоянными коэффициентами, исследуемых методом «замороженных коэффициентов».

Библиографический список

1. Медведев В.С., Лесков А.Г., Юценко А.С. Системы управления манипуляционных роботов. – М.: Наука, 1978 – 416 с.
2. Динамика управления роботами. Под ред. Е.И. Юревича. – М.: Наука, 1984 – 334 с.
3. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. – М.: Наука 1980 – 270 с.
4. Лурье А.Б. Динамика регулирования навесных сельскохозяйственных агрегатов. Л.: Машиностроение, 1969 – 288 с.

MATHEMATICAL DESCRIPTION PROFILER

M. A. Golchansky, M. Yu. Archipenko,
V. V. Khokhlov

A mathematical model of the profiler with parallelogram suspension system working body is represented by sixteen differential equations of second order with variable co-ordinates, both being functions of design parameters and large values of the generalized coordinates.

Гольчанский Михаил Алексеевич - канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная механика» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных работ – исследование механизмов подвеса

рабочих органов землеройно-транспортных машин. Опубликовано более 35 научных работ.

Архипенко Маргарита Юрьевна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Прикладная механика» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основные направления научной деятельности: автоматизация проектирования технических объектов и систем. Общее количество опубликованных работ: свыше 30

Хохлов Василий Вадимович - аспирант кафедры «Прикладная механика» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных работ – исследование механизмов подвеса рабочих органов землеройно-транспортных машин. Опубликовано 3 научные работы.

УДК 004.9:621.9.07:621.833

**ОТОБРАЖЕНИЕ ОРТОГОНАЛЬНЫМ ПРОЕКЦИРОВАНИЕМ
ПОВЕРХНОСТИ, ЗАДАННОЙ УРАВНЕНИЕМ В НЕЯВНОЙ ФОРМЕ**

А. А. Ляшков, В. Я. Волков

Аннотация. В работе приводится исследование отображения ортогональным проектированием поверхности, заданной в неявной форме, на координатную плоскость. Определяется кривизна поверхности в точках ее контурной линии. Устанавливается, что кривые, получаемые в пересечении поверхности плоскостями, параллельными координатным плоскостям, содержащим ось, вдоль которой выполняется отображение, имеют экстремальные точки, принадлежащие контурной линии поверхности. Такое свойство используется для расчета точек контура и очерка поверхности численными методами, не требующими использования дифференциальных характеристик поверхности.

Ключевые слова: контурная линия поверхности, очерк поверхности, линия складки, точка сборки.

Введение

Вопросам исследования отображения ортогональным проектированием поверхности на плоскость посвящено значительное количество работ [1, 2, 3, 4, 5, 6] и другие. Так в работе [3] предлагается определять точки контурной линии по уравнениям поверхности, заданным в неявной форме, и уравнениям, содержащим дифференциальные характеристики этой поверхности. Для расчета предлагается использовать методы вычислительной математики и методы нелинейного программирования. Что является не простой задачей. Анализа контурной линии и ее проекции не приводится.

Исследованию особенностей отображения алгебраических поверхностей, в том числе и

ортогональным проектированием, посвящены работы [1, 5, 6] и другие.

В работе [2] приведены некоторые дифференциальные характеристики контурной линии и очерка алгебраической поверхности, заданной уравнением в неявном виде.

В настоящей работе приводится исследование отображения ортогональным проектированием поверхности, заданной в неявной форме, на координатную плоскость, определяется кривизна поверхности в точках ее контура.

Дифференциальные параметры контурной линии поверхности

Пусть исследуемая поверхность задана уравнением в неявной форме

$$F(x, y, z) = 0, \tag{1}$$

Рассмотрим отображение этой поверхности

ортогональным проецированием на координатную плоскость xy . Особенность этого отображение в начертательной геометрии принято называть очерком или дискриминантным множеством функции (1) [2], а соответствующую ей линию на поверхности – контурной линией поверхности относительно рассматриваемой плоскости. В точках контурной линии касательные плоскости к поверхности параллельны координатной оси z , что записывается в виде

$$F_z(x, y, z) = 0. \quad (2)$$

Будем рассматривать уравнение (2) как уравнение еще одной поверхности (дополнительной), которая совместно с уравнением (1) задает контурную линию на поверхности относительно координатной плоскости xy .

Для определенности, по аналогии с работой [7], будем рассматривать дискриминантное множество состоящим не только из точек, удовлетворяющих условию (2), но и особых точек на поверхности, проецирующихся в это множество. Это значит, дискриминантное множество включает не только очерк поверхности, но и некоторые особые точки.

Исследованию подлежат контурная линия поверхности, ее очерк, а также сечения этой поверхности плоскостями, параллельными координатным плоскостям xz и yz . Эти исследования сформулируем в виде теоремы.

Теорема

Если у поверхности, заданной неявным уравнением $F(x, y, z) = 0$, есть очерк при ее ортогональном проецировании вдоль оси z , то точки этого очерка могут входить в состав множеств:

- 1) совокупность точек, для которых

$$F_z = 0, |F_x| + |F_y| \neq 0, F_{zz} \neq 0, \begin{vmatrix} F_x & F_y \\ F_{zx} & F_{zy} \end{vmatrix} \neq 0,$$

- 2) совокупность точек, для которых

$$F = 0, |F_x| + |F_y| = 0,$$

- 3) совокупность точек, для которых

$$F_z = 0, |F_x| + |F_y| \neq 0, F_{zz} = 0, \begin{vmatrix} F_x & F_y \\ F_{zx} & F_{zy} \end{vmatrix} \neq 0,$$

- 4) совокупность экстремальных точек на кривых, получаемых в пересечении поверхности плоскостями, параллельными координатным плоскостям, содержащим ось, задающую направление проецирования.

Доказательство

Касательной к линии пересечения поверхностей (1) и (2) в точке K будет прямая пересечения касательных плоскостей к данным поверхностям в этой точке. Уравнения касательных плоскостей к поверхностям имеют вид

$$F_x \cdot (X - x) + F_y \cdot (Y - y) + F_z \cdot (Z - z) = 0. \quad (3)$$

$$F_{zx} \cdot (X - x) + F_{zy} \cdot (Y - y) + F_{zz} \cdot (Z - z) = 0, \quad (4)$$

где (x, y, z) – координаты точки K линии пересечения поверхностей, (X, Y, Z) – текущие координаты касательных плоскостей к поверхностям.

Так как линия пересечения плоскостей (3) и (4) перпендикулярна векторам $\vec{N}_1(F_x, F_y, F_z)$ и $\vec{N}_2(F_{zx}, F_{zy}, F_{zz})$, то за направляющий вектор \vec{S} касательной к линии пересечения поверхностей можно принять векторное произведение векторов $\vec{N}_1 \times \vec{N}_2$. Тогда

$$\vec{S} = \vec{N}_1 \times \vec{N}_2 = \vec{i} \begin{vmatrix} F_y & F_z \\ F_{zy} & F_{zz} \end{vmatrix} + \vec{j} \begin{vmatrix} F_x & F_z \\ F_{zx} & F_{zz} \end{vmatrix} + \vec{k} \begin{vmatrix} F_x & F_y \\ F_{zx} & F_{zy} \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Из анализа координат вектора \vec{S} (5) можно сделать следующие выводы:

- 1) касательная к контурной линии поверхности занимает общее положение и проецируется в касательную к очерку, если

$$F_z = 0, |F_x| + |F_y| \neq 0, F_{zz} \neq 0, \begin{vmatrix} F_x & F_y \\ F_{zx} & F_{zy} \end{vmatrix} \neq 0. \quad (6)$$

Такие точки называются точками линии складки. Ими и исчерпывается очерк поверхности.

- 2) касательная к контурной линии перпендикулярна координатной плоскости xy (“вертикальна”), если

$$F_z = 0, F_{zz} = 0, |F_x| + |F_y| \neq 0, \begin{vmatrix} F_x & F_y \\ F_{zx} & F_{zy} \end{vmatrix} \neq 0. \quad (7)$$

В этом случае обыкновенной точке на контурной линии поверхности соответствует точка

возврата на очерке. Такая точка называется точкой сборки.

В качестве примера на рисунке 1 приведена поверхность (1), заданная уравнением [2]

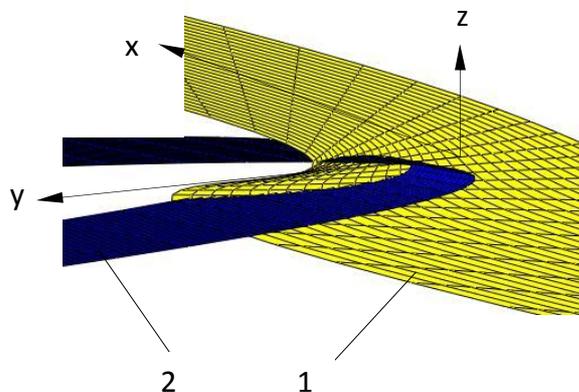


Рис. 1. Модели исходной – 1 и дополнительной – 2 поверхностей.

$$2 \cdot z^3 + z \cdot (1 - 2 \cdot y) - x = 0. \quad (8)$$

Тогда уравнение (2) дополнительной поверхности будет

$$6 \cdot z^2 - 2y + 1 = 0. \quad (9)$$

Пересечение поверхностей (8) и (9) задает контурную линию поверхности (8), состоящую из складки и точки сборки.

Таким образом первые два пункта теоремы доказаны. Для доказательства третьего вычислим кривизну исследуемой поверхности.

Кривизна поверхности в точках контурной линии

Определим кривизну рассматриваемой поверхности в точках ее контурной линии. Предположим, что в окрестности точки (x_0, y_0, z_0) функция (1) имеет непрерывные частные производные первого порядка по x, y, z , а в самой этой точке $F_y \neq 0$.

Тогда, как известно, существует параллелепипед с центром в этой точке, в пределах которого уравнение (1) эквивалентно выражению

$$y = f(x, z). \quad (10)$$

Как известно, формулы для полной (гауссовой) и средней кривизны поверхности (10) имеют вид [7]:

$$K = \frac{L \cdot N - M^2}{E \cdot G - F^2}, \quad (11)$$

$$H = \frac{L \cdot G - 2F \cdot M + E \cdot N}{2(E \cdot G - F^2)},$$

а коэффициенты квадратичных форм, входящих в формулы (11), определяются из зависимостей

$$E = 1 + y_x^2, F = y_x \cdot y_z, G = 1 + y_z^2,$$

$$L = \frac{y_{xx}}{\sqrt{1 + y_x^2 + y_z^2}}, M = \frac{y_{xy}}{\sqrt{1 + y_x^2 + y_z^2}},$$

$$N = \frac{y_{zz}}{\sqrt{1 + y_x^2 + y_z^2}},$$

где $y_x = \partial f(x, z) / \partial x, y_{xx} = \partial^2 f(x, z) / \partial x^2$ и т. д.

Учитывая, что поверхность задана в неявном виде, а также то, что в точках контурной линии поверхности вдоль z -направления выполняется условие (2), получим

$$L = \frac{-F_y^2 \cdot F_{xx} + 2F_x \cdot F_y \cdot F_{xy} - F_x^2 \cdot F_{yy}}{F_y^2 \sqrt{F_x^2 + F_y^2}},$$

$$M = \frac{-F_y \cdot F_{xz} + F_x \cdot F_{zy}}{2 \cdot F_y \sqrt{F_x^2 + F_y^2}},$$

$$N = -\frac{F_{zz}}{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}},$$

$$K = \frac{F_y^2 F_{xx} - 2F_x F_y F_{xy} + F_{yy} F_x^2}{(F_x^2 + F_y^2)^2} \cdot F_{zz} - \frac{(F_x \cdot F_{zy} - F_y \cdot F_{zx})^2}{4(F_x^2 + F_y^2)^2},$$

$$H = \frac{\left[(2 \cdot F_x \cdot F_y \cdot F_{xy} - F_{xx} \cdot F_y^2 - F_{yy} \cdot F_x^2) - F_{zz} \cdot (F_x^2 + F_y^2) \right]}{2 \cdot F_y^2 \cdot (F_x^2 + F_y^2)^{3/2}}$$

Анализируя полученные выражения, можно установить следующее:

а) если $F_{zz} = 0$, а $F_y \cdot F_{zx} - F_x \cdot F_{zy} \neq 0$, то гауссова кривизна в точках контурной линии поверхности отрицательна и точка на поверхности является гиперболической, причем средняя

кривизна поверхности в ней прямо пропорциональна значению кривизны кривой, полученной в пересечении поверхности плоскостью, параллельной $xу$;

b) если на плоской кривой поверхности (в сечении плоскостью, перпендикулярной оси z) имеется точка перегиба и $F_{zz} \neq 0, |F_x| + |F_y| \neq 0$, то соответствующая ей точка контурной линии поверхности гиперболическая;

c) если $F_{zz} = 0$ и $F_y \cdot F_{zx} - F_x \cdot F_{zy} = 0$, то соответствующая точка поверхности параболическая;

d) если

$$F_y^2 \cdot F_{xx} - 2F_x \cdot F_y \cdot F_{xy} + F_x^2 \cdot F_{yy} = 0 \quad \text{и}$$

$F_y \cdot F_{zx} - F_x \cdot F_{zy} = 0$, то соответствующая точка поверхности параболическая;

e) если $F_x = F_y = 0$, то точка особая как на исходной кривой, так и на поверхности, а также на ее очерке;

f) если

$$2F_x \cdot F_y \cdot F_{xy} - F_{xx} \cdot F_y^2 - F_{yy} \cdot F_x^2 \neq 0, F_{zz} \neq 0$$

и $F_y \cdot F_{zx} - F_x \cdot F_{zy} \neq 0$, то соответствующая точка поверхности может быть как эллиптической так и гиперболической.

Условие (2) для случая, когда поверхность задана уравнением (10) имеет вид

$$\frac{\partial y}{\partial z} = \frac{\partial f(x, z)}{\partial z} = 0. \quad (12)$$

Геометрический смысл этого выражения заключается в следующем. Касательная t к линии, полученной в пересечении поверхности (1) с плоскостью $x=a$ (a – некоторое вещественное число), параллельна координатной оси z . А это значит, что соответствующая точка на этой кривой принадлежит контурной линии поверхности вдоль z -направления проецирования.

Аналогичный результат получим, если $F_x \neq 0$ и поверхность задать в виде $x = f(y, z)$. Тогда прямая t будет параллельна оси z и касаться в точке контурной линии кривой, полученной в пересечении поверхности плоскостью, параллельной плоскости xz .

На рисунке 2 показаны соответствующие кривые и касательная к ним в точке контурной линии при отображении поверхности вдоль оси z .

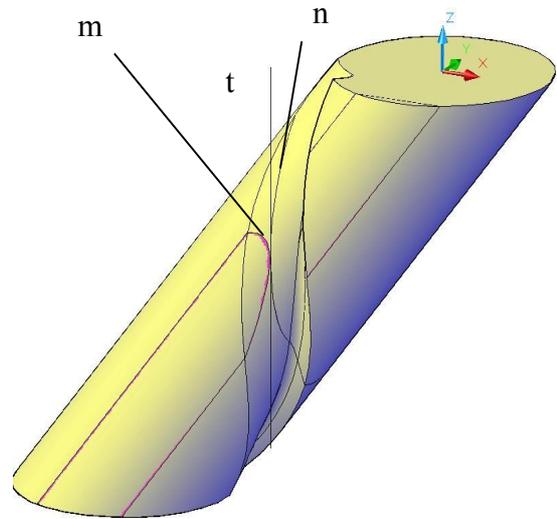


Рис. 2. Модель наклонной винтовой поверхности и линий пересечения ее с плоскостями, параллельными координатным плоскостям xz (линия m) и yz (линия n); t – касательная к кривым m и n в точке контурной линии.

Кроме того, равенство (12) выражает необходимое условие существования условного экстремума функции

$$y = f(x, z)|_{x=a}. \quad (13)$$

Для определения достаточных условий существования условного экстремума функции (13) используем метод неопределенных коэффициентов Лагранжа. В этом случае функция Лагранжа будет иметь вид

$$L(x, y) = f(x, z) + \lambda \cdot (x - a). \quad (14)$$

Система уравнений, из решения которой следует искать точки условного экстремума, будет

$$\begin{aligned} L_x &= f_x(x, z) + \lambda = 0, \\ L_z &= f_z(x, z) = 0, \\ L_\lambda &= (x - a) = 0. \end{aligned} \quad (15)$$

Второе уравнение системы (15) определяет необходимое условие существования условного экстремума функции (13), которое совпадает с полученным ранее для условия касания “вертикальной плоскости” с заданной поверхностью. Для определения достаточных условий экстремума вычислим второй дифференциал функции Лагранжа. Он имеет вид:

$$d^2L = f_{xx} \cdot dx^2 + 2f_{xy} \cdot dx \cdot dz + f_{zz} dz^2$$

Так как $dx=0$, то последнее уравнение примет вид $d^2L = f_{zz} dz^2$ или с учетом (2)

$$d^2L = -\frac{F_{zz}}{F_y} \cdot dz^2. \quad (16)$$

Тогда из равенства (16) следует, что если $\frac{F_{zz}}{F_y} > 0$, то точка исследуемого сечения по поверхности плоскостью является точкой условного максимума, если $\frac{F_{zz}}{F_y} < 0$, то соответствующая точка – точка условного минимума.

Для $f_{zz}=0$ требуются дополнительные исследования.

Для поверхности (8) $F_{zz}=12z$, а $F_y = -2z$. Следовательно, кривые, получаемые в пересечении поверхности (8) плоскостями $x=a_i$, имеют точки условного минимума и совпадают с точками контура этой поверхности. Так как $2F_x \cdot F_y \cdot F_{xy} - F_{xx} \cdot F_y^2 - F_{yy} \cdot F_x^2 = 0$, а $F_y \cdot F_{zx} - F_x \cdot F_{zy} = 2$, то точки контурной линии поверхности – гиперболические.

Таким образом, кривые, получаемые в пересечении рассматриваемой поверхности плоскостями, параллельными плоскостям xz или yz , являются гладкими, если выполнено неравенство $|F_x| + |F_y| \neq 0$. Такие кривые выпуклы (вогнуты) в случае выполнения равенства (2), но для $F_{zz} \neq 0$. Точки таких кривых называют точками складки при проецировании по направлению оси z . Точки поверхности, удовлетворяющие условию (7), но в которых $F_{zz} \neq 0$, являются точками сборки проецирования по z - направлению. Точке складки соответствует регулярная точка на очерке поверхности, а точке сборки – особая точка. В то же время точка сборки на поверхности, является ее регулярной точкой.

Все это должно быть учтено при выборе численного метода расчета огибающей семейства плоских кривых.

Полученные результаты исследования дифференциальных характеристик контурной линии и дискриминанты поверхности позволяют предложить методику расчета координат этих точек, основанную на использовании численных методов определения условного экстремума одной из координат, не требующей получения соответствующих дифференциальных уравнений. В этом случае выполняется расчет экстремума, например, координаты y при наложении связи на координату x , а независимой переменной является координата z . Тогда контурная линия L является объе-

динением множества экстремальных точек, а именно:

$$L = \bigcap_{i=1}^n \min \wedge \max f(x, z) \Big|_{x=a_i}$$

Переменной является координата z в своей области определения.

Выводы

Выполненные исследования отображения ортогональным проецированием поверхности, заданной уравнением в неявном виде, на координатную плоскость, позволяют получить более полное представление о строении дискриминанты этой поверхности. На основе анализа полученных дифференциальных характеристик поверхности сформулирована теорема, определяющая множества, в которых могут находиться как точки очерка поверхности, так и дискриминанты.

Полученные результаты о расположении точек контурной линии относительно координатных плоскостей, содержащих ось, вдоль которой выполняется проецирование, позволяют предложить методику расчета, основанную на численных методах, не требующих вывода соответствующих дифференциальных зависимостей.

Библиографический список

1. Арнольд В. И. Особенности гладких отображений. / В. И. Арнольд. // Успехи мат. наук. – 1968. – т. XXIII, вып. 1(139) – С. 4–44.
2. Брус Дж., Джиблин П. Кривые и особенности. / Дж. Брус, П. Джиблин. – М.: Мир, 1988. – 262с.
3. Быков В.И. Определение контурной линии на поверхности, заданной уравнением в неявной форме. / В.И. Быков, В.В. Найханов // В сб.: Тезисы Всесоюзного научно-методического симпозиума “Применение систем автоматизированного проектирования конструкций в машиностроении”. – Ростов-на-Дону. – 1983 – С. 40–41.
4. Ляшков А. А. Особенности отображений проецирования некоторых поверхностей. / А. А. Ляшков. // Сборник трудов 7-й Международной научно-практической конференции “Современные проблемы геометрического моделирования”. – Мелитополь: ТГАТА. - 2003. - с.61-65.
5. Платонова О. А. Проекции гладких поверхностей / О. А. Платонова // Тр. Семинара им. И.Г. Петровского. – 1984. – т. 10. – с. 135-149.
6. Платонова О. А. Особенности проекций гладких поверхностей / О. А. Платонова // Успехи мат. наук. – т.39, вып. 1. – с. 149-150.
7. Залгаллер В. А. Теория огибающих. – М.: Наука, 1975. – 104 с.
8. Погорелов А. В. Геометрия. / А. В. Погорелов. – М.: Наука, 1984. – 268 с.

DISPLAY THE ORTHOGONAL PROJECTION

OF THE SURFACE, GIVEN IN IMPLICIT FORMS

A. A. Lyashkov, V. Y. Volkov

The work is a study of orthogonal projection of the surface of the display, given in implicit form, the coordinate plane. Define the curvature of the surface, in pixels, of the contour lines. Establishes that the curves are derived from the intersection of the surface planes parallel to the coordinate planes containing the axis along which you display are extreme points from contour line surface. This property is used to calculate the points on the path and sketch surface numerical methods that do not require the use of differential characteristics of the surface.

Ляшков Алексей Ануфриевич – кандидат технических наук, доцент кафедры "Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика" Омского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – геометрическое и компьютерное моделирование сложных поверхностей деталей. Общее количество публикаций - 90.

Волков Владимир Яковлевич - Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), 644080, г. Омск, пр. Мира, 5, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика». E-mail: volkov_vy39@mail.ru

УДК 629.3.018.2:62-567.5:629.3.027.3

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЕМПФИРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНО-УГЛОВЫХ КОЛЕБАНИЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В. Н. Сорокин, Н. В. Захаренков

Аннотация. В работе проводится исследование активной пневматической системы демпфирования продольно-угловых колебаний автотранспортных средств на экспериментальном комплексе. Силовые элементы активной подвески выполнены в виде резинокордных оболочек, с релейной системой управления их наполнением и опорожнением. Приведены результаты, которые показывают эффективность разработанной системы демпфирования, а также адекватность математической и физической моделей реальному автомобилю.

Ключевые слова: активная подвеска, испытательный стенд, экспериментальный комплекс, система автоматического управления, резинокордная оболочка.

Введение

Движение транспортных и технологических машин по пересеченной местности сопровождается непрерывными колебаниями, которые оказывают значительные нагрузки на подвеску, водителя, пассажиров, перевозимые грузы и оборудование. Для снижения амплитуды продольно-угловых колебаний и повышения, таким образом, плавности хода, водители вынуждены снижать скорость движения, что, в свою очередь, приводит к снижению производительности транспорта.

Амплитуды этих колебаний, зависят не только от характера неровностей дорожного полотна, но и от эффективности работы системы амортизации. Настоящее исследование посвящено анализу работы активной пневматической системы демпфирования продольно-

угловых колебаний транспортных и технологических машин в низкочастотной области, где стандартные и модифицированные упругие и демпфирующие элементы пассивной системы подрессоривания не достаточно эффективны.

Задачи исследования

Одним из способов решения задачи снижения продольно-угловых колебаний транспортных и технологических машин является создание активных систем демпфирования этих колебаний. Однако создание таких систем, включающих в себя силовые элементы, а также элементы контроля и управления, является весьма трудоемким и затратным. Это побудило авторов разработать и построить экспериментальный комплекс для исследования активной системы демпфирования продольно-угловых колебаний транспортных и технологических

машин [1-5]. Были проведены исследования активной системы демпфирования, как на математической модели, так и на испытательном комплексе, который, по сути, представляет собой физическую модель транспортного средства. Задачей данной работы является оценка адекватности проведенных исследований данным, полученным для реальной машины.

Результаты исследования

Опираясь на компоновку поддрессоренной массы, штатной подвески и силовых элементов и учитывая ряд допущений были составлены расчетная схема стенда (рисунок 1) и его нелинейная математическая модель [2]. При этом рассматривалась только плоская расчетная схема колебаний автомобиля т.к. независимые переменные изменяются в продольной плоскости, оставаясь постоянными в поперечной. Было принято также, что грузовая платформа с ее несущим элементом (рамой), грузом и над-

стройками является твердым телом, имеющим продольную плоскость симметрии. В этом случае деформациями рамы на изгиб можно пренебречь [6].

При учете того, что силы тяжести поддрессоренной и неподдрессоренных масс уравновешиваются силами упругости подвески [2], система дифференциальных уравнений для малых углов φ и α , соответствующая расчетной схеме на рисунке 1 будет иметь вид:

$$\begin{cases} J_1 \ddot{\varphi} - 2b \cdot l^2 (\dot{\varphi} - \dot{\alpha}) + 2(C \cdot l^2 - C_p x^2) \times \\ \times (\varphi - \alpha) - 2l^2 F_T (\text{sgn}(\dot{\varphi} - \dot{\alpha})) = \\ = P_1(\dot{\varphi}, t) \cdot S_{\varphi\varphi} x - P_2(\dot{\varphi}, t) \cdot S_{\varphi\varphi} x; \\ J_2 \ddot{\alpha} - 2b \cdot l^2 (\dot{\varphi} - \dot{\alpha}) - 2(C \cdot l^2 - C_p x^2) \times \\ \times (\varphi - \alpha) - 2l^2 F_T (\text{sgn}(\dot{\varphi} - \dot{\alpha})) = \\ = F(t) \cdot \Delta x - P_1(\dot{\varphi}, t) S_{\varphi\varphi} x + P_2(\dot{\varphi}, t) S_{\varphi\varphi} x. \end{cases} \quad (1)$$

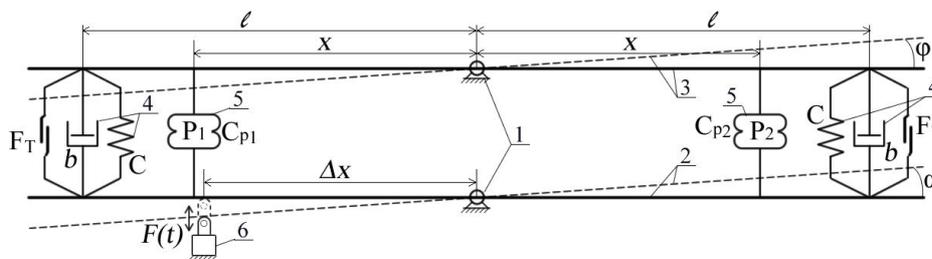


Рис.1. Расчетная схема стенда

1 – несущие опоры, 2 – балка, имитирующая неподдрессоренную массу, 3 – балка, имитирующая поддрессоренную массу, 4 – стойки-амортизаторы - элементы штатной подвески автомобиля, 5 – силовые элементы активной системы демпфирования, 6 – гидроцилиндр системы имитации воздействия профиля дороги

где φ, α - угловые перемещения балок 1 и 2;

$J_{1,2}$ - момент инерции балок 1 и 2;

C, C_p - коэффициенты жесткости пружин и РКО;

b - коэффициент сопротивления амортизатора;

$S_{\varphi\varphi}$ - эффективная площадь РКО;

$P_{1,2}(\dot{\varphi}, t)$ - давление в РКО;

$F(t)$ - сила, создающая колебания балки 2;

F_T - сила сухого трения в элементах конструкции.

Давления P_1 и P_2 в РКО создаются системой автоматического управления (САУ) процессом их наполнения и опорожнения, структурная схема, которой представлена на рисунке 2 [4]. Работа САУ понятна из схемы. Если, например, при определении логическим устройством 2,

установленным на балке 3 (рисунок 1), что $\dot{\varphi}$ выходит за предел зоны нечувствительности β , то реле 1 включает ЭМК-1 на подачу давления воздуха от ресивера в РКО-1 и одновременно выключает ЭМК-2, открывая выход воздуха из РКО-2, через ЭМК-2, в атмосферу. При значении $\dot{\varphi} < \beta$ давление подается в РКО-2 и одновременно сбрасывается из РКО-1. Во время нахождения значения $\dot{\varphi}$ в пределах зоны нечувствительности, т.е. $\beta < \dot{\varphi} < \beta$ клапаны открыты на сброс давления из обеих РКО.

В качестве измерителей угловой скорости использованы микромеханические датчики угловой скорости, выполненные по технологии MEMS, с нелинейностью выходной характеристики не более 1%. Такие датчики имеют частоту собственных колебаний 140 Гц и погрешность при измерении угловой скорости, не более 0,08% [2].

Дополняя уравнения колебаний балок стенда дифференциальными уравнениями динамики процесса наполнения и опорожнения РКО, при срабатывании электромагнитных клапанов и учитывая, что постоянная времени электромагнитного клапана много меньше времени наполнения и опорожнения объема РКО, то динамика процессов в РКО может быть представлена инерционным звеном первого порядка [5].

Для оценки эффективности работы системы можно принять, что система управления процессом наполнения и опорожнения РКО описывается следующей системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \tau \dot{P}_1 + P_1 &= P_p \\ \tau \dot{P}_2 + P_2 &= P_a \end{aligned} \right\} \text{если } \dot{\phi} > 0; \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \tau \dot{P}_2 + P_2 &= P_p \\ \tau \dot{P}_1 + P_1 &= P_a \end{aligned} \right\} \text{если } \dot{\phi} < 0$$

где: $\tau \approx 0,05 - 0,1$ с – постоянная времени.

Жесткость РКО определяется, как известно, из выражения:

$$\left. \begin{aligned} C_{P1} &= \frac{NP_1 S_{\partial\phi}^2}{V} + \frac{\partial S_{\partial\phi} P_1}{\partial z} \\ C_{P2} &= \frac{NP_2 S_{\partial\phi}^2}{V} + \frac{\partial S_{\partial\phi} P_2}{\partial z} \end{aligned} \right\}$$

Полагая, в первом приближении, что величина $\frac{\partial S_{\partial\phi} P_{1,2}}{\partial z}$ мала, а объем РКО - V является линейной функцией относительно перемещения, коэффициенты жесткости РКО можно определить по следующим выражениям:

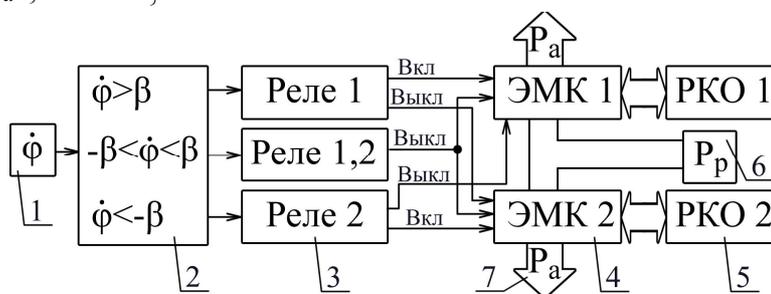


Рис. 2. Структурная схема САУ.

- 1 - датчик угловой скорости $\dot{\phi}$; 2 – логическое устройство; 3 – реле; 4 – двухпозиционный электромагнитный клапан; 5 – РКО; 6 – система компрессор-ресивер; 7 – сброс воздуха в атмосферу.

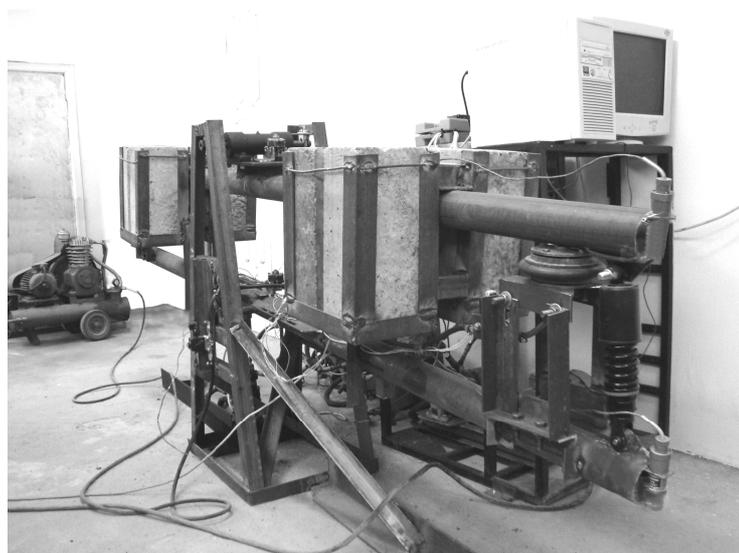


Рис. 3. Общий вид экспериментального комплекса

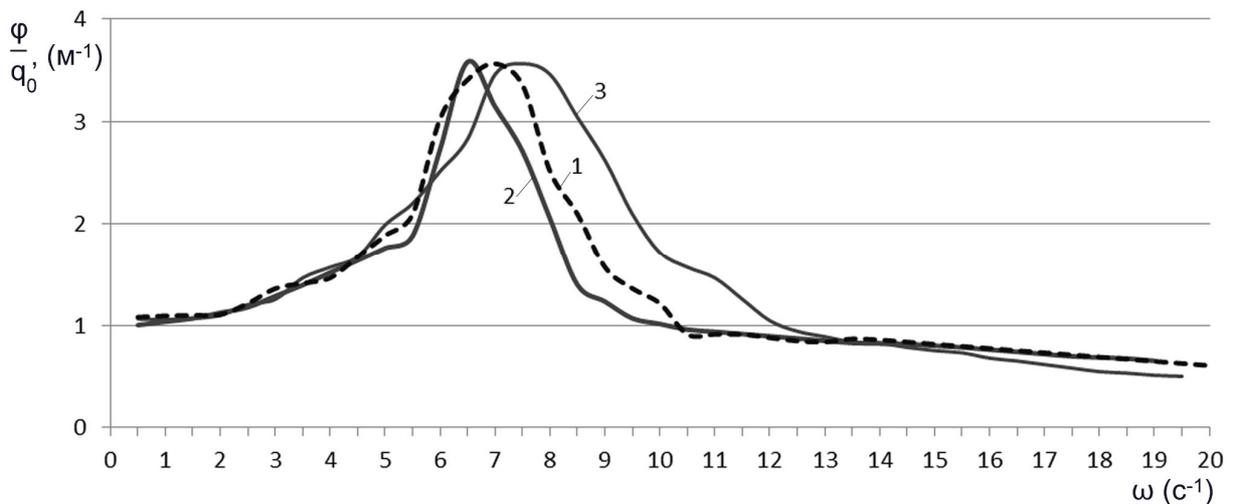


Рис. 4. АЧХ угловых перемещений поддресоренной массы при неработающей активной системе демпфирования: 1 - верхней балки стэнда, имитирующую поддресоренную массу автомобиля; 2- поддресоренной массы (математическая модель); 3 - поддресоренной массы автомобиля [7] (длина неровности – 3,33 м и высота неровности – 0,05 м)

$$C_{P1} = \frac{NP_1 S_{\phi}}{h_0}, C_{P2} = \frac{NP_2 S_{\phi}}{h_0},$$

где: h_0 - высота РК0 в среднем положении.

$N = 1,4$ - показатель адиабаты.

Учитывая сделанные выше допущения, система нелинейных дифференциальных уравнений для оценки динамики угловых колебаний балок стэнда с учетом (1), (2) примет вид:

$$\left. \begin{aligned} J_1 \ddot{\phi} - 2b \cdot l^2 (\dot{\phi} - \dot{\alpha}) + 2(C \cdot l^2 - C_p x^2) \times \\ \times (\phi - \alpha) - 2l^2 F_T (\text{sgn}(\dot{\phi} - \dot{\alpha})) = \\ = P_1(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x - P_2(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x; \\ J_2 \ddot{\alpha} - 2b \cdot l^2 (\dot{\phi} - \dot{\alpha}) - 2(C \cdot l^2 - C_p x^2) \times \\ \times (\phi - \alpha) - 2l^2 F_T (\text{sgn}(\dot{\phi} - \dot{\alpha})) = \\ = F(t) \cdot \Delta x - P_1(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x + P_2(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x; \\ \tau \dot{P}_1 + P_1 = P_p \left. \vphantom{\begin{aligned} J_1 \ddot{\phi} - 2b \cdot l^2 (\dot{\phi} - \dot{\alpha}) + 2(C \cdot l^2 - C_p x^2) \times \\ \times (\phi - \alpha) - 2l^2 F_T (\text{sgn}(\dot{\phi} - \dot{\alpha})) = \\ = P_1(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x - P_2(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x; \\ J_2 \ddot{\alpha} - 2b \cdot l^2 (\dot{\phi} - \dot{\alpha}) - 2(C \cdot l^2 - C_p x^2) \times \\ \times (\phi - \alpha) - 2l^2 F_T (\text{sgn}(\dot{\phi} - \dot{\alpha})) = \\ = F(t) \cdot \Delta x - P_1(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x + P_2(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x; \end{aligned}} \right\} \text{если } \dot{\phi} > 0; \\ \tau \dot{P}_2 + P_2 = P_p \left. \vphantom{\begin{aligned} J_1 \ddot{\phi} - 2b \cdot l^2 (\dot{\phi} - \dot{\alpha}) + 2(C \cdot l^2 - C_p x^2) \times \\ \times (\phi - \alpha) - 2l^2 F_T (\text{sgn}(\dot{\phi} - \dot{\alpha})) = \\ = P_1(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x - P_2(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x; \\ J_2 \ddot{\alpha} - 2b \cdot l^2 (\dot{\phi} - \dot{\alpha}) - 2(C \cdot l^2 - C_p x^2) \times \\ \times (\phi - \alpha) - 2l^2 F_T (\text{sgn}(\dot{\phi} - \dot{\alpha})) = \\ = F(t) \cdot \Delta x - P_1(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x + P_2(\dot{\phi}, t) \cdot S_{\phi} x; \end{aligned}} \right\} \text{если } \dot{\phi} < 0 \\ \tau \dot{P}_1 + P_1 = P_a \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Решение дифференциальных уравнений (3) математической модели было выполнено с использованием пакета программ "Matlab" с расширением "Simulink".

Для исследования активной системы демпфирования угловых колебаний автомобилей разработан и построен экспериментальный комплекс (рисунок 3).

Для оценки адекватности полученных на математической модели и экспериментальном комплексе результатов данным полученным с реальной машины АЧХ продольно-угловых колебаний поддресоренной массы математической модели и экспериментального комплекса сравнивались с АЧХ [7] колебаний реального автомобиля (рисунок 4). Сравнение полученных графиков АЧХ продольно-угловых колебаний показало, что их суммарное расхождение не превышает 8,1 %.

Заключение

Таким образом, динамические характеристики созданного экспериментального комплекса и его математической модели (с расхождением в 8,1%) соответствуют реальному автомобилю. Это позволяет использовать их для более глубокого исследования активной системы демпфирования продольно-угловых колебаний транспортных средств, которая снижает их влияние на водителя, пассажиров и перевозимый груз, а также повышает тягово-динамические характеристики автомобиля.

Библиографический список

1. Стенд для исследования активной системы демпфирования продольно-угловых колебаний транспортных средств / В.Н. Сорокин, Н.В. Захаренков // Наука и технологии. Материалы XXXI Всероссийской конференции. - Миасс: МСНТ, 2011. - С. 113-115.

2. Математическая модель стэнда для исследования активной системы демпфирования угловых колебаний автомобилей / Н.В. Захаренков, В.Н. Со-

рокин // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2012, №1. С. 132-136.

3. Стенд для испытания элементов подвески автотранспортных средств: заявка 2011149215 Рос. Федерация / Захаренков Н.В., Сорокин В.Н.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Омский государственный технический университет"; заявл. 02.12.11; опубл. 20.01.12; приоритет 02.12.11.

4. Результаты исследования системы автоматического управления активным демпфированием по возмущению / Н.В. Захаренков // Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования - основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно - транспортного комплексов России: материалы Всероссийской научно-технической конференции (с международным участием) - Омск: СибАДИ, 2011. Кн. 2 - с. 306-309.

5. Математическая модель стенда для исследования активной системы демпфирования продольно-угловых колебаний многоосных автомобилей / Ю.А. Бурьян, В.Н. Сорокин, Н.В. Захаренков // Математика, ее приложения и математическое образование: Материалы IV международной конференции. - Улан-Удэ, 2011. Ч.1. С.135-139.

6. Аксенов П.В. Многоосные автомобили. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989.

7. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. Изд. 3-е, переработ. и доп. М., «Машиностроение», 1972.

INVESTIGATION OF VEHICLES PNEUMATIC ACTIVE DAMPING SYSTEM OF LONGITUDINAL-ANGULAR OSCILLATIONS

V. N. Sorokin, N. V. Zaharenkov

In this article described investigation of pneumatic active damping system of vehicle longitudinal-angular oscillations on the experimental complex. Investigated active elements of a suspension are executed in the form of pneumocylinders, with a relay automatic control system on signal from the gyroscope. Experiment results which show efficiency of the offered automatic control system are resulted. The analysis of results of physical modeling and comparison to the results of the numerical decision received on mathematical model is carried out.

Сорокин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, ОмГТУ. Основное направление научных исследований – активные системы демпфирования колебаний и вибрационные сейсмические источники, 77.

Захаренков Николай Владленович – аспирант, ОмГТУ, Основное направление научных исследований - активные системы демпфирования колебаний. Общее число публикаций – 9.

УДК 621.43.068.2

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА НА РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Д. В. Шабалин, Е. С. Терещенко

Аннотация. В статье кратко изложены результаты исследований по влиянию наддувочного воздуха и условий окружающей среды на рабочий процесс дизельного двигателя, приводятся сведения о зависимости теплового состояния деталей двигателя от параметров наддувочного воздуха.

Ключевые слова: наддувочный воздух, компрессор, расход топлива, газотурбинный наддув.

Увеличение мощности поршневых двигателей внутреннего сгорания без изменения их размеров (т. е. повышение удельных показателей) связано с необходимостью решения задачи сжигания в цилиндрах больших порций топлива за один рабочий цикл. Решение этой

задачи требует наличия в цилиндрах дизеля большего количества воздуха. Увеличение количества воздуха при неизменном рабочем объеме двигателя, может быть обеспечено только за счет повышения его плотности в результате предварительного сжатия. Этот

способ, известный под названием наддува, успешно применяется в современном двигателе.

Заметим, что сжатие атмосферного воздуха в компрессоре сопровождается не только повышением давления, но и ростом температуры наддувочного воздуха. Последнее существенно отражается на характере рабочего процесса в цилиндрах дизеля и на его надежности.

Анализ работ по исследованию влияния температуры наддувочного воздуха на пара-

метры дизелей с газотурбинным наддувом свидетельствует о том, что повышение этой температуры на каждые 10 °С уменьшают массу воздушного заряда на 3,0-3,5 % и рост удельного эффективного расхода топлива на 0,8-1,2 %. На рисунке 1. представлена зависимость параметров рабочего процесса дизеля 1 ЧВН 12/12,5 от температуры наддувочного воздуха при неизменном давлении наддува t_k [1].

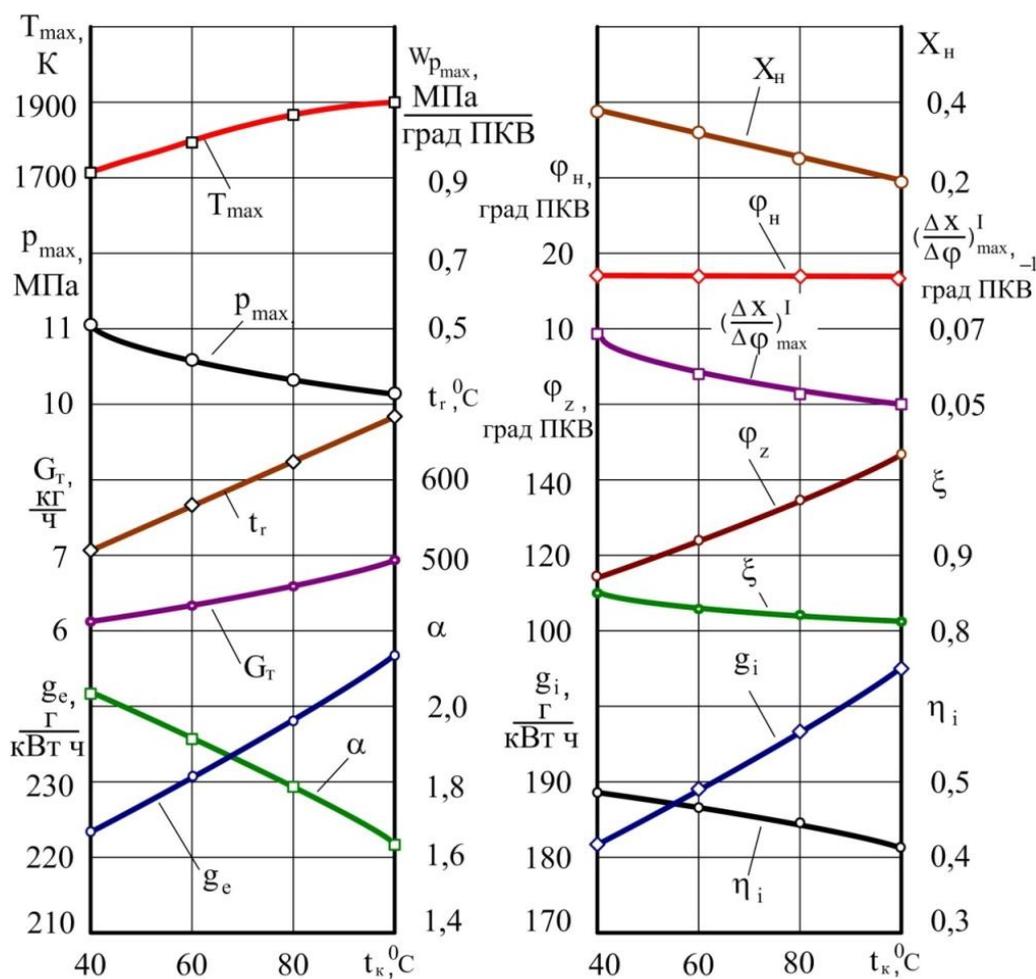


Рис. 1. Влияние температуры наддувочного воздуха на параметры рабочего процесса дизеля 1 ЧВН 12/12,5 ($p_k=0,18$ МПа=idem)

Из рисунка 1 отчетливо видно, что снижение t_k приводит к такому увеличению плотности воздуха, поступающего в цилиндр, что коэффициент избытка воздуха повышается с 1,64 до 2,03 (т. е. 23,8 %). Результатом этого является более полное и быстрое сгорание (коэффициент полезного тепловыделения увеличился на 4,1 %; скорость тепловыделения в

начальный период сгорания $(\frac{\Delta X}{\Delta \phi})_{max}^I$ воз-

росла тоже почти на 4 %; продолжительность сгорания по углу поворота коленчатого вала (ϕ_z) уменьшилась на 22,5 %, что привело к существенному снижению расхода топлива (на 13,

9 % - часового, на 10,3 % - удельного эффективного и на 12,6 % - удельного индикаторного).

На графике хорошо видно уменьшение максимальной температуры рабочего тела - T_{max} (практически на 10 %), что, естественно, ведет к соответствующему снижению температуры отработавших газов.

При охлаждении наддувочного воздуха, вследствие перераспределения теплового баланса удастся существенно снизить затраты мощности на привод вентилятора [2].

Однако увеличение плотности воздушного заряда приводит не только к благоприятным изменениям в протекании рабочего процесса и тепловом балансе двигателя. Отмечаемое при этом на индикаторных диаграммах [3] увеличение периода задержки воспламенения, приводит к увеличению количества топлива, выгорающего в начальный период сгорания (период «взрывного» сгорания) - $X_{\text{н}}$ (практически в два раза). В результате на 42,8 % возрастают максимальная скорость нарастания давления $W_{p_{max}}$, максимальное давление рабочего тела p_{max} (на 8,4 %), что существенно увеличивает ударные механические нагрузки на детали кривошипно-шатунного механизма.

Не менее заметно, чем на параметры рабочего процесса, температура наддувочного воздуха влияет на температуру основных деталей рисунка 2, дизеля 1 ЧВН 12/12,5 [1].

Как видно из рисунка, рост температуры наддувочного воздуха весьма существенно отражается на тепловом состоянии деталей двигателя. При этом наиболее заметно увеличивается температура межклапанной перемиčky $t_{\text{п}}$. Изменение температуры наддувочного воздуха от 60 до 100 °C вызвало ее повышение на 29,9 %. Несколько меньше (на 22,0 %) увеличилась средняя температура цилиндра $t_{\text{ц}}$ (в 27 мм от газового стыка), на 17,6 % повысилась температура в зоне верхнего поршневого кольца ($t_{\text{пк}}$) и на 9,6 % средняя температура поршня ($t_{\text{п}}$).

Кроме значений температуры основных деталей дизеля при различных температурах наддувочного воздуха на рисунке 2 приведено изменение критерий тепловой нагруженности K_T [3]:

$$K_T = C_m^{-5} \left(\frac{D_{\text{ц}}}{\eta_v \cdot p_k} \right)^{0,38} \left(p_e \cdot g_e \cdot \frac{T_k}{T_0} \right)^{0,88},$$

где C_m - средняя скорость поршня, м/с; $D_{\text{ц}}$ - диаметр цилиндра, м; η_v - коэффициент наполнения; p_e - среднее эффективное давление, МПа; T_0 - температура окружающей среды, К.

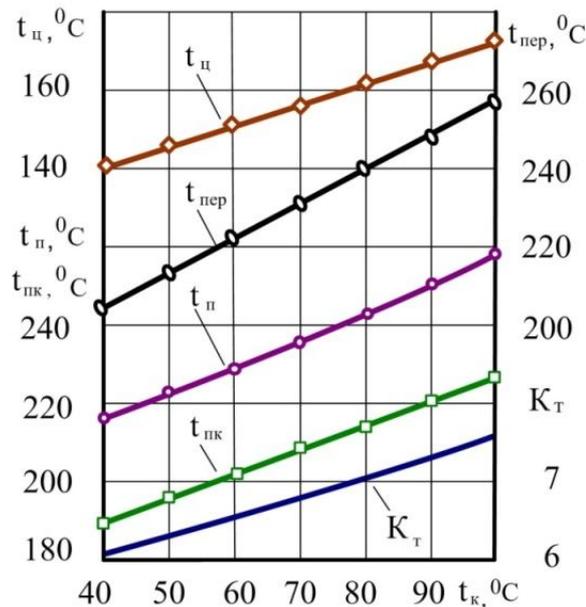


Рис. 2. Влияние температуры наддувочного воздуха на температуру основных деталей дизеля ($p_k=0,18 \text{ МПа}=\text{idem}$)

Как видно, K_T существенно (на 24,7 %) повышается при росте температуры наддувочного воздуха в пределах от 40 до 100 °C.

Учитывая сказанное выше, следует иметь в виду, что уровень температуры наддувочного воздуха связан не только с величиной развиваемого компрессором давления (т. е. со степенью повышения давления в компрессоре π_k), но и с температурой окружающего воздуха t_0 , рисунок 3. Из рисунка видно, что увеличение t_0 на 100 °C приводит к росту t_k более, чем на 150 °C со всеми вытекающими из этого рассмотренными ранее последствиями.

Приведенные выше материалы позволяют сделать заключение о том, что на работе двигателя отрицательно сказывается и высокая и низкая температура свежего заряда.

В первом случае снижается коэффициент избытка воздуха, увеличивается продолжительность сгорания, увеличивается температура отработавших газов (а, значит, потери энергии с выбрасываемыми в атмосферу отработавшими газами), что ведет к снижению коэффициента эффективного тепловыделения, соответственно увеличивается расход топлива и снижается индикаторный КПД. Растет максимальная температура цикла, а значит, и тепловая нагруженность основных деталей двигателя.

При относительно низкой температуре наддувочного воздуха увеличиваются максимальное давление в цилиндре и жесткость, повыша-

ются ударные механические нагрузки на детали кривошипно-шатунного механизма.

В реальных условиях эксплуатации режимы работы (частота вращения коленчатого вала, крутящий момент) комбинированных двигателей практически всегда непрерывно изменяются.

На рисунке 4 и 5 показаны графики изменения крутящего момента, частоты вращения коленчатого вала и ротора турбокомпрессора двигателей ЯМЗ 238Н и Д-130 с наддувом [6, 7] во время работы на различных режимах.

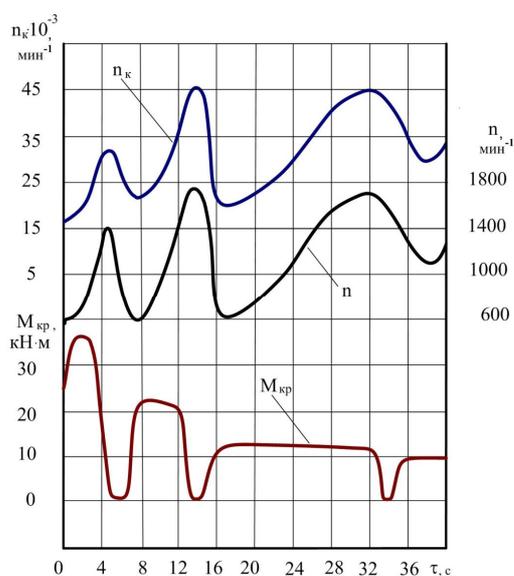


Рис. 4. Изменение крутящего момента, частоты вращения коленчатого вала и ротора турбокомпрессора компрессора дизеля ЯМЗ 238 Н при разгоне грузового автомобиля:

$M_{кр}$ - крутящий момент на полуосях автомобиля, n - частота вращения коленчатого вала двигателя; n_k - частота вращения ротора турбокомпрессора

Как видно, частота вращения ротора турбокомпрессора при этом существенно меняется во времени, что, в свою очередь, вызывает соответствующие изменения давления и температуры наддувочного воздуха, а значит и рассмотренные выше изменения параметров рабочего процесса двигателя, тепловой и механической нагруженности его основных деталей.

Поскольку температура свежего заряда то увеличивается до нежелательных значений, то снижается до уровня, также вызывающего негативные последствия, возникает необходимость принимать меры то к ее понижению, то к ее повышению.

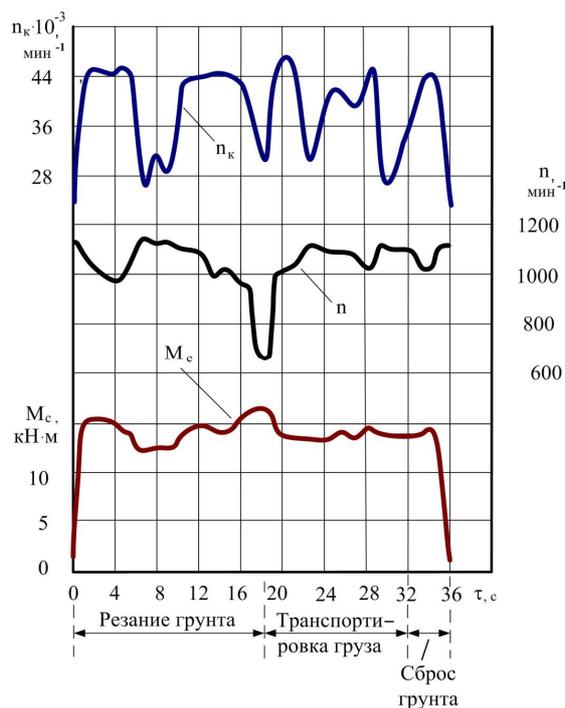


Рис.5. Изменение крутящего момента, частоты вращения коленчатого вала и ротора турбокомпрессора компрессора дизеля Д-130 за цикл работы бульдозера:

M_c - момент сопротивления, n - частота вращения коленчатого вала двигателя; n_k - частота вращения ротора турбокомпрессора

Библиографический список

1. Нефедов В.И. Улучшение параметров форсированных дизелей воздушного охлаждения изменением глубины охлаждения наддувочного воздуха: Диссертация канд. техн. наук / В.И. Нефедов.- Челябинск, 1998.- 168 с.
2. Чернышев Г.Д. Развитие методологии конструирования автомобильных дизелей: Автореферат диссертации д-ра техн. наук / Г.Д. Чернышев. – Москва, 1976. – 71 с.
3. Кудряш А.П. Надежность и рабочий процесс транспортного дизеля / А.П. Кудряш. – Киев: Наукова думка, 1981. – 135 с.
4. Особенности теплового баланса тракторного дизеля воздушного охлаждения / А.П. Кожевников и др. // Тр. ЧИМЭСХ – Челябинск, 1975. – Вып. 88. – С. 47-49.
5. Патрахальцев Н.Н. Форсирование двигателей внутреннего сгорания наддувом / Н.Н. Патрахальцев. – М.: Легион, 2004. – 197. С.
6. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей / под общ. ред. А.С. Орлина. Изд. 4-е. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
7. Костин А.К. Эксплуатационные режимы транспортных дизелей / А.К. Костин, Е.Б. Еркембаев. – Алма-Ата: Наука, 1988. – 192 с.

**TEMPERATURE INFLUENCE
PRESSURISATION AIR ON WORKING PROCESS
OF THE DIESEL ENGINE**

D.V. Shabalin, E.S. Tereshchenko

In article results of researches on influence pressurization air on working process of the diesel engine are short stated, data on dependence of a thermal condition of details of the engine from parametres pressurization air are resulted.

Шабалин Денис Викторович - адъюнкт «Двигатели автомобильной техники» Омского танко-

вого инженерного института имени Маршала Советского Союза П.К. Кошелева филиал Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия ВС РФ».

Терещенко Евгений Сергеевич - аспирант кафедры Двигателей. Омский танковый инженерный институт имени Маршала Советского Союза П.К. Кошелева филиал Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия ВС РФ», г. Омск. Основное направление научных исследований: автоматизация процессов и системы управления двигателей внутреннего сгорания. Общее количество публикаций составляет: 5.

УДК 514.185.2

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ФОРМУЛ БЕЙКЕРА

К. С. Яковенко, В. Н. Тарасов

Аннотация. Доказываются формулы, приведенные в своих работах Бейкером, для расчета размерностей условий и многообразий основных условий инцидентности по средствам символического представления геометрических условий.

Ключевые слова: начертательная геометрия, исчислительная геометрия, исчисления Шуберта, виртуальное условие инцидентности, общие виды инцидентности.

Введение

Теория исчислительной геометрии является неотъемлемой частью современной конструктивной геометрии. Наиболее важным трудом по исчислительной геометрии считается книга Г. Шуберта «Kalkül der abzählenden Geometrie» (Teubner, 1879г.). Труды Шуберта и его последователей в свою очередь были объединены и систематизированы Г. Ф. Бейкером в шестом томе его сборника трудов “Принципы геометрии” [2], который регулярно переиздается зарубежными издательствами, что свидетельствует об актуальности и востребованности его трудов и по сей день.

Многие проблемы исчисления, могут быть рассмотрены с помощью символического исчисления так тщательно продуманного Г. Шубертом. Важность и мощь введенного им аппарата исчисления заключается в том, что в запутанных случаях, применяя данный аппарат можно получить решение, в то время как обычные методы не в состоянии его дать. Это исчисление основано на идее представления условий, в котором геометрический примитив должен быть предметом, т.е. алгебраическим символом. Символические исчисления условий ин-

цидентности объектов, разработанные Г. Шубертом, нашли свое дальнейшего развитие и обобщение в работах Волкова В. Я. и его последователей.

Символьное представление геометрических условий

В рамках исследований проблем исчислительной геометрии многомерных пространств было введено символическое представление геометрических условий [1], которое эквивалентно Шубертовым условиям.

Для задания условий инцидентности и соответствующих им многообразий используется буква *e* и обобщенное условие инцидентности представляется как:

$$e_{a_m, a_{m-1}, \dots, a_1, a_0}^{m, m-1, \dots, 1, 0}, \tag{1}$$

где количество верхних и нижних индексов совпадает, а значения являются положительными натуральными числами. Индексы *m, m-1, ..., 0* определяет размерность линейного многообразия и всех его подмногообразий, а индексы *a_i* – размеры многообразий, в которых находятся линейные подмногообразия искомого многообразия.

Размерность основного условия инцидентности (1) определяется следующим образом [1]:

$$Q_{об} = \frac{(2 \cdot n - m) \cdot (m + 1)}{2} - \sum_{i=0}^k a_i, \quad (2)$$

а размерность линейного многообразия, задаваемого условием инцидентности (1), определяется по формуле [1]:

$$Q_m = \sum_{i=0}^k a_i - \frac{m \cdot (m + 1)}{2}, \quad (3)$$

Более подробно ознакомиться с данным формализованным геометрическим аппаратом, символикой условий и приведенными формулами и их доказательством можно в [1, 2] печатных изданиях.

Параметры трех основных условий инцидентности

Бейкер в своей работе приводит формулы расчета степени свободы (размерности) и количества условий, которые необходимо задать, что бы получить данное многообразие для трех основных видов инцидентности, которые являются основополагающими в исчислительной геометрии. Ссылаясь на то, что приведенные формулы легко выводимы методами алгебры, Бейкер не доказывает приводимые им формулы.

Далее используя новое символическое представление условий инцидентности выведем формулы размерностей условий и многообразий для основных условий инцидентности:

1. Поле объектов

Пространство K размерности k , находящееся в пространстве R , имеет степень свободы $(r-k)(k+1)$. Соответствующее данному условию виртуальное условие инцидентности имеет следующий вид $e_{r, r-1, \dots, r-k}^{k, k-1, \dots, 0}$. Данное условие инцидентности является нулевым условием, т.к. размерность условия, в соответствии с (2), равна:

$$Q_{об} = \frac{(2 \cdot r - k) \cdot (k + 1)}{2} - (r + r - 1 + \dots + r - k) = \frac{(2 \cdot r - k) \cdot (k + 1)}{2} - r \cdot (k + 1) + \frac{k \cdot (k + 1)}{2} = 0,$$

а размерность многообразия по (3) будет составлять:

$$Q_m = (r + r - 1 + \dots + r - k) - \frac{1}{2} k \cdot (k - 1) = r \cdot (k + 1) - \frac{k \cdot (k + 1)}{2} - \frac{k \cdot (k + 1)}{2} = (k + 1) \cdot (r - k).$$

2. Пересечение объектов

Пространство M , являющееся пересечением двух пространств H и K находящихся в пространстве R , имеет степень свободы $(k-m)(r-k) + (m+1)(h-m)$ и должно удовлетворять $(m+1)(m-h-k+r)$ условиям, а соответствующее виртуальное условие инцидентности будет иметь вид $e_{r, r-1, \dots, r-k+m+1, h, h-1, \dots, h-m}^{k, k-1, \dots, m+1, m, m-1, \dots, 0}$.

Размерность данного условия равна:

$$Q_{об} = \frac{(2 \cdot r - k) \cdot (k + 1)}{2} - (r + \dots + r - k + m + 1 + h + \dots + h - m) = \frac{(2 \cdot r - k) \cdot (k + 1)}{2} - r \cdot (k - m) + \frac{1}{2} \cdot (k - m) \cdot (k - m - 1) + \frac{1}{2} \cdot m \cdot (m + 1) - h \cdot (m + 1) = (m + 1) \cdot (r - h + m - k),$$

а размерность многообразия по (3) будет:

$$Q_m = (r + \dots + r - k + m + 1 + h + \dots + h - m) - \frac{1}{2} \cdot k \cdot (k + 1) = r \cdot (k - m) - \frac{1}{2} \cdot (k - m) \cdot (k - m - 1) - \frac{1}{2} \cdot m \cdot (m + 1) + h \cdot (m + 1) - \frac{1}{2} \cdot k \cdot (k + 1) = (k - m) \cdot (r - k) + (m + 1) \cdot (h - m).$$

3. Связка геометрических объектов

Пространство K , содержащее заданное пространство M и находящееся в пространстве R , должно иметь степень свободы $(r-k)(k-m)$. Соответствующее виртуальное условия для этого выражения будет задаваться виртуальным условием для многомерной связки, и иметь вид $e_{r, r-1, \dots, r-k+m+1, m, m-1, \dots, 0}^{k, k-1, \dots, m+1, m, m-1, \dots, 0}$, и размерность данного условия будет:

$$Q_{об} = \frac{(2 \cdot r - k) \cdot (k + 1)}{2} - (r + \dots + r - k + m + 1 + m + \dots + 0) = \frac{(2 \cdot r - k) \cdot (k + 1)}{2} - r \cdot (k - m) + \frac{1}{2} \cdot (k - m) \cdot (k - m - 1) - \frac{1}{2} \cdot m \cdot (m + 1) = k \cdot (r - m) + (r - k) - r \cdot (k - m) = (r - k) \cdot (m + 1).$$

Размерность многообразия в свою очередь будет:

$$Q_m = (r + \dots + r - k + m + 1 + m + \dots + 0) - \frac{1}{2} \cdot k \cdot (k+1) = r \cdot (k-m) - \frac{1}{2} \cdot (k-m) \cdot (k-m-1) + \frac{1}{2} \cdot m \cdot (m+1) - \frac{1}{2} \cdot k \cdot (k+1) = r \cdot (k-m) - k \cdot (k+m) = (r-k) \cdot (k-m).$$

Все полученные результаты можно легко проверить с помощью теории исчисления параметров и теории пересечения. Для более детального понимания полученных результатов приведем примеры простых Шубертовых условий, которым может удовлетворять многообразию 3 плоскостей пятимерного проективного пространства:

1. $e_{5,4,3,2}^{3,2,1,0}$ – синтетическая форма условия инцидентности означает отсутствие условия. Применяя полученные формулы получим, что $Q_{06}=0$, а $Q_m=(3+1)(5-3)=8$.

2. $e_{5,3,2,1}^{3,2,1,0}$ – синтетическая форма условия инцидентности означает пересечение данной 3-полоскости по плоскости. Параметры данного условия инцидентности будут $Q_{06}=(2+1)(5-3+2-3)=3$, а $Q_m=(3-2)(5-3)+(2+1)(3-2)=5$.

3. $e_{5,2,1,0}^{3,2,1,0}$ – синтетическая форма условия инцидентности означает, что 3-полоскость инцидентна данной плоскости. Применяя полученные формулы получим, что $Q_{06}=(5-3)(2+1)=6$, а $Q_m=(5-3)(3-2)=2$.

Полученные нами формулы полностью соответствуют формулам, приведенным Бейкером. Что подтверждает их правильность и дает нам возможность сделать следующее утверждение.

Утверждение

В общем случае каждый геометрический примитив, для которого можно задать условия его существования в теории, определяется значениями определённого количества параметров. А класс этих геометрических примитивов, того же описания, в общем случае можно задать определенным виртуальным условием инцидентности, которое зависит от значений Q_m параметров или агрегируется членами класса ∞Q_m в терминологии теории исчисления параметров.

Заключение

Полученные нами результаты дают нам полное право использовать новую символьную систему представлений геометрических условий инцидентности для исследования и синтеза различных многообразий.

Библиографический список

1. Волков В.Я. Многомерная исчислительная геометрия: монография [Текст] / В.Я. Волков, В.Ю. Юрков. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2008. – 244 с.
2. Волков В.Я. Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования: учебник [Текст] / В.Я. Волков, В.Ю. Юрков, К.Л. Панчук, Н.В. Кайгородцева. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – 253 с.
3. Юрков В.Ю. Инженерная геометрия и основы геометрического моделирования: Учебное пособие [Текст] / В.Ю. Юрков, В.Я. Волков, О. М. Куликова. – Омск: ОГИС, 2005. – 118 с.
4. Baker H. F. Principles of Geometry. In 6 volumes. Volume 6. Introduction to the Theory of Algebraic Surfaces and Higher Loci. / Henry Frederick Baker. – New York: Cambridge University Press, 2010 – 308 с.
5. Kleiman S. L. Schubert calculus. / Kleiman S. L., Laskov D. // The American Mathematical Monthly, Dec. 1972. – Vol. 79 – No. 10 – P. 1061–1082 с.

THE MODERN METHOD OF THE PROOF OF BAKER FORMULAS

K. S. Yakovenko, V. N. Tarasov

The formulas resulted in the Baker works, for calculation of dimensions of conditions and calculation of varieties of the basic incidence conditions are proved by symbolical representation of geometrical conditions.

Яковенко Кирилл Сергеевич – аспирант факультета компьютерных наук Омского государственного университета им Ф. М. Достоевского. Основное направление научных исследований – многомерная исчислительная геометрия. Общее количество публикаций – 6.

Тарасов Владимир Никитич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление исследований – технологическая механика. Общее количество публикаций – более 200.

РАЗДЕЛ IV

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 65.012.25

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ: ЭВОЛЮЦИЯ И РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ

В. В. Бирюков

Аннотация. Рассмотрены вопросы эволюции и развития подходов, связанных определением эффективности инвестиционных проектов развития транспортных систем.

Ключевые слова: транспорт, инвестиции, оценка эффективности, внутри-транспортный эффект, внетранспортный эффект.

Введение

В современных условиях возрастает значимость решения накопившихся проблем развития транспорта в стране; в связи с этим несомненно актуальной является получение достоверной оценки эффективности различного рода инвестиционных проектов и, следовательно, важным становится совершенствование ее методологических и методических основ. При этом необходимо адекватно отразить возникающие при реализации инвестиционных проектов в развитие транспортных систем сложные сочетания многообразных факторов, внутритранспортных и внетранспортных эффектов, коммерческих и народнохозяйственных результатов. Нерешенность данной проблемы – одна из важных причин, затрудняющих придание транспортному процессу должной инвестиционной привлекательности в условиях формирования инновационной экономики [2].

Теоретическое исследование

Для выработки адекватных реалиям подходов к определению эффективности проектов решения транспортных проблем следует принимать во внимание особенности формирования в экономической науке представлений о критериях эффективности инвестиций и целевых установках предпринимательской деятельности. В разное время за рубежом и в нашей стране разрабатывались различные подходы к оценке эффективности инвестиционных проектов. Истоки применяемых на практике соответствующих зарубежных методик связаны с исследованиями, выполненными на основе анализа сложных проблем функционирования фирмы в рыночной экономике, ее целевых

установок и критериев эффективности деятельности, который привел к возникновению различных представлений. При этом с развитием экономических концепций происходят принципиальные подвижки во взглядах разработчиков в плане постепенного освоения многообразия проблематики стратегии и тактики поведения фирмы в различных экономических ситуациях [3].

Радикальные изменения, произошедшие в теории и практике хозяйственной деятельности в рыночных условиях в первой половине XX в., способствовали тому, что возникшая на основе неоклассического подхода финансовая теория инвестиционного поведения фирмы предложила рассматривать в качестве главной цели максимизацию долгосрочной прибыли, а стратегический выбор связывать с максимизацией дохода на инвестируемый капитал на основе оптимизации направлений хозяйственной деятельности. Принципы данного подхода нашли свою реализацию в деятельности многих консультационных фирм, в частности Бостонской консультационной группы. В основе финансовой теории инвестирования лежит неоклассическая модель оптимального использования капитала, которая описывается в терминах максимизации настоящей стоимости фирмы или максимизации суммы дисконтированных прибылей фирмы. Дисконтирование обеспечивает соизмерение разновременных затрат и результатов, которые приводятся к единому моменту времени. Вначале дисконтирование использовалось финансовой теорией при оценках стоимости акций с учетом будущих доходов, а также эффективности капиталовложений с точки зрения интересов собствен-

ников капитала. В 1950-х годах дисконтирование стало применяться на практике в качестве инструмента при оценке эффективности инвестиционных проектов и их отборе.

Значимый вклад в разработку данного подхода внесли такие американские исследователи как Ю. Грант, Дж. Терборг и Д. Дин. В числе первых стали применять метод дисконтирования для сравнительной оценки своих долгосрочных инвестиционных программ такие крупные нефтяные компании, как «Атлантик Ричфилд», «Мобил корп», «Стандард оил К^о оф Индиана».

Одновременно с изменением взглядов о методах определения коммерческой эффективности инвестиционных проектов развивались представления о подходах к определению общественной оценки их экономической эффективности, несовпадении локальных и народохозяйственных выгод и затрат. Уже в начале XX в. в экономической науке получило признание положение о том, что в реальной экономике может возникнуть фиаско рыночного механизма из-за внешних эффектов. Эти эффекты связаны с влиянием действий рыночных субъектов на благосостояние людей, не являющихся в данной сделке ни продавцами, ни покупателями, и не отражаются в ценах реализуемых товаров и услуг. Классическим примером отрицательного внешнего эффекта служит загрязнение окружающей среде. Кроме внешних отрицательных эффектов возникают и положительные эффекты, когда выгоду получает не только потребитель данного блага, но и другие люди. Например, от мероприятий в сфере транспорта, здравоохранения, образования, культуры выигрывают не только непосредственные получатели этих благ, но и общество в целом, так как расширяются предпосылки для социально-экономического развития. Государство должно поощрять появление положительных эффектов, поддерживать и стимулировать соответствующие виды деятельности.

В современных условиях усложняются взаимосвязи экономики с социальной и экологической средой, возрастают трудности решения социально-экономических и эколого-экономических проблем. Исследование вопросов полной экономической эффективности производится в рамках теории экономики общественного сектора и связано с именами таких экономистов, как А. Бергсон, П. Бом, К. Боулдинг, Дж. Бьюкенен, Э. Мишэн, П. Самуэльсон, Дж. Ю. Стиглиц, Д. Уайткоум, К. Эрроу и др. Соизмерение затрат и результатов лежит в основе применяемого метода «затраты-выигрыш» (*cost-benefit analysis*). Внача-

ле их определяют в натуральной форме, затем производят денежную оценку с помощью математических или экспертных методов. Эти затраты и результаты дисконтируются и в итоге рассчитывается общая экономическая оценка проекта государственного мероприятия, приведенная к единому моменту времени. Критерием эффективности служит превышение приведенной оценки выигрышей над затратами.

Практическая ценность предложенного подхода способствовала тому, что он получил дальнейшее существенное развитие в методологии, воплощенной в ряде западных методик, в том числе разработанных в ЮНИДО и во Всемирном банке. При этом определялись «экономическая» (с точки зрения общества), и коммерческая (рыночная) эффективность. В свою очередь, в СССР были созданы методики оценки народохозяйственной и хозяйственной эффективности затрат капитальных вложений; на этой основе разрабатывались частные методики (отраслевые, относительно внедрения новой техники, и др.).

Результативность деятельности государства по поддержке развития транспортных систем во многом зависит от обоснованности инвестиционных решений, принимаемых при формировании бюджетных обязательств на очередной финансовый год. В своем обосновании таких решений государство отличается от частного инвестора. Если ключевые интересы последнего, в соответствии с которыми отбирается объект финансирования, - получение стабильного высокого дохода и защита капитала от инфляции, то госинвестирование нацелено в первую очередь на ускорение экономического развития страны, повышение технологической конкурентоспособности национальной экономики и на прогресс ее социальной сферы. При этом государство, коль скоро оно действительно намерено решать задачи структурной перестройки национальной экономики, создания материальной основы роста благосостояния и улучшения качества жизни граждан, обязано финансово обеспечивать преимущественно «долгокупаемые» и некоммерческие проекты, непривлекательные для частного капитала [5].

При разработке программ экономического и социального развития городов и регионов, выборе текущих и перспективных направлений развития отдельных видов транспорта в целом или отдельных предприятий возникает потребность обоснования эффективности капитальных вложений и других затрат в транспортные системы, а также оценки уровня использования

в них основных фондов. Оценку эффективности развития транспортных комплексов городов и регионов целесообразно осуществлять, опираясь на получившие признание общие подходы анализа эффективности хозяйственных процессов в рыночных условиях, и выработанные рекомендации учитывающие особенности транспортных систем и многообразие форм проявления результатов (эффектов) их совершенствования.

Сложность взаимосвязей транспортных комплексов с экономикой городов и регионов обуславливает многообразие видов общественных издержек и общественных выгод при реализации инвестиционных проектов. Важнейшими критериями эффективности работы транспортного комплекса выступают: экономия транспортных издержек и рациональное использование экономических ресурсов транспортно-технологической системы всей цепочки производства и реализации продукции и услуг, своевременное удовлетворение транспортных потребностей и оптимизация периода доставки грузов и пассажиров; удобства передвижения и низкий уровень транспортных рисков, экологичность перевозок и безопасность движения транспортных средств.

При определении экономической эффективности инвестиционных проектов, связанных с развитием транспортных комплексов городов и регионов, или вариантов проекта и выбора лучшего из них целесообразно использовать различные показатели, к которым относятся: а) чистый дисконтированный доход (NPV); б) индекс доходности (PI); в) внутренняя норма доходности (IRR); г) срок окупаемости (PP); д) другие показатели, отражающие специфику проекта или интересы его участников. При сравнении различных инвестиционных проектов и их вариантов применяемые показатели необходимо приводить к сопоставимому виду. При выборе наилучшего варианта инвестиционного проекта важно принимать во внимание несовпадение интересов его участников. В связи с этим экономическая целесообразность осуществления проекта определяется с использованием системы показателей, отражающих соотношение затрат и результатов применительно к интересам участников проекта. Различают следующие виды эффективности инвестиционного проекта: во-первых, коммерческая эффективность; во-вторых, бюджетная эффективность; в-третьих, экономическая эффективность, учитывающая затраты и результаты, связанные с реализацией проекта, выходящие за пределы прямых финансовых интересов участников инвестиционного проек-

та и допускающие стоимостное изменение. Для крупномасштабных (существенно затрагивающих интересы города, региона или всей России) проектов рекомендуется обязательно оценивать экономическую эффективность.

Экономическая эффективность реализации проекта характеризует его полезность с точки зрения социально-экономических интересов города, региона или федерации. Сравнение различных проектов и выбор лучшего из них производится на основе денежной оценки всех общественных выгод и общественных издержек реализации каждого проекта. Оценка экономической эффективности осуществляется на основе определения ее важнейших показателей: чистого дисконтированного дохода или интегрального эффекта; индекса доходности его внутренней нормы и сроки окупаемости. Могут быть использованы и другие показатели, характеризующие в обобщенном виде эффективности достижений целей инвестиционных программ (например, удельная величина дисконтированных затрат в расчете на единицу прироста провозных возможностей). При оценке эффективности инвестиций в транспортную систему в силу специфики данной системы особое значение приобретает определение экономической эффективности, учитывающей инфраструктурные, социальные и экологические последствия, а также затраты, связанные с внетранспортными мероприятиями и охраной окружающей среды.

Показатели народнохозяйственной экономической эффективности отражают эффективность проекта с точки зрения интересов всего народного хозяйства в целом для участвующих в осуществлении проекта регионов (субъектов федерации), отраслей, организаций и предприятий. Сравнение различных проектов (вариантов проекта), предусматривающих участие государства, выбор лучшего из них и обоснование размеров и форм государственной поддержки проекта производится по наибольшему значению показателя интегральной (народнохозяйственной) экономической эффективности, который может значительно отклоняться от коммерческой эффективности. Так, для ряда проектов дорожного строительства в странах ЕС коммерческая норма рентабельности находилась в диапазоне от 0,6% до 10,5% (в среднем 3,9%), в то время как экономическая была значительно выше – от 5% до 94,5% (в среднем 18,6%). В нашей стране внетранспортный эффект нередко может составлять 50-80% экономического эффекта [3,4].

Интегральный эффект развития транспортных систем имеет сложную структуру, которая

должна находить свое отражение в моделях денежных оценок потоков затрат и выгод с учетом фактора времени. Принимая во внимание наличие различных форм проявления интегрального эффекта ($\mathcal{E}_{инт}$), его величина может быть рассчитана как сумма внутритранспортного и внетранспортного эффектов следующим образом:

$$\mathcal{E}_{инт} = \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{уд} + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_э + \mathcal{E}_{ме},$$

где \mathcal{E}_m – внутритранспортный эффект, складывающийся в перевозочном процессе в результате улучшения работы транспортных организаций и индивидуальных владельцев транспорта;

$\mathcal{E}_{уд}$ – инфраструктурный эффект, связанный с ростом доходов и улучшением показателей хозяйственной деятельности предприятий и индивидуальных хозяйств территории, занятых вне сферы транспорта;

\mathcal{E}_c – экономический эффект, который возникает в социальной сфере территории и выражает экономическую оценку сопутствующего социального эффекта, вызванного улучшением состояния социальной сферы города и региона в связи с развитием транспортного комплекса;

$\mathcal{E}_э$ – экономический эффект, который вызван улучшением состояния экологической сферы территории и представляет собой экономическую оценку экологического эффекта, сопутствующего развитию транспортного комплекса;

$\mathcal{E}_{ме}$ – экономический эффект межрегиональных и внешнеэкономических взаимодействий и интеграции интересов территорий различных уровней, который характеризует экономическую оценку влияния развития транспортной системы территории на изменение состояния межрегиональных и внешнеэкономических хозяйственных связей и взаимодействий, а также – степени интеграции интересов территорий различных уровней.

Транспортные системы выступают составной частью экономики городов и регионов. Оптимизация решений транспортных проблем должна являться основой решения глобальной задачи - повышения эффективности функционирования всей территориальной организации хозяйственной жизни. Критерием оптимальности в этой задаче выступает минимизация не отдельных видов издержек на выпуск регионального продукта, а совокупных затрат на производство и транспортировку продукции до потребителя. В современных условиях экономический рост городов и регионов определяется уровнем интегрированности транспортно-технологической системы всей цепочки производства и реализации продукции; степенью

рационального использования материально-сырьевых, топливно-энергетических, трудовых и капитальных ресурсов в рамках всей данной цепочки. Включение транспортного комплекса в матричную модель экономики городов и регионов позволяет анализировать взаимодействие транспортно-технологических процессов на основе подхода «затраты-выпуск».

Проблемы дисконтирования и определения ставки дисконта остаются объектом острых дискуссий. Применение высоких ставок дисконта при выборе проектов свидетельствует о том, что большое значение придается текущим выгодам и затратам и меньшее значение приобретают будущие эффекты, расходы и ущербы; возникает так называемая «тирания и дискриминация будущего» при использовании стандартных подходов и дисконтирования. Важно учитывать, что рыночные ставки дисконта включают в себя рентные доходы частных инвесторов, они превышают социальные ставки дисконта, относительные выгоды, получаемые обществом на единицу инвестиций, меньше величины показателя отдачи капитала для частных инвесторов [1,3]. Социальная ставка дисконта меньше коммерческой ставки и зависит от полноты учета интегрального эффекта, ее значение может составлять 0,4-0,6. Социальная ставка дисконта определяется не нормой финансовой рентабельности, а нормой накопления национального капитала, обеспечивающей устойчивые темпы роста производительности труда, уровня жизни людей и равновесие в природной среде. В связи с этим представляется справедливым подход тех ученых, которые выступают против безоговорочного принятия за основу ставки дисконта для инвестиционных проектов производства общественных товаров и услуг доходность частных капиталовложений. Из этого исходит и экономическая политика многих развитых государств.

Для преодоления «дискриминации будущего» в проектах развития транспортных систем следует получить как можно более полные оценки инфраструктурных, социальных и экологических эффектов, которые существенно влияют на показатели затрат и выгод реализации проектов. Большую роль может играть тщательный учет будущих транспортно-планировочных, социальных и экологических рисков и неопределенности, что может снизить привлекательность проектов, недостаточно ориентированных на разрешение будущих проблем развития городов и регионов. Вместе с тем с учетом мирового опыта бюджетное финансирование проектов развития транспортных систем городов и территориальных образова-

ний целесообразно осуществлять на основе региональных ставок дисконта, разрабатываемых исходя из социально-экономических приоритетов и перспектив экономического развития территорий.

Инвестиционный анализ предполагает определение чувствительности проекта к неблагоприятным изменениям внешних факторов, таких как увеличение сроков строительства, рост цен на сырье, увеличение эксплуатационных издержек, недогрузка производственных мощностей и т.д. Проектные риски могут быть также связаны с отсутствием достаточно надежных гарантий по возврату привлекаемых инвестиционных средств, колебаниями спроса на рынке, ростом сметных затрат, удорожанием стоимости возможным появлением на рынке новых конкурентов или с обострением политической ситуации и т.д.

Анализ чувствительности предполагает: выбор основного ключевого показателя; выбор факторов, влияние которых желательно установить (объем транспортных услуг, динамика затрат и т.д.); расчет значений ключевого показателя для некоторого диапазона параметров модели. Степень чувствительности проекта к возможным изменениям может быть охарактеризована показателями предельного уровня транспортной работы, тарифов, минимальной ставки, необходимой для погашения кредита, и другими параметрами. Результаты расчета удобно представлять в относительных показателях. В ходе финансово-инвестиционного анализа «проигрываются» соответствующие сценарии реализации проекта и на них проверяются возможные воздействия отклонения от расчетных величин тех или иных показателей. При этом оценивается чувствительность проекта к изменению как одного фактора, так и нескольких факторов сразу.

Заключение

В процессе перехода российской экономики на инновационную модель хозяйствования особую актуальность приобретают вопросы экономических обоснований инвестиционных вложений в развитие транспортных систем. Подобного рода вопросы возникают как на уровне предприятий, строящих свою инвестиционную политику на принципах окупаемости и доходности, так и на уровне инвестиционных институтов (банков, инвестиционных фондов и др.), выделяющих финансовые средства на реализацию проектов, а также государственных органов, направляющих бюджетные средства на финансирование и поддержку различных программ развития транспортных систем городов и регионов.

Для осуществления комплексного подхода к оценке эффективности развития транспортных систем городов и регионов необходимо учитывать весь спектр социально-экономических последствий инвестиционных проектов для народного хозяйства, уделяя внимание сложной взаимосвязи экономической, социальной и экологической результативности. Особенно это касается скоростных видов транспорта, имеющих высокую эффективность и оказывающих значительное влияние на ускорение движения транспортных потоков и развитие региональных и городских систем. Принимая во внимание наличие различных подходов в этой области, актуальной проблемой является формирование комплексной методики оценки эффективности капитальных вложений в транспортные комплексы с учетом существующих разработок.

Библиографический список

1. Бирюков В. В. Время как фактор развития экономики в рыночных условиях. – СПб: Изд-во СПбГУФ, 2000.
2. Бирюков В. В. Инновации и формирование конкурентных преимуществ автотранспортного предприятия//Вестник СибАДИ. – 2011. – 4 (22).
3. Бирюков В. В., Эйхлер Л. В. Организационно-экономические аспекты развития транспортных систем и предприятий автомобильного транспорта в современных условиях. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2008.
4. Бушанский С. П. Оценка проектов дорожного строительства// Проблемы прогнозирования. – 2003. - №1.
5. О методологии оценки эффективности реальных инвестиций / П. Виленский, В. Лившиц, С. Смоляк, А. Шахназарова// Российский экономический журнал. – 2006. - №9 – 10.

ESTIMATION OF EFFICIENCY OF PROJECTS OF DEVELOPMENT OF TRANSPORT SYSTEMS: THE EVOLUTION AND DEVELOPMENT OF APPROACHES

V. V. Birukov

Considered the issues of the evolution and development approaches, corresponding definition of efficiency of investment projects of development of transport systems.

Бирюков Виталий Васильевич – д-р экон. наук, проф., проректор по экономике Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - социально-экономические проблемы перехода России на инновационный путь развития. Имеет 190 опубликованных работ.

УДК 65.012.25

НАЦИОНАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА: ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В. Ю. Кирничный

Аннотация. Рассмотрены сложившиеся тенденции, характеризующие изменения динамических и структурных параметров развития транспортной системы страны, показаны факторы, определяющие особенности ее модернизации в современных условиях.

Ключевые слова: транспортная система, виды транспорта, конкурентоспособность, инновации, модернизация.

Введение

В условиях модернизации российской экономики существенно повышается роль транспорта как важнейшего системообразующего элемента экономики, способного в результате взаимодействия с другими ее подсистемами значительно ускорять или замедлять развитие национального хозяйства в целом в зависимости от характера и темпов своей динамики относительно других компонентов системы. Транспортная инфраструктура наряду с природными ресурсами и географическим положением во многом определяют пространственно-технологические особенности развития российской экономики и ее конкурентных преимуществ.

Основная часть

Снижение транспортоемкости продукции отечественных производителей требует повышения конкурентоспособности транспортных услуг, формирования единого инфраструктурного пространства, основанного на рациональном взаимодействии разных видов транспорта, позволяющим обеспечить системный эффект перевозок. При этом в рыночных условиях конкуренция становится ключевым фактором, определяющим выбор между видами транспорта в различных сферах – по зонам дальности, видам перевозимых грузов, по стоимостным, качественным и социальным параметрам. Вместе с тем, как отмечают специалисты, в настоящее время сложился ряд комплексных проблем, сдерживающих развитие конкурентных преимуществ транспортной системы страны [5, 6].

Динамика показателей перевозок грузов и пассажиров свидетельствует о существенной неравномерности развития различных видов транспорта (табл. 1). Реализация в 1990-х годах радикально-либеральной модели рыночных реформ в России вызвала продолжи-

тельный и глубокий спад в экономике, сопровождавшийся сокращением валового внутреннего продукта (ВВП) примерно на 40%, промышленного производства – в 2 раза, инвестиций – в 4 раза, что обусловило значительное снижение перевозок грузов и пассажиров и грузооборота по всем видам транспорта.

При этом в структуре грузооборота за 1992-2000 гг. увеличилась доля трубопроводного транспорта с 43,7 до 52,7%, а доля железнодорожного транспорта уменьшилась с 40,0 до 37,7%, автомобильного – с 5,2 до 4,2%, водного – с 11,0 до 5,3%. В условиях экономического роста в прошедшем десятилетии произошло восстановление дореформенного уровня выпуска ВВП и промышленного производства, к предкризисному 2008 г. также был восстановлен объем грузооборота за счет, прежде всего, более быстрого увеличения грузооборота железнодорожного и трубопроводного транспорта, удельный вес которого в общем объеме за 2000-2010 гг. повысился на 4,8%, доля автомобильного транспорта не изменилась, а доля трубопроводного и водного транспорта снизилась, соответственно, на 2,6 и 2,0%.

Вместе с тем в прошедшем десятилетии общий уровень перевозок грузов не был восстановлен, сокращение грузоперевозок по всем видам транспорта было значительным, лишь на трубопроводном транспорте удалось превзойти уровень 1992 г. Динамика объемов перевозок грузов обуславливается тенденциями, складывающимися на основных видах транспорта – железнодорожном, трубопроводном и автомобильном. Автомобильный транспорт затронул и наибольшие изменения – перевозки грузов за 1992-2000 гг. сократились более чем в 2 раза, в дальнейшем происходило некоторое увеличение объема пе-

ревозок грузов, но мировой кризис в 2008-2010 гг. вызвал обратный процесс.

В перевозках пассажиров транспортом общего пользования наблюдается существенное снижение на всех видах транспорта, но неравномерность этого снижения обуславливают значительные структурные изменения (табл. 2). Ведущее место в структуре пассажирооборота занимают автобусный и желез-

нодорожный транспорт. При этом доля автобусного транспорта за 1995-2010 гг. сократилась с 34,1 до 29,1%, железнодорожного – с 39,8 до 28,7%, городского электрического – с 177,7 до 11,6%, но существенно возросла доля воздушного транспорта за счет роста пассажирооборота – с 13,0 до 30,4%.

Таблица 1 - Перевозки грузов по видам транспорта* (млн. тонн) [3]

	1992	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Транспорт- всего	15737	8814	7907	9167	9300	9450	9451	7469	7643
в том числе по видам:									
железнодорожный	1640	1028	1047	1273	1312	1345	1304	1109	1206
автомобильный	12750	6786	5878	6685	6753	6861	6893	5240	5235
трубопроводный	947	783	829	1048	1070	1062	1067	985	1062
морской	91	71	35	26	25	28	35	37	37
внутренний водный	308	145	117	134	139	153	151	97	102
воздушный	1,4	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	1,1

- перевозки грузов и грузооборот автомобильного, морского и внутреннего водного транспорта организаций всех видов экономической деятельности; по морскому и внутреннему водному транспорту за 1992 г. – транспорт общего пользования.

Таблица 2 - Перевозки пассажиров по видам транспорта общего пользования (млн. человек) [3]

	1992	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Транспорт- всего	47885	44944	44854	30128	26649	25314	24957	22673	22036
в том числе по видам:									
железнодорожный	2372	1833	1419	1339	1339	1282	1296	1137	948
автобусный ¹⁾	24874	22817	23001	16374	14734	14795	14718	13525	13434
таксомоторный	266	66	16	6	7	8	7	7	7
трамвайный	8071	7540	7421	4123	3267	2660	2537	2217	2079
троллейбусный	8619	8475	8759	4653	3775	2972	2733	2414	2197
метрополиитенный	3567	4150	4186	3574	3466	3528	3594	3307	3294
морской ¹⁾	9	3	1,1	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5
внутренний водный ¹⁾	44	27	28	21	20	21	20	17	16
воздушный	63	33	23	37	40	47	51	47	59

1) – по автобусному транспорту с 2000 г. – включая перевозки пассажиров и пассажирооборот, выполненный автобусами, привлеченными к работе на маршрутах общего пользования; по морскому и внутреннему водному транспорту – включая данные по организациям всех видов экономической деятельности.

Важной проблемой развития транспортного комплекса страны является высокая степень износа основных фондов и сформировавшаяся во многих его отраслях тенденция их старения. Износ основных производственных фондов по отдельным их группам достигает 50-70%. Подвижной состав автомобильного транспорта, несмотря на высокие темпы роста парка, состоит в значительной степени из устаревших транспортных средств с низкими экологическими и транспортно-эксплуатационными характеристиками; средний возраст парка автомобилей – около 12 лет.

Сложившиеся в настоящее время диспропорции в темпах и масштабах развития разных видов транспорта во многом обуславливаются техническим и технологическим отставанием транспортного комплекса страны по сравнению с ведущими странами, неразвитость транспортной инфраструктуры наиболее ярко проявляется в несоответствии уровня развития сети автомобильных дорог бурному росту автомобильного парка и спросу на автомобильные перевозки, в наличии многочисленных «узких мест» на стыках отдельных видов транспорта, территориальной несбалансированности развития транспортно-логистической системы.

Территориальная неравномерность размещения транспортной инфраструктуры обуславливает необходимость ее модернизации с учетом особенностей формирования в европейской и восточной части страны. В европейской части уже сложился опорный транспортный каркас, в контексте решения стратегических и геополитических задач потребуются дальнейшее совершенствование и достройка транспортной сети, расширение межконтинентальных транспортных коридоров и выхода экономики в мировое пространство. В восточной части страны опорную транспортную сеть требуется сформировать, решая стратегическую задачу – преодолеть сложившееся отставание транспортной системы и обеспечить опережающее ее развитие, на этой основе будут созданы условия для ускоренной модернизации экономики Сибири и Дальнего Востока, где сосредоточены почти треть мировых запасов природного газа, большая часть запасов нефти, руд цветных и редкоземельных металлов, леса, воды. В европейской части страны транспортная система развивалась и будет развиваться как паутинообразная с центром в Москве и сосредоточением магистралей в крупных городах. В восточной части страны логика развития транспорт-

ной сети основывается на пересечении широтных и меридианных магистралей, в ее узлах формируются крупные мультимодальные транспортно-логистические центры. Опорным каркасом этой сети является Транссиб, его достройка будет происходить путем создания широтных и меридианных железнодорожных магистралей. Вместе с тем из-за низкой плотности транспортной сети для многих магистралей остается низкой их загруженность [5]. Для преодоления критического уровня загруженности особую значимость имеет развитие автомобильного транспорта.

Бурный рост автомобилизации в стране является важнейшим фактором, определяющим динамику изменения транспортной инфраструктуры, особенно в крупных городах, городских агломерациях, и мегаполисах, где происходит концентрация населения и капитала. За 2000-2010 гг. протяженность автомобильных дорог общего пользования увеличилась с 584 тыс. км до 821 тыс. км или в 1,4 раза, в том числе с твердым покрытием – с 532 тыс. км до 661 тыс. км или в 1,24 раза. Вместе с тем темпы роста автопарка существенно опережают развитие сети дорог, критической становится загрузка улично-дорожной сети в городах, что ведет к значительным сопутствующим экономическим издержкам, связаны с дополнительными потерями времени на передвижение, топлива и т. д., обострению экологических проблем и росту аварийности на транспорте. Доля выбросов вредных веществ от автотранспорта достигает почти две трети в общем их объеме, в объеме выбросов автотранспорта на легковые автомобили приходится примерно 60%, грузовые – 27%, автобусы – 13%. Хотя в последние годы наблюдается снижение показателей аварийности, однако общий уровень аварийности остается крайне высоким. Число дорожно-транспортных происшествий на автомобильном транспорте общего пользования за 2000-2010 гг. увеличилось с 158 тыс. до 199 тыс. или в 1,3 раза, число раненых – с 179,4 тыс. до 250,6 тыс. или в 1,4 раза. Ущерб от негативных последствий транспортной деятельности достигает 8% ВВП [6]. Низкий уровень безопасности перевозок грузов и пассажиров и их экологичности негативно влияет на конкурентоспособность российских транспортных организаций.

Развитие инновационных процессов в транспортном комплексе предполагает формирование благоприятных условий для создания и диффузии передовых технологий, привлечения негосударственных ресурсов в

инновационную сферу, консолидацию ресурсов на приоритетных направлениях научно-технического и инновационного развития отрасли, согласование и координация усилий различных ведомств научных организаций, госкорпораций, транспортных, строительных и других компаний, регионов, предпринимаемых ими в рамках национальной научно-технологической политики, отраслевых стратегий и корпоративных программ развития и т. д. [1,2]. Модернизация транспортной системы предполагает решение приоритетных задач, обеспечивающих разработку и внедрение: технологий проектирования транспортных путей и искусственных сооружений под современные требования; инновационных технологий ведения строительных и ремонтных работ; технологии производства строительных и конструкционных материалов для сооружения объектов транспортной инфраструктуры; систем мониторинга состояния транспортных путей и транспортных средств; технологий информационных систем управления, движения транспорта.

Выбор стратегических направлений развития транспортной системы страны на основе использования новых технологий относится к группе сложных задач, в которых параметры технологий известны только приблизительно и возможны разные гипотезы уровня цен на продукцию и конкурирующие виды потребляемых ресурсов. Важно учитывать, что в последние десятилетия методы оценки экономической эффективности инвестиционных проектов были существенно расширены применительно к обоснованию эффективности новых технологий и, соответственно, были уточнены используемые процедуры [4,7,8,9]. Исходя из этого оценка эффективности применения новых технологий в дорожно-транспортном комплексе предполагает следующее. Во-первых, в условиях существенной динамичности факторных цен (цен на энергоресурсы, рабочую силу и др.) целесообразно определять затраты и эффекты в рамках всего жизненного цикла технологий, т. е. всего срока ее службы. Данный подход получил название Life-Cycle Analysis, особенно он широко применяется в зарубежной практике для оценки новых энергетических установок. Во-вторых, существенное значение имеет сравнение отдельных аспектов внедрения технологий на всех этапах от добычи ресурсов до конечного использования с помощью интегральных показателей, что позволяет установить наиболее важные элементы технологической цепочки. В-третьих, круг рассматри-

ваемых факторов может быть расширен за счет учета сопутствующих затрат на стадии производства оборудования для сравниваемых технологий. В-четвертых, рыночные механизмы не учитывают ущербы, возникающие при выбросах загрязнителей в окружающую среду. В связи с этим необходим выбор рациональных технологий на основе учета состава и объемов загрязнителей.

Технологическая модернизация автомобильного транспорта в связи с его массовостью и многообразием условий эксплуатации в стратегической перспективе будет определяться трендами формирования цен на энергоресурсы, удорожанием жидкого моторного топлива и возрастанием требований к экологической чистоте энергоносителей. Альтернативными вариантами снабжения автотранспорта энергией будут являться, во-первых, переход к новому способу получения моторных топлив в результате использования синтетических моторных топлив из природного газа или угля, что не потребует внесения крупных изменений в устройство автомобиля и его двигателя; во-вторых, замена вида энергоносителя и типа двигателя автомобиля на основе применения электроэнергии, которая производится централизованно в энергосистеме и хранится в аккумуляторе автомобиля либо вырабатывается в топливном элементе автомобиля, работающем на водороде.

Однако пока преждевременно делать окончательный вывод о предпочтительности водорода или электроэнергии в легковом автотранспорте. Конкурентоспособность новых технологий в сравнении с традиционным бензиновым автомобилем очевидна, но пока нет ясности, какая из них первой сможет занять заметную нишу в автопарке будущего. Обе технологии находятся в стадии освоения, и многое зависит от технологического прогресса в разработке топливных элементов для водородных автомобилей или накопителей электроэнергии для электромобилей. Та из них, которая первой будет коммерчески эффективной, станет основой развития автомобильного транспорта в перспективе до середины XXI в. [4]. Альтернативные моторные топлива начинают уверенно пробивать себе дорогу на рынке жидких нефтепродуктов из сырой нефти. По оценкам PriceWaterHouseCoopers LLC, к 2017 г. глобальное производство гибридных и электромобилей может составить около 9 млн., т. е. около 9% мирового выпуска легковых автомобилей. Производство водородных автомобилей к 2020 г. оценивается примерно в 400 тыс. в год. Все это означает, что рынок

моторных топлив начинает изменяться в сторону альтернативных топлив. Россия должна готовиться к этим изменениям, чтобы они не оказались слишком «неожиданными» в связи с неподготовленностью соответствующей инфраструктуры.

Перестройка мирового хозяйства, появление новых мировых центров экономического развития в Азии и других регионах будет выступать ключевым фактором, оказывающим влияние на социально-экономические процессы в России и ее транспортный комплекс в стратегической перспективе. Уже в настоящее время происходит резкое возрастание интенсивности евроазиатских транспортных связей, вызванных усилением позиций Китая в мировой торговле. Для России с учетом рыночного спроса необходимо встроиться в этот процесс, развивая и используя свой транзитный потенциал на основе создания опорной сети международных транспортно-логистических центров, особенно в регионах Сибири и Дальнего Востока, что может стать важным импульсом для экономического роста.

Заключение

Сложный характер факторов, сдерживающих развитие транспортного комплекса, и ограниченность ресурсов делают невозможным результативное его развитие без создания эффективного механизма взаимодействия между представителями различных этапов процесса разработки и применения инноваций, организаций различных смежных отраслей, органов государственной власти и других заинтересованных сторон. Важным является выявление актуальных проблем, установка целевых ориентиров развития и мониторинг их достижения, интеграция исследовательских коллективов и транспортных, строительных и иных предприятий для удовлетворения потребностей потребителя.

Библиографический список

1. Бирюков В. В. Инновации и формирование конкурентных преимуществ автотранспортного предприятия // Вестник СибАДИ. – 2011. - №4 (22).
2. Кирничный В. Ю. Приоритеты и механизмы модернизации автомобильно-дорожного комплекса // Вестник СибАДИ. – 2011. - №4 (22).
3. Россия в цифрах. 2011. – М.: Росстат, 2011.
4. Синяк Ю. В., Колпаков А. Ю. Экономические оценки использования в автотранспорте альтернативных топлив на базе природного газа // Проблемы прогнозирования. – 2012. - №2.
5. Суслов В. И., Коржубаев В. И., Малов В. Ю. Транспорт Сибири: проблемы и перспективы // Регион: экономика и социология. – 2004. - №4.
6. Филина В. Н. Проблемы конкурентоспособности национальной транспортной системы // Проблемы прогнозирования. – 2008. - №3.
7. Environmental Protection Agency. Office of Research and Development. Life Cycle Engineering Guide EPA/ 600/R-01-101,2001.
8. Jensen A.A., et al. Life Cycle Assessment (LCA): A guide to approaches, experiences and information so Report to the European Agency. Copenhagen. Denmark.1997.
9. Sonnemann G., et. Al. Integrated Life-Cycle and Risk Assessment for Industrial Processes. CRC Press. 2003.

NATIONAL TRANSPORTATION SYSTEM: DEVELOPMENT TRENDS AND FACTORS IN MODERN CONDITIONS

V. Yu. Kirnichny

The developed tendencies characterizing changes of dynamic and structural parameters of development of transport system of the country are considered, the factors defining features of its modernization in modern conditions are shown.

Кирничный Владимир Юрьевич – доктор экон. наук, профессор СибАДИ. Основное направление научных исследований – модернизация Российской экономики, организационно-экономические механизмы развития строительства и транспорта.

УДК 658.114.5

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ХОЛДИНГОВ

О. В. Нарезнева, Н. Ю. Рябова

Аннотация. В статье представлена оригинальная характеристика особенностей функционирования холдингов с позиций институциональной теории.

Ключевые слова: холдинги, институциональная структура, формальные правила, неформальные ограничения, обеспечивающие механизмы.

Введение

Роль холдинговых структур в российской экономике в постперестроечный период постоянно усиливается, неуклонно растёт их число и многообразие, увеличивается вклад в развитие валового продукта страны. Возрастающая потребность в четкой идентификации таких значимых субъектов экономики проявляется в активной, непрекращающейся полемике по вопросам их статуса, процессов создания и функционирования, построения исчерпывающей классификации. При этом на текущий момент специализированные правовые документы, регулирующие деятельность холдингов, отсутствуют, структурам холдингового типа в российском законодательстве уделено мало внимания, нет чёткого позиционирования их роли в институциональной структуре российской экономики. Необходимо отметить, что, несмотря на значимый вклад холдингов в экономику страны, системной проработки вопросов их институциональной структуры до настоящего времени не производилось.

Элементы институциональной структуры холдингов

В российской практике холдингами называют любые конгломератные объединения коммерческих структур, в которых отношения между головной компанией и дочерними подразделениями определяются правом собственности или мерой участия в уставном капитале, а также формами договорных отношений, определяемых действующим законодательством.

Анализ содержательных трактовок термина «холдинг» в научной литературе, с учётом развития в российской экономике корпоративных отношений [1 - 6], позволяет выделить «узкое» и «широкое» понимание данного понятия. Холдинг в узком смысле слова – это холдинговая компания, организация, аккумулирующая контрольные и не контрольные пакеты акций (для акционерных обществ) или доли

(для прочих не акционированных фирм, товариществ, обществ) и занимающаяся контролем и управлением. Холдинг в широком смысле слова – это совокупность взаимосвязанных предприятий, включающих материнскую (головную) компанию и дочерние (зависимые) компании, объединённых связями финансового характера.

Для формирования исчерпывающего представления о холдингах как субъектах экономики, необходимо чёткое понимание роли и места холдингов в общей институциональной структуре государства.

В основе Институционального подхода лежит определение «институтов» как конструкций, созданных человеческим сознанием, как «правил игры» в обществе, созданных человеком, как ограничительных рамок, которые организуют взаимоотношения между людьми.

Исходя из основных постулатов данной теории для выделения институциональных особенностей холдинговых структур нам видится необходимым определить и охарактеризовать институциональную структуру, присутствующую любым социальным и бизнес-явлениям, которая включает в себя следующие существенные элементы:

- формальные правила (конституции, законы, права собственности);
- неформальные ограничения (санкции, табу, обычаи, традиции и нормы поведения);
- механизмы, обеспечивающие выполнение правил.

В рамках данного исследования для разграничения формальных и неформальных правил считаем целесообразным придерживаться подхода представителей «нового институционализма»: формальные правила записаны в официальном источнике, за их выполнением следит специально выделенная группа людей. Наличие принуждения со стороны государства (власти) – это характерная черта формальных правил. Неформальные

правила не закрепляются ни в одном официальном источнике, их исполнение гарантируется не угрозой законодательных санкций, а моральными устоями общества, за их исполнением следят все члены общества.

Формальные правила существования как общества в целом, так и бизнес-явлений, и холдингов в частности, включают: политические правила; экономические правила; контракты.

Политические правила определяют в самом общем виде иерархическую структуру общества, процедуры принятия политических решений и устанавливают способы осуществления контроля за политическими процедурами. Экономические правила определяют права собственности, ограничивают доступ других лиц к ресурсам, находящимся в исключительной собственности и определяют способы использования собственности и получения доходов от нее. Контракты содержат конкретные договоренности об обмене.

Политические институты являются общими для всех субъектов правоотношений, функционирующих на территории государства (конституция РФ и другие основные нормативные акты, определяющие государственное устройство), поэтому при характеристике холдингов для нас особого интереса не представляют.

Выделение экономических формальных институтов, регулирующих деятельность холдинговых структур, наоборот, заслуживает особого внимания.

В Гражданском кодексе РФ, Налоговом кодексе РФ и других основополагающих законодательных и нормативных актах первого уровня регулирования холдинги обособленно не упоминаются. Таким образом, «*de iure*» холдинг не является юридическим лицом и субъектом гражданско-правовых отношений в смысле требований п.1 ст. 48 Гражданского кодекса РФ.

Специализированных законодательных актов и нормативных документов второго и третьего уровня регулирования, определяющих статус холдинга тоже нет. В 1992 году было разработано «Временное положение о холдинговых компаниях, создаваемых при преобразовании государственных предприятий в акционерные общества», однако статус документа в настоящий момент не ясен. Неоднократно делались попытки принять Федеральный закон «О холдингах». Но в связи с отклонением его Советом Федерации Государственная Дума приняла решение о нецелесообразности дальнейшего рассмотрения указанного Федерального закона и сняла его с рассмотре-

ния. Таким образом, в настоящее время для экономического регулирования деятельности холдингов применяются общие корпоративные институты, хотя это вызывает массу сложностей.

В качестве основных норм, регулирующих деятельность холдингов как корпоративных образований, можно выделить следующие:

– статья 105 ГК РФ определяет критерии «материнства-дочерности» хозяйственных обществ;

– статья 48 ФЗ РФ «Об акционерных обществах», до 2006 года относившая к компетенции общего собрания акционеров и такой вопрос, как «участие в холдинговых компаниях, финансово-промышленных группах, иных объединениях коммерческих организаций», с введением ФЗ от 27 июля 2006 года № 146-ФЗ обрела следующую редакцию: «...принятие решения об участии в финансово-промышленных группах, ассоциациях и иных объединениях коммерческих организаций»;

– статья 9 Федерального закона «О защите конкуренции» определяет признаки «группы лиц»;

– статья 40 НК РФ определяет понятие «взаимозависимые лица»;

– статья 45 (п. 2, пп.2) НК РФ определяет право при определенных условиях налоговым органам предъявлять иски о взыскании налоговой задолженности (а также пени и штрафа) с основного общества на дочернее или наоборот;

– статья 277 НК РФ устанавливает особенности определения налоговой базы по доходам, получаемым при передаче имущества в уставный (складочный) капитал (фонд, имущество фонда);

– статья 251 (п. 1, пп. 11) НК РФ признаёт необлагаемым доходом безвозмездные поступления в виде имущества, полученного одной организацией от другой, если уставный капитал получающей стороны более чем на 50% состоит из вклада передающей организации, и от организации, если уставный капитал передающей стороны более чем на 50% состоит из вклада получающей организации (при этом полученное имущество не признаётся доходом для целей налогообложения только в том случае, если в течение 1 года со дня его получения указанное имущество (за исключением денежных средств) не передаётся третьим лицам).

Таким образом, специализированные формальные экономические институты, регулирующие деятельность холдингов в нашей стране на текущий момент недостаточно раз-

виты, что подтверждается обширной арбитражной практикой урегулирования спорных вопросов.

Следующим институтом, регулирующим деятельность холдинговых структур, является система контрактов. При её описании целесообразно разделить контракты на две группы:

– контракты, регулирующие взаимоотношения между членами холдинга (в первую очередь, между материнской компанией и другими членами бизнес-группы);

– контракты, регулирующие хозяйственную деятельность всех участников холдинга.

С институциональной точки зрения особый интерес представляют именно контракты первой группы. Действующее законодательство позволяет использовать для управления в холдинге следующие модели:

1) закрепление в уставе дочерних компаний права головного (основного, материнского) общества давать им обязательные для исполнения указания;

2) заключение между головным (материнским) и дочерним обществом договора, в котором прямо устанавливается аналогичное право;

3) передача управляющей организации (головной компании) полномочий единоличных исполнительных органов тех компаний, которые входят в холдинг;

4) оказание головной компанией услуг по управлению деятельностью общества иным участникам холдинга;

5) передача отдельных активов обществ холдинга (в том числе ценных бумаг) в доверительное управление его головной компании [7].

Правовое основание и виды используемых для каждой модели контрактов приведены в таблице 1.

Контракты второй группы, определяющие институциональные основы текущей хозяйственной деятельности членов холдинга, целесообразно типировать в соответствии с подходом, предложенным Я. А. Клесовой [8]. Сущность каждого вида контрактов применительно к холдингам, раскрываемую через предмет и объект контрактного права, авторами данного исследования приведена в таблице 2.

Однако необходимо отметить, что текущие правила (институты) холдинга не в полной мере описываются системой контрактов. Немаловажную роль в организации внутреннего институционального устройства холдинга будут играть существующие полномочно-

управленческие отношения, которые формализуются в сложившейся и утверждённой организационно-управленческой структуре холдинга.

В научной литературе наблюдается постоянная актуализация вопросов возникновения и развития организационно-управленческих структур. При этом для холдингов специалисты признают предпочтительными комбинированные (линейно-функциональная, дивизиональная, функционально-дивизиональная, дивизионально-функциональная) или сложные (холдинговые) структуры [9; 10].

В рамках данного исследования с точки зрения институциональных особенностей принципиально важно наличие во внутреннем поле экономического агента зафиксированных координационных зависимостей, которые как раз и проявляются в утверждённой организационно-управленческой структуре, независимо от её типа. При этом регулирование управленческих взаимоотношений в разных видах холдингов может находить самые разнообразные формы проявления, далеко не всегда формальные.

После определения формальных институциональных особенностей холдингов перейдем к характеристике совокупности неформальных институтов, регулирующих их деятельность. Сложность этого процесса усугубляется, во-первых, многообразием возможных видов неформальных институтов, во-вторых, субъективными особенностями функционирования каждого конкретного холдинга. В рамках данной статьи нами сделана попытка выделения возможных неформальных институтов корпорации (в том числе, холдинга). Причём эта попытка, в контексте вышеназванных причин, не будет претендовать на исчерпывающее изучение данного вопроса, которое могло бы быть результатом отдельного научного труда.

На основе исследования основ институциональной и неинституциональной теории и публикаций специалистов по вопросам функционирования фирм (организаций, корпораций) [11-16], нам видится логичным объединение всех неформальных институтов в единую категорию, которая в широкой научной литературе получила название «организационная (корпоративная) культура». Наша убежденность в возможности применения данной дефиниции для характеристики неформальных институтов основывается на тождественном понимании содержания этих категорий.

Таблица 1 - Правовое основание и виды контрактов при разных моделях управления в холдингах

№ модели	Правовое обоснование	Виды контрактов
1	ст. 105 ГК РФ и ст. 6 Федерального Закона "Об акционерных обществах" признают хозяйственное общество дочерним, если другое, основное, хозяйственное общество или товарищество в силу преобладающего участия в его уставном капитале, либо в соответствии с заключенным между ними договором, либо на иных основаниях имеет возможность определять решения, принимаемые дочерним обществом	устав управляемого общества, либо договор между ним и головным обществом
2	ст. 105 ГК РФ и ст. 6 Федерального Закона "Об акционерных обществах" признают хозяйственное общество дочерним, если другое, основное, хозяйственное общество или товарищество в силу преобладающего участия в его уставном капитале, либо в соответствии с заключенным между ними договором, либо на иных основаниях имеет возможность определять решения, принимаемые дочерним обществом	договоры залога, ипотеки, займа, доверительного управления имуществом, договор о передаче полномочий исполнительного органа общества управляющей организации
3	ст. 103 ГК РФ, ст. 69 и 71 Федерального Закона "Об акционерных обществах" от 26.12.1995 № 208-ФЗ, с учетом которых решение о передаче полномочий принимается общим собранием акционеров только по предложению совета директоров (наблюдательного совета)	договор передачи полномочий
4	глава 39 ГК РФ, регламентирующая возмездное оказание услуг.	договор на возмездное оказание услуг управления
5	гл. 53 ГК РФ предусматривает управление отдельным имуществом (ст. 1012 ГК РФ) юридического лица в интересах доверителя и совершение с ним лишь тех юридических и фактических действий, которые предусмотрены соответствующим договором	договор доверительного управления имуществом

Таблица 2 – Типология контрактов, определяющих сущность холдинга

Типы контрактов	Предмет контракта	Примеры контрактов
Глобальные контракты	Закрепление основополагающих принципов функционирования системы контрактов	Устав, учредительный договор
Ключевые контракты	Закрепление прав собственности на ресурсы, использование которых опосредуется системой контрактов	Договоры о предоставлении ресурсов; договоры о привлечении ресурсов
Сопряжённые контракты	Закрепление прав и обязанностей при совершении сделок, которые дополняют сделки, оформляемые ключевыми контрактами.	Договоры, сопровождающие привлечение и размещение ресурсов; договоры о предоставлении прочих услуг
Обеспечительные контракты	Закрепление прав и обязанностей в процессе использования вспомогательных материальных, трудовых, информационных и иных ресурсов, обеспечивающих функционирование системы контрактов.	Трудовые договоры, хозяйственные договоры (о приобретении товаров, услуг)

Так, неформальные институты ранее были определены как правила системы, не закреплённые ни в одном официальном источнике.

Понятие организационной культуры берёт начало в теории управления, психологии, социологии, организационном поведении. Единой трактовки термина пока не выработано; на наш взгляд, наиболее полно этот вопрос рас-

крывает Мясоедова Т. Г. [16]. Она определяет организационную культуру как агрегированное понятие, как совокупность базовых ценностей (представлений), которые понимаются и разделяются большинством сотрудников и которые определяют неповторимость и индивидуальность данной организации на уровне как внешних, так и внутренних проявлений. В соот-

ветствии с этим выделяется набор основополагающих ценностей (элементов), формирующих организационную культуру: миссия, стратегия, цели; стиль руководства и лидерства; культура труда; символика; организационная этика; культура качества.

В вопросе выделения существенных неформальных институтов (правил) холдингов будем исходить из выдвинутого выше суждения о тождественности категорий «организационная (корпоративная) культура» и «неформальные институты». В этой связи нам представляется возможным под неформальными правилами институциональной структуры холдингов понимать основные элементы корпоративной культуры, выделенные Т. Г. Мясоедовой.

Завершающим этапом описания институциональной структуры холдингов будет выделение механизмов, обеспечивающих выполнение описанных выше формальных и неформальных правил.

На наш взгляд, наиболее чётко эти механизмы прослеживаются во взаимодействии элементов системы общественного контроля (таблица 3), сформированной на основе классификации, предложенной Робертом Элликсоном [17].

При этом в холдинговых структурах, учитывая многообразие их видов, сложность их институциональной структуры и внутрикорпоративных связей, будет действовать вся совокупность правил, применяться все элементы системы контроля, иметь место все формы наказаний, способствующие принуждению к выполнению формальных и неформальных правил (институтов).

Таким образом, институциональная структура холдинга должна пониматься как органичная и неразрывная совокупность основных частей и элементов, представленная на рисунке 1.

Таблица 3 – Система общественного контроля

Стороны контроля соблюдения правил	Правила	Наказание	Система контроля
Первая сторона – индивид	Личная этика	Угрызания совести, чувство вины	Внутренний контроль
Вторая сторона – корпорация	Контракты	Наказание осуществляет пострадавшая сторона	В рамках контракта контроль осуществляет та сторона, которой даётся обещание
Третья сторона – сообщество людей	Нормы, действующие в данном сообществе	Наказание, осуществляемое членами сообщества	Неформальный контроль
– организация	Правила, действующие в организации	Принуждение со стороны организации	Контроль со стороны организации
– государство	Законы	Принуждение со стороны государства	Правовая система

Заключение

Наиболее распространенный и исследованный в науке аспект институциональных особенностей холдингов, понимаемых как специфика их организационно-управленческого устройства, представляется нам довольно узким и не отвечающим требованиям комплексного и системного подхода, применяемого при изучении сложных экономических систем, которыми являются холдинговые корпоративные структуры.

Взяв за основу институциональный подход при изучении структуры холдингов, в работе были рассмотрены три ключевых элемента этой структуры. По результатам исследования можно констатировать, что формальные правила существования холдинга представляют совокупность политических, экономических правил, контрактов и организационно-управленческой структуры. Кроме формальных правил в структуре холдингов выделены элементы неформальных правил и очерчен меха-

низм, обеспечивающий выполнение всех правил через систему общественного контроля.

Таким образом, в статье дано обширное описание институциональных особенностей функционирования холдингов, исходя из прин-

ципа единства всех частей и элементов, определяющих формальные и неформальные правила, а также механизм, обеспечивающий ответственность этих институтов.

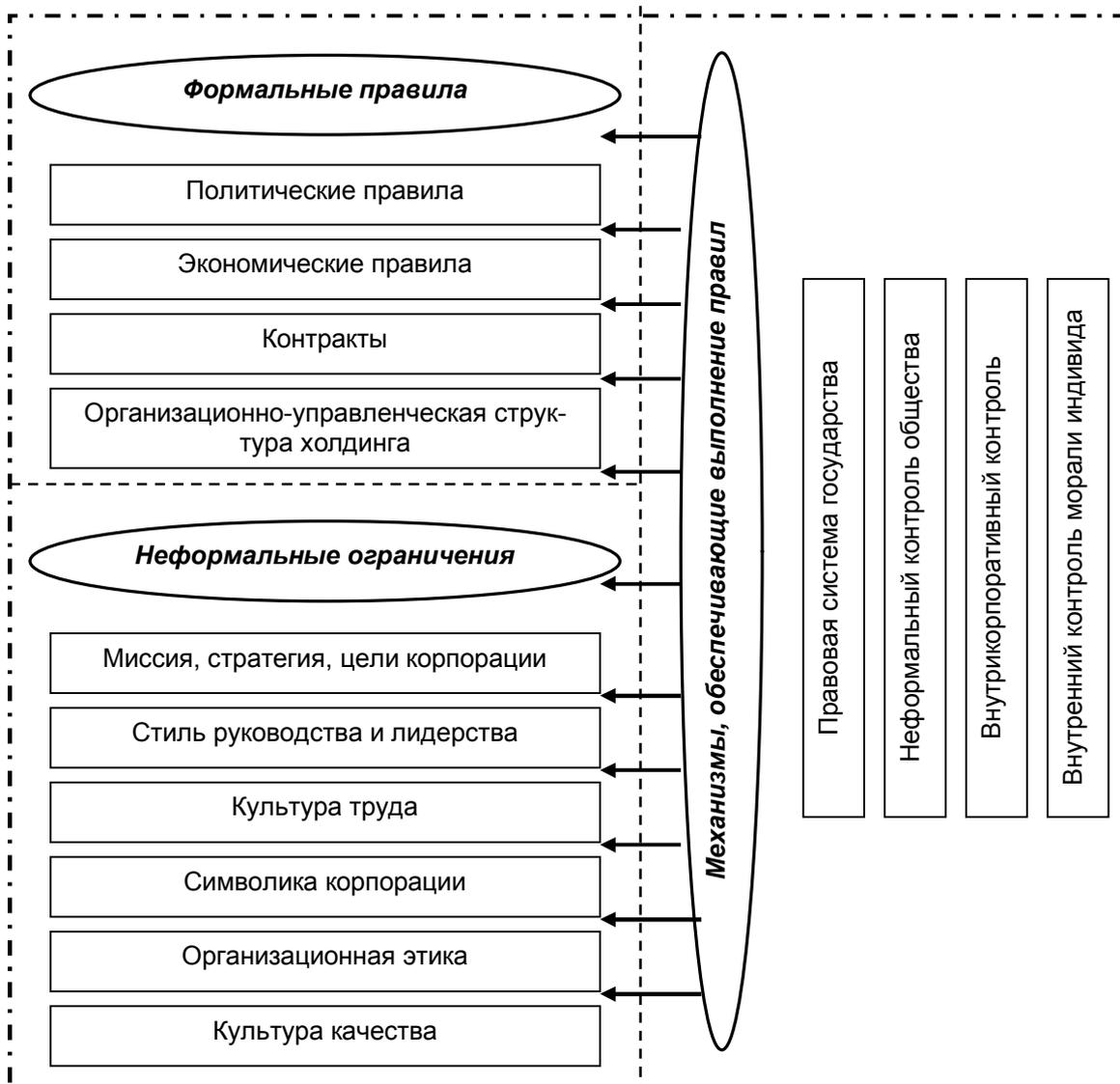


Рис.1. Единство элементов институциональной структуры холдинга

Библиографический список

1. Временное положение о холдинговых компаниях, создаваемых при преобразовании государственных предприятий в акционерные общества, утвержденное Указом Президента РФ от 16 ноября 1992 г. N 1392 «О мерах по реализации промышленной политики при приватизации государственных предприятий» // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. URL : <http://www.consultant.ru>

2. Постановление Государственной Думы РФ от 7 июня 2002 г. № 2826-Ш ГД «О Федеральном Законе «О холдингах» (проект № 99049555-2) // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. URL : <http://www.consultant.ru>

3. Российский энциклопедический словарь: В 2 кн. – / Гл. ред.: А. М. Прохоров – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001, – Кн. 2: Н-Я. – 2015 с.

4. Лаптев, В.А. Холдинг как субъект предпринимательского права // Юридический мир. – 2002. – № 4. – С. 55.

5. Шиткина, И.С. Холдинги: правовое регулирование и корпоративное управление: научно-практ.

издание: учеб.-мет. пособие / И.С. Шиткина . – М. : ВолтерсКлувер, 2006. – 648 с.

6. Куликов, Л. А. Законодательное закрепление понятия «холдинг». Библиотека бухгалтерских и налоговых документов, 2009. – № 023. [Электронный ресурс]. URL : <http://www.naloglib.net> (дата обращения: 12.04.2011).

7. Байраченко, В. Управление холдингом: порядок заключения договоров управления // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru>

8. Клесова, Я. А. Институциональный анализ функционирования субъектов трансакционных отраслей (на примере коммерческих банков России): автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата экономических наук : 08.00.01; 08.00.10 / Яна Александровна Клесова. – Омск. – Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, 2007. – 17 с.

9. Овсянников, С. С. Роль холдинговых компаний // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – № 2. – С. 107-109

10. Евневич, М. Эффективность структуры управления холдингом // Top-Manager. – 2004. – № 10 [Электронный ресурс]. URL : <http://www.ipnou.ru/article.php?idarticle=000440> (дата обращения: 25.03.2011).

11. Шейн Э. Организационная культура и лидерство / Э. Шейн. – 3-е изд. – СПб. : Питер, 2008. – 336 с.

12. Котлер Ф. Маркетинг менеджмент / Ф. Котлер, К. Л. Келлер, пер. с англ. под ред. С. Г. Жильцова. – 12-е изд. – СПб. : Питер, 2009. – 816 с.

13. Веснин В. Р. Управление персоналом: теория и практика / В. Р. Веснин. – М. : Проспект, 2007. – 688 с.

14. Мескон М. Основы менеджмента / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури, пер. с англ. – М. : Изд-во «Дело», 1997. – 704 с.

15. Томпсон А.А., Стрикленд А. Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и ре-

ализации стратегии / А. А. Томпсон, А. Дж. Стрикленд. – М : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 576 с.

16. Мясоедова, Т. Г., Малышева, Н. И. Организационная культура российских корпораций // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – № 3. – С. 139-144

17. Институциональная экономика : Учебное пособие / под ред. акад. Д. С. Львова. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 318с.

НИР проведены в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы. Номер государственного контракта 14.740.11.0561

CHARACTERISTIC ELEMENTS OF THE INSTITUTIONAL STRUCTURE OF HOLDINGS

O. V. Narezhneva, N.Yu. Ryabova

Article contains original characteristic features of holdings from the perspective of institutional theory.

Нарежнева Ольга Валерьевна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры Бухгалтерского учёта, анализа и аудита Омского государственного института сервиса. Основное направление научных исследований – анализ эффективности управления, холдинги. Общее количество публикаций – 46.

Рябова Наталья Юрьевна – старший преподаватель кафедры Экономики и организации производства Омского государственного института сервиса. Основное направление научных исследований – инновации, предпринимательство, менеджмент, стратегическое управление, корпоративное управление. Общее количество публикаций – 22.

СЕТИ ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ, ОСНОВАННЫЕ НА СМЫСЛОВЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

Л. И. Рыженко

Аннотация. Рассматривается проблема повышения информационной связности и доступности сетей трансфера технологий. Для формирования структуры технологических профилей в таких сетях и их поиска предлагается использовать экспертные системы, основанные на смысловых информационных базах данных. Экспертный редактор для построения смысловых баз данных (Когнитивный ассистент) и алгоритм логического вывода основаны на теории динамических информационных систем (ТДИС). Предлагается функция смысловой близости технологических профилей и алгоритм поиска необходимой информации. Поиск организован при помощи трех параметров: контекстного совпадения, смысловой глубины и смысловой точности. Предлагаемая экспертная система в настоящее время внедряется в Центре трансфера технологий СибАДИ «ТранспТехнология».

Ключевые слова: сеть трансфера технологий, смысловая база данных, экспертная система, теория динамических информационных систем, когнитивный ассистент.

Введение в проблематику

Формирующаяся национальная инновационная система России опирается на локальные инновационные площадки разного статуса (вузы, технопарки, центры трансфера технологий и т.д.). Однако трудно найти инновационную площадку, имеющую весь «джентльменский набор» ресурсов (экспертных, инвестиционных, производственных, кадровых и др.), необходимых для обеспечения полноценной инновационной деятельности. В этих условиях актуализируется вопрос формирования национальных инновационных сетей (сетей трансфера технологий и др.), интегрированных в соответствующие международные сети. При включении локальной инновационной площадки в сеть существенно повышаются ее возможности доступа к общим ресурсам сети. Такой сценарий наиболее адекватен потребностям развития национальной инновационной системы России. Сети становятся точками роста для рынков инноваций.

В качестве примера можно привести RTTN – российскую сеть трансфера технологий [1]. Информационной основой RTTN являются так называемые технологические профили инновационных предложений и запросов, которые продавцы и покупатели инновационных продуктов выкладывают в сеть. Транзакционные издержки продвижения инновационных продуктов на рынок существенно зависят от скорости, с которой продавцы и

покупатели находят друг друга. В настоящее время наблюдается все возрастающий разрыв между объемом информации в сетях трансфера технологий и способностью найти в ней то, что нужно. Инструментами преодоления такого разрыва могут стать экспертные системы и их составные части – базы знаний, активно разрабатываемые в последнее время в разных областях человеческой деятельности. В этом направлении следует отметить работы [2; 3; 4] и др.

Параллельно этой деятельности, начиная с 1960-х годов активно ведутся исследования философско-методологических основ работы с понятиями и их смыслами. Авторами этого направления являются философы, лингвисты, математики. В рамках этого направления можно отметить работы И.С. Ладенко [5], Дж. Остина [6], Г.П. Щедровицкого [7] и др. Особо следует выделить исследования В. И. Разумова и В. П. Сизикова (см., например, [8]), опубликовавших ряд монографий по теории динамических информационных систем (ТДИС). ТДИС синтезирует категории философии, физики и математики [9] и позволяет сделать принципиальный шаг перехода к построению так называемых смысловых баз данных. Понятие смысловой информационной базы данных (СМИБД) было введено автором данной работы в статье [10], и обозначает базу знаний, которая построена на основании ТДИС.

В данной статье обсуждаются вопросы применения смысловых информационных баз данных (СМИБД) для построения экспертных систем поиска для упаковки информации и извлечения нужных смыслов в сетях трансфера технологий. Разработанные с участием автора соответствующие программные продукты повышают информационную связность данных сетей [11], и обеспечивают качество инновационной инфраструктуры.

Высокий уровень абстракции предлагаемого аппарата позволяет его рассматривать как обобщение разных типов экспертных систем, в том числе, основанных на семантических сетях и фреймах [12]. При достаточно высоком квалификационном уровне работающих с системой экспертов метод применим не только для сетей трансфера технологий, но и для гораздо более широкого круга задач. Будем называть экспертные системы, использующие модели смысловых баз данных, смысловыми экспертными системами (СЭС), см. рис. 1.

Рис. 1 требует пояснений, раскрывающих специфику экспертных систем рассматриваемого типа, чему, в основном и посвящена данная статья. Мы будем разделять понятия

клиента и пользователя. Клиентом называется субъект, использующий экспертную систему для организации своим пользователям эффективных сервисов. Идея СмЭС заключается в том, что пользовательские запросы конвертируются в формат смысловой базы знаний, где происходит моделирование смыслов. Поиск нужной информации организуется в пространстве смыслов, а результат конвертируется обратно (подсистема объяснений) в формат, привычный для пользователя.

Периферийные блоки системы включают следующие функции: администрирование КлиБД, позволяющее актуализировать клиентскую базу данных; построение и корректировку СМИБД, осуществляемое экспертом; прием запросов и оформление объяснений через пользовательский терминал.

Ядро системы состоит из решателя (механизма логического вывода) и базы знаний. Решатель включает следующие функции: конвертация запроса пользователя в формат СМИБД; навигация по базе знаний; получение результата поиска (решения); обратная конвертация результата в формат КлиБД (объяснение).

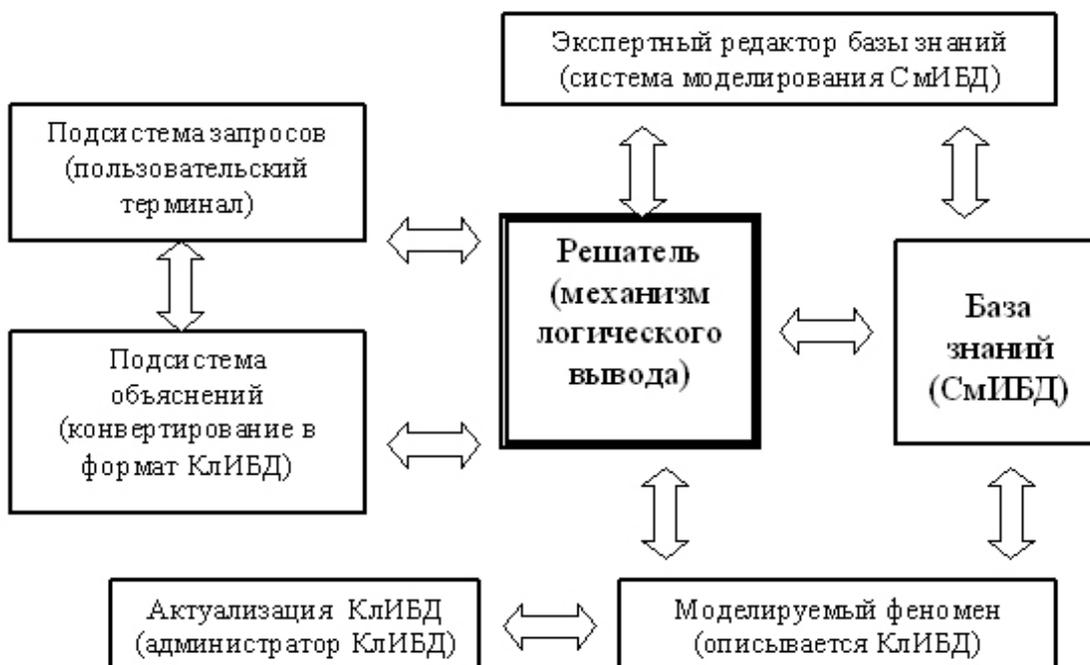


Рис. 1. Смысловая экспертная система

Описание смысловых баз данных

В смысловых базах данных [10] любая конкретная предметная область знаний мо-

делируется при помощи упорядоченного множества знаков (в нашей терминологии понятий), причем упорядоченность задается

отношением «частное»-«общее». Более частное понятие считается производным от более общего, а более общее – первообразным по отношению к частному [13]. ТДИС предписывает, что в данной базе знаний у любого понятия может быть ровно три первообразных первого порядка (правда, они могут быть не выявлены (отсутствовать в базе), и тогда актуализируется вопрос об их выявлении и добавлении). Если в данной базе знаний данное понятие имеет более чем три первообразные, это означает, что какие-то из них являются первообразными более высоких порядков.

Структура СМИБД имеет предельно простой вид: таблица понятий с указанием триад их первообразных первого порядка. Легко видеть, что таким образом задается полная система иерархических связей на множестве понятий данной базы знаний. При этом каждое понятие может иметь три первообразные первого порядка, и сколько угодно производных первого порядка. Для выбранного понятия первообразные первого порядка составляют триаду, первообразные второго порядка – девятивершинник, первообразные третьего порядка – 27-вершинник, четвертого порядка – 81-вершинник и т.д. Периферийные понятия многовершинников нумеруются числами по модулю три. Триада нумеруется числами 0, 1, 2; девятивершинник – девятью числами 00, 01, 02, 10, 11, 12, 20, 21, 22; 27-вершинник – двадцати семью числами 000, 001, ... , 222 и т.д. (см. [9]).

Навигацией в смысловой базе данных называются средства построения смысловых схем, в частности, средства перехода от одних схем к другим. В зависимости от содержания и контекста понятий смысловые схемы можно интерпретировать как рассуждения, алгоритмы логического вывода либо другие действия с понятиями, используемые для принятия решений в «блоке решателя» экспертной системы.

Обобщая изложенное, можно сказать, что СМИБД есть обычная информационная база данных, между элементами которой установлена непротиворечивая система отношений «первообразные – производные». На строгом математическом языке это означает, что СМИБД является ориентированным (не обязательно связным!) графом без циклов. Лю-

бую информационную базу данных можно преобразовать в смысловую путем установления отношений «первообразные – производные» между понятиями, обозначающими названия файлов, полей, записей, отдельных ячеек хранения информации и т.д.

Использование смысловых экспертных систем в сетях трансфера технологий

Рассмотрим использование предлагаемой смысловой базы данных в сетях трансфера технологий. Основными документами, фигурирующими в сетях, являются технологические профили запросов и предложений. Поскольку предложения должны содержать информацию, максимально отвечающую требованиям, сформулированным в запросах, технологические профили имеют достаточно жесткую форму. Такая жесткость обеспечивает внесение в предложения нужной информации, которая легко осмысливается и облегчает работу по поиску запрашиваемых продуктов. Для соблюдения этой формы в сети проводится специальное обучение экспертов, которые помогают владельцам инновационных продуктов оформить свои предложения.

Вместе с тем, в разных сетях трансфера технологий, и даже в разных центрах одной сети, формы технологических профилей продуктов несколько различаются. Это связано с многообразием отраслей человеческой деятельности. Нужные продукты ищутся при помощи ключевых слов с последующей отбраковкой в «ручном» режиме. В области трансфера технологий существенную роль играют личные контакты потенциальных продавцов и покупателей, по результатам которых технологические профили проходят «притирку» и приобретают приемлемую форму. Однако, на наш взгляд, значительную часть этой работы можно перенести на предварительную стадию обработки информации в экспертной системе.

Обсуждаемая экспертная система относится к классу СМЭС и предназначена для смыслового поиска запрашиваемых технологических профилей в сетях трансфера технологий. На рис. 2 представлен результат работы эксперта с помощью экспертного редактора Когнитивный ассистент с базой данных, состоящей из массива технологических профилей.

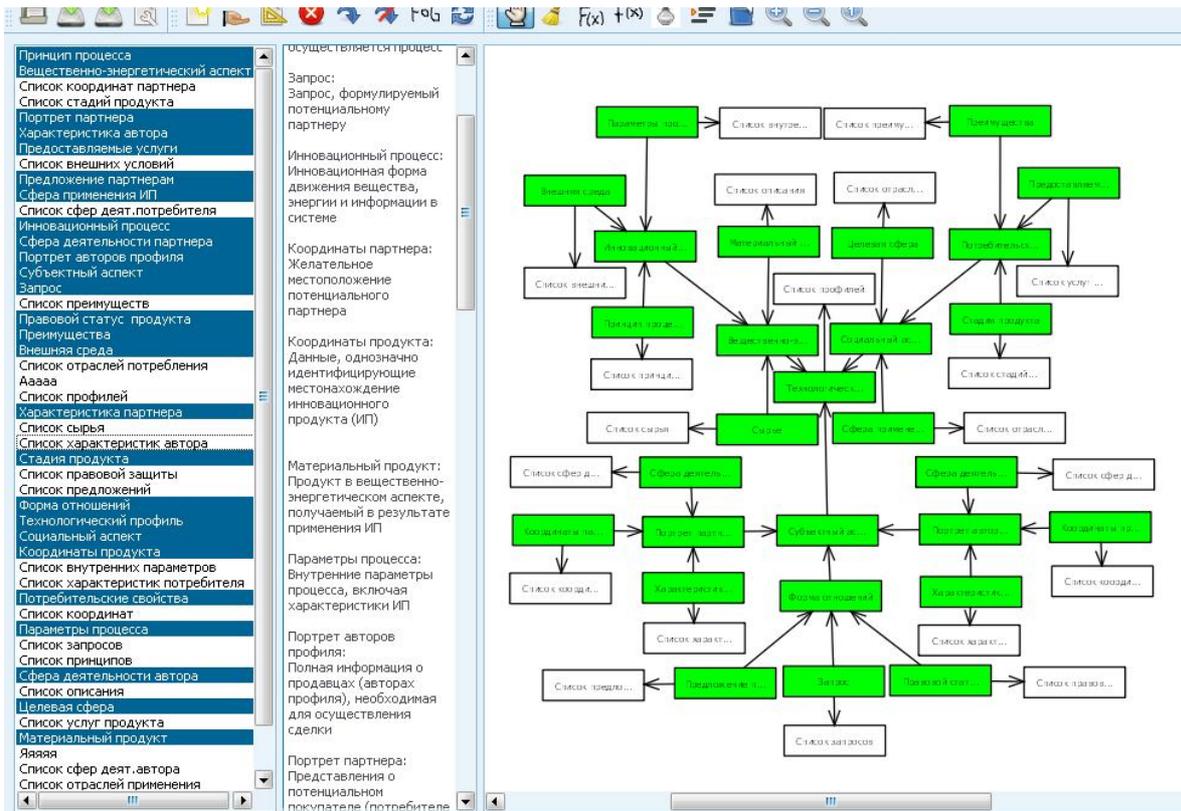


Рис. 2. Интерфейс экспертного редактора «Когнитивный ассистент»

База данных в системе включает расслоенные понятия «технологический профиль», иницированное расслоениями периферийных понятий. Дешифровка центрального понятия осуществляется следующим образом. Первообразными первого порядка являются понятия «субъектный аспект», «вещественно-энергетический аспект» и «социальный аспект», каждый из которых дешифруется на первообразные второго порядка. Например, понятие «социальный аспект», понимаемый как место инновационного продукта в системе социальных отношений, дешифруется на понятия: «сфера применения», «сфера проявления результатов» и «потребительские свойства». Возможна дальнейшая дешифровка более высоких уровней, уточняющих фигурирующие в профиле понятия, например, «потребительские свойства» дешифруется на «стадия продукта», «преимущества», «предоставляемые услуги» и т.д. Система понятий не является жесткой и может развиваться в направлении более глубокого раскрытия смыслов.

Работу СмЭС можно представить следующим образом.

1. Запрос технологического профиля конвертируется в смысловую конструкцию в соответствии с шаблоном, представленном на

рис. 3. При этом фигурирующие в этой смысловой конструкции понятия в форме запроса преобразуются в форму искомого предложения. Конвертация может осуществляться сразу на стадии ввода запроса в диалоговом режиме. Как показывает опыт, соответствующий запросу «идеальный» вариант предложения в большинстве случаев отсутствует в СМИБД.

2. Задается степень контекстного совпадения, например, единица (это значит, что в периферийных дешифрующих понятиях ищется совпадение хотя бы одного слова).

3. Задается начальная глубина смыслового поиска, например, двойка (девятивершинник).

4. Задается точность ϵ – допустимая смысловая близость поиска, например, $\epsilon = 1,3$ (это означает, что ставится условие совпадения не менее 6 периферийных вершин девятивершинника).

5. Осуществляется поиск в СМИБД записей, удовлетворяющих заданным условиям и дальнейший анализ полученных результатов. При этом активно используются подсказки, в каком направлении менять параметры поиска.

В настоящее время разработан прототип указанной системы и ведется ее внедрение в

Центре трансфера технологий СибАДИ «ТранспТехнология».

Описанная смысловая экспертная система повышает возможности автоматизации поиска требуемых технологических профилей в сетях трансфера технологий и предлагает стандарт подготовки таких профилей, обобщающий существующие нормы, принятые в RTTN (российская сеть трансфера технологий) и европейских сетях трансфера технологий. Система может быть использована существующими сетями трансфера технологий.

Таким образом, на основании введения так называемых смысловых баз данных предложена экспертная система, в которой помимо контекстного поиска информации в сетях трансфера технологий реализован так называемый смысловой поиск. Этот поиск задается параметрами смысловой глубины и смысловой близости. Построение смысловых баз данных осуществляется при помощи экспертного редактора Когнитивный ассистент, разработанного на базе ТДИС – теории динамических информационных систем. В настоящее время разрабатывается лицензионный программный продукт, позволяющий решать аналогичные задачи не только в сетях трансфера технологий, но и в любых других информационных системах.

Библиографический список

1. Лукша О., Пильнов Г., Рыгалин Д., Яновский А.: Российская бизнес-инновационная сеть – новый широкомасштабный проект сотрудничества России и Европейского Союза // Инновации 2008. №11. С. 25-33.
2. Поспелов Д. А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. – М.: Радио и связь, 1989. – 184 с.
3. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. – М.: Радио и связь, 2002. – 282 с.
4. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. М: Физматлит, 2003. – 432 с.
5. Ладенко И.С. Интеллектуальные системы и логика / И.С. Ладенко. - Новосибирск: Наука, 1973. - 172 с.
6. Остин Дж. Слово как действие // Новое в зарубежной лингвистике. Вып. XVII. Теория речевых актов. – М.: Прогресс, 1986. С. 21-123.

7. Щедровицкий Г.П. Смысл и значение // Избранные труды. – М.: Школа культурной политики, 1995. – С. 545-576. – 800 с.

8. Разумов В.И. Информационные основы синтеза систем: В 3 ч. Ч. II. Информационные основы синтеза: Монография / В.И. Разумов, В.П. Сизиков. - Омск: Изд-во ОмГУ, 2008. - 340 с.

9. В.И. Разумов, Л. И. Рыженко, В.П. Сизиков. Математическая философия как инструмент синтеза знаний. Философия, математика, лингвистика: аспекты взаимодействия: Материалы Междун. научн. конф. Санкт-Петербург, 20-22 ноября 2009 г. – СПб: ВВМ, 2009. С. 164-170.

10. Рыженко Л.И. Подход к смысловой организации информационных баз данных // Философия науки. 2010. №3(46). С 58-80.

11. Полещенко К. Н., В.И. Разумов, Л. И. Рыженко. Пространство инноваций: структурный анализ проблемной области инновационной деятельности // Инновации. 2010. №11(145). С.34 – 38.

12. Частиков А.П., Гаврилова Т.А., Белов Д.Л. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. Санкт-Петербург: «БХВ-Петербург», 2003. – 393 с.

13. Рыженко Л.И. Подход к смысловой организации информационных баз данных // Вестник Омского университета. 2010. №4. С. 279 – 292.

TECHNOLOGY TRANSFER NETWORK BASED ON SEMANTIC EXPERT SYSTEMS

L. I. Ryzhenko

We study the problem of improving information connectivity in networks of technology transfer. To form the structure of technological profiles in such networks, encouraged to use an expert systems based on semantic information databases. Expert editor for building semantic databases (Cognitive Assistant) and an algorithm for inference based on the theory of dynamic information systems (TDIS). We offer a function of semantic proximity between technological profiles and search algorithm for the necessary information. Search is organized by three parameters: context matching, semantic depth and sense of precision. The proposed expert system is being implemented at the Center for Technology Transfer SibADI «TranspTehnologiya».

Рыженко Леонид Игоревич - канд. тех. наук, доцент, директор Центра трансфера технологий СибАДИ «ТранспТехнология». Основное направление научных исследований: моделирование сложных систем в экономике, строительстве и на транспорте. Общее количество публикаций: 78.

УДК 338.2 (075.8)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КООПЕРАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР

Д. С. Савченко

Аннотация. Рассмотрены вопросы оценки эффективности форм кооперационного взаимодействия предпринимательских структур, возникших на основе крупной компании. Показаны результаты предпринимательской деятельности дочерних ремонтно-сервисных акционерных обществ ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири» («МРСК Сибири»), созданных в ходе первого этапа реформирования региональной энергетической системы Сибири. Проанализированы изменения показателей, характеризующих состояние их предпринимательской деятельности, выявлены основные тенденции развития.

Ключевые слова: предпринимательские структуры, кооперационное взаимодействие, конкурентоспособность, эффективность.

Введение

Одной из важных тенденций развития современной экономики является ее сетевизация — возрастание значимости формирования эффективных кооперационных взаимодействий крупных, средних и малых предпринимательских структур. Глобализация экономики, обострение конкуренции и повышение роли инноваций в хозяйственном развитии усиливает необходимость поиска новых форм и способов предпринимательской деятельности, позволяющих успешно реализовать межфирменный потенциал конкурентных преимуществ [1]. В связи с этим важным становится разработка современных проблем кооперационного взаимодействия предпринимательских структур и также выбора эффективных форм их взаимодействия.

Основная часть

В экономической практике для организации предпринимательской деятельности на базе крупных предприятий реального сектора чаще всего используются три формы. Первая из них предполагает образование в пределах крупного предприятия небольшого, часто временного коллектива с различной степенью организационно-экономической обособленности для реализации некоторой цели или под разработку некоторой идеи, необходимой для улучшения деятельности основного предприятия. По своей сути эту форму можно рассматривать как развитие программно-целевого подхода с повышенным уровнем мотивации и самостоятельности исполнителей. Вторая форма создаёт возможности для «выращивания» малой фирмы, включающие оказание необходимых для начала и развития предпринимательской дея-

тельности видов помощи на различных этапах ее становления (юридической, финансовой, консультационной, организационной и т.п.). Для организации такой деятельности крупные фирмы (к сожалению российских среди них практически нет) создают бизнес-инкубаторы, венчурные фонды и т.п. Наибольшее распространение в практике российского предпринимательства получило создание фирм-сателлитов — дочерних организаций, юридически самостоятельных, но сохраняющих тесные организационные и экономические связи с материнской структурой. [2,3]. Эффект реструктуризации в данном случае состоит в том, что происходит одновременное улучшение работы и крупной фирмы (которая освобождается от ненужного бремени), и ее внутренних структур, которые выделяются в самостоятельные предприятия и приобретают более широкие полномочия для решения собственных локальных задач (поиск заказчиков и дешевого сырья на стороне, повышение уровня загрузки оборудования, изменение технологии в выгодную для себя сторону и т. п.). Подобного типа корпоративные структуры возникли и в процессе реформирования ОАО «ЕЭС России». При этом, например, у ОАО «МРСК Сибири» появились такие дочерние предпринимательские структуры как ОАО «Омскэлектросетьремонт», ОАО «Механизированная колонна», ОАО «Сибирьсетьремонт», ОАО «Бурятсетьремонт» (далее ОЭСР, МК, ССР, БСР), которые относятся к общей категории ремонтно-сервисных предприятий. Основными видами их деятельности являются: текущий ремонт и техническое обслуживание электрооборудования; капитальный ремонт; техперевору-

жение, реконструкция и капитальное строительство (далее – ТПиР); монтаж оборудования, зданий, сооружений; пусконаладочные работы, испытания, диагностика; проектирование; разработка технологических решений; прочие услуги.

За время их функционирования (с 2005 г.) накоплен определённый опыт, проявились как положительные, так и отрицательные последствия проведенной реорганизации. Их анализ позволяет определить направления дальнейшего развития в целях обеспечения эффективного функционирования региональной энергосистемы и активизации пред-

принимательской деятельности. Распределение данных видов деятельности между анализируемыми предприятиями представлено в таблице 1. Рассматривая виды деятельности можно сделать вывод о том, что данные предпринимательские структуры не в полной мере обеспечивают обслуживание региональных подразделений ОАО «МРСК Сибири» в необходимых им услугах. Ряд видов услуг (7 из 41) этими предприятиями не оказывается вообще, 12 видов услуг оказываются только одним из четырёх, все предприятия оказывают по восемь одинаковых видов услуг.

Таблица 1 - Виды деятельности дочерних ремонтно-сервисных предприятий ОАО «МРСК Сибири»

Виды деятельности	Виды услуг	ОЭСР	МК	ССР	БСР
Монтаж оборудования, зданий, сооружений	Монтаж технологического оборудования	-	-	+	+
	Монтаж электротехнических установок	-	-	+	+
	Монтаж оборудования предприятий энергетики	-	-	+	+
	Монтаж систем АИИС КУЭ	-	+	+	+
	Телемеханизация подстанций	-	-	+	+
Пусконаладка, испытания, диагностика	Электротехнических устройств	-	-	+	+
	Оборудования предприятий энергетики	-	-	+	+
Проектирование	Разработка ПСД для реконструкции и нового строительства	+	-	+	-
	Проектирование зданий и сооружений	-	-	-	-
Разработка технологических решений	Электроснабжение	+	-	-	-
	Электрооборудование	-	-	-	-
	Электроосвещение	+	-	-	-
	Связь и сигнализация	-	-	-	-
	Сметная документация	+	-	+	-
Прочие услуги	Ремонт автотехники	-	-	-	-
	Автотрансп. услуги	+	-	-	-
	Дилерские услуги	-	-	-	-
	Снабженческо-сбытовая деятельность	+	-	-	-
	Аренда	+	-	-	+
Текущий ремонт и техническое обслуживание оборудования	ВЛ-0,4-10 кВ, 35 кВ, 110 кВ	-	+	-	-
	ПС 10-110 кВ	-	+	-	-
	Трансформаторов 6-10/0,4 кВ	-	+	-	-
	Зданий и сооружений	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1 - Виды деятельности дочерних ремонтно-сервисных предприятий ОАО «МРСК Сибири»					
Виды деятельности	Виды услуг	ОЭСР	МК	ССР	БСР
Капитальный ремонт	ВЛ-0,4-10 кВ, 35 кВ, 110 кВ	+	+	+	+
	ПС 10-110 кВ	+	+	+	+
	Трансформаторов 6-10/0,4 кВ	+	+	+	+
	Зданий и сооружений	-	-	+	-
Техперевооружение, реконструкция и капитальное строительство	Реконструкция ВЛ- 35 - 110 кВ	+	+	+	+
	Реконструкция ПС 10-110 кВ	+	+	+	+
	Реконструкция зданий и сооружений	-	-	+	-
	Евроремонтные виды работ	-	-	+	-
	Строительство ВЛ-0,4-10 кВ, 35 кВ, 110 кВ	+	+	+	+
	Строительство ПС 10-110 кВ	+	-	+	+
	Строительство ВРУ	-	+	+	+
	Строительство зданий и сооружений	-	-	+	-
	Осуществление функций генерального подрядчика	+	+	+	+
Устройство наружных инженерных систем и коммуникаций	Строительство линий промышленного и городского транспорта	-	-	-	-
	Прокладка сетей электроснабжения до 110 и более кВ	-	-	+	+
	Строительство линий связи	-	-	-	-
	Расчистка и расширение просек	-	+	-	-
Устройство внутренних инженерных систем и оборудования	Устройство электроснабжения до 1000 В	+	+	+	+

Покрытие потребности МРСК Сибири в основных услугах силами ремонтно-сервисных дочерних предприятий составило: по капитальному ремонту - 31%; по капитальному строительству и ремонту – 7,4%. Это очень низкий показатель, обусловленный, в том числе и тем, что каждое предприятие специализируется на ограниченном числе видов работ, в результате чего оказание широкого комплекса услуг отдельно взятым предприятием не представляется возможным. Между тем региональные подразделения компании нуждаются в оперативном, качественном удовлетворении всех своих потребностей во всех видах ремонтно-сервисных услуг.

Выполненный анализ показал, что пересечение по специализации в капремонте между ремонтно-сервисными предприятиями составляет 75%, а совместно они покрывают 100% требуемых видов работ. Пересечение по специализации в кастроительстве и ТПиР между ними по основным видам работ составляет 44%, а все вместе они покрывают 100%. В комплексных проектах пересечение по специализа-

ции составляет 15%, а совместно они покрывают около 80% требуемых видов работ.

Таким образом, в капитальном строительстве, ТПиР каждое ремонтно-сервисное предприятие специализируется на ограниченном числе видов работ, и не оказывается широкий комплекс услуг отдельно взятым предприятием. Это является одной из причин низкой доли их участия в этих работах для ОАО «МРСК Сибири», в результате чего значительный объем услуг оно получает от сторонних организаций, побеждающих в торгах на их предоставление (за три последних года их количество достигло 225), что приводит к снижению возможной выручке, затрудняет развитие предпринимательской деятельности и ухудшает конкурентные позиции предприятий.

Анализ структуры внешних поставщиков услуг показал, что в их числе нет крупных организаций, способных представлять комплексные услуги. В категорию средних можно отнести 8 организаций, предоставляющих расширенный объем услуг. Все остальные относятся к поставителям малого бизнеса, предоставляющим

отдельные услуги в небольших объёмах. Последняя из перечисленных категорий поставщиков услуг, как правило, выигрывает торги у дочерних организаций за счёт низкого уровня цен, обусловленного, в основном, недостаточным уровнем квалификации персонала.

Структура услуг и перечень работ, которые выполняют дочерние предприятия, по своей специфике в условиях Сибири носит ярко выраженный сезонный характер. Коэффициент сезонности усредненный по данным предпри-

ятиям составляет от 0,22 до 1,68, что влечет за собой существенное снижение загрузки трудовых ресурсов и техники, ведет к непроизводительным затратам и, как следствие, к удорожанию услуг дочерних предприятий.

Проанализировав оказываемые услуги с помощью матрицы «Shell/DPM (Direct Policy Matrix)» (рисунок 1) можно сделать вывод о том, что на высокорентабельных растущих рынках дочерние предприятия представлены очень слабо и действуют в жёсткой конкурентной среде.

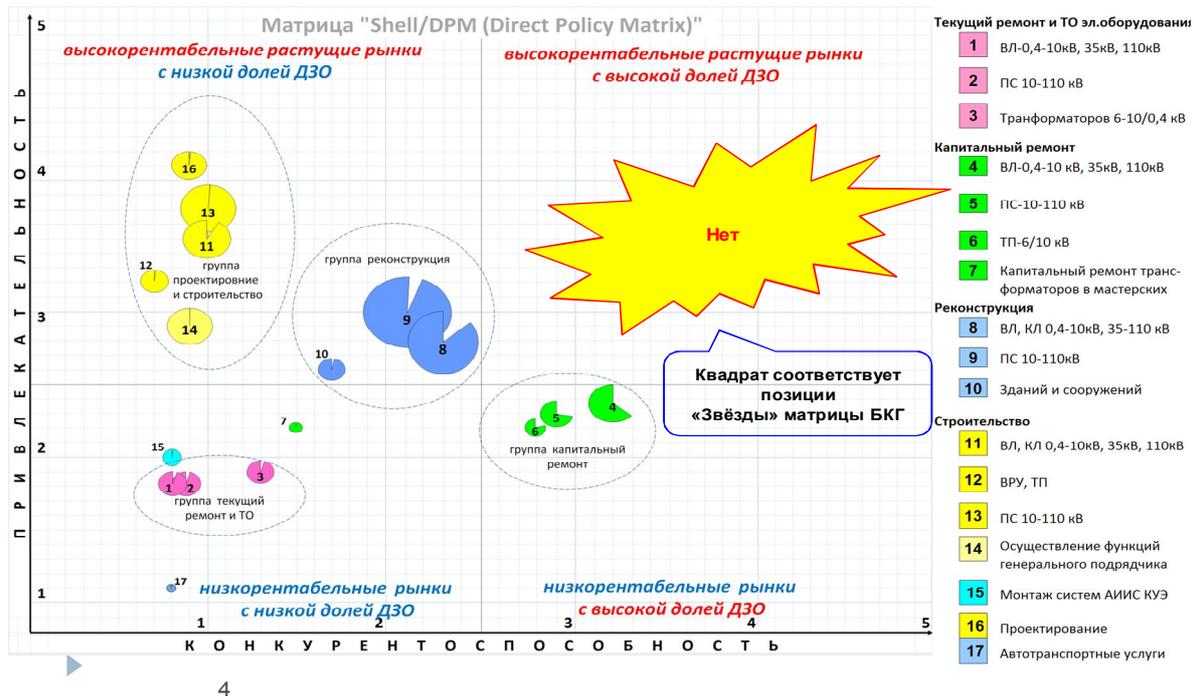


Рис. 1. Портфельный анализ рынка услуг дочерних ремонтно-сервисных организаций ОАО «МРСК Сибири»

Для развития предпринимательской деятельности на этих рынках необходимо проводить комплекс активных мероприятий по продвижению своих услуг, предлагать рынку новые, конкурентоспособные комплексные услуги, предназначенные для эффективного удовлетворения быстро меняющихся предпочтений потребителей. Это требует быстрой концентрации необходимых в каждом конкретном случае интеллектуальных, материальных, финансовых и кадровых ресурсов на наиболее перспективных направлениях развития. В условиях экономической и организационной обособленности дочерних организаций подобное маневрирование ресурсами требует огромных усилий и в

практическом плане сегодня трудно реализуемо. Как уже отмечалось, данные организации были созданы в ходе реорганизации РАО «ЕЭС России» и функционируют с 2005 года. Основные результаты их деятельности приведены в таблице 2. Они показывают, что анализируемые организации имеют существенные различия в объёмах производства. Так, выручка от реализации продуктов и услуг за 2010 год в ОАО «Бурятсетьремонт» была меньше на 593114 тыс. руб. (в 5,8 раз), чем в ОАО «Омскэлектросетьремонт». Финансовое состояние анализируемых предпринимательских структур неустойчивое.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Таблица 2 - Результаты хозяйственной деятельности дочерних ремонтно-сервисных обществ ОАО «МРСК Сибири»

Показатели	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010 г. к 2005 г.
ОАО «Омскэлектросетьремонт»: Выручка от реализации, тыс. руб.	103 118	200 670	238 475	420 516	413 462	715 874	694,2%
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	101 112	193 749	231 713	409 566	400 192	700 844	693,1%
Прибыль до налогообложения, тыс. руб.	399	4 631	2 483	3 251	7 439	10 649	+10 250
Рентабельность продаж, %	1,90%	3,40%	2,80%	2,60%	3,20%	2,10%	+0,2 п.п.
ОАО «Механизированная колонна»: Выручка от реализации, тыс. руб.	41 766	55 422	97 383	162 565	130 553	150 087	359,4%
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	40 710	52 774	93 012	156 386	123 314	143 379	352,2%
Прибыль до налогообложения, тыс. руб.	494	2 066	3 200	6 094	5 452	5 592	+5098
Рентабельность продаж, %	2,50%	4,80%	4,50%	3,80%	5,50%	4,50%	+2 п.п.
ОАО «Сибирьсетьремонт»: Выручка от реализации, тыс. руб.	94 228	99 734	125 374	349 723	214 954	266 375	282,7%
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	92 812	98 941	123 814	353 246	209 129	271 200	292,2%
Прибыль до налогообложения, тыс. руб.	528	505	1 390	1 740	2 766	-7 736	-8264
Рентабельность продаж, %	1,50%	0,80%	1,20%	-1,00%	2,70%	-1,80%	-3,3 п.п.
ОАО «Бурятсетьремонт»: Выручка от реализации, тыс. руб.	19 813	91 097	66 149	78 670	102 767	122 760	619,6%
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	22 132	82 944	63 690	74 829	92 296	114 032	515,2%
Прибыль до налогообложения, тыс. руб.	-2 844	7 216	884	1 062	11 298	7 546	+10390
Рентабельность продаж, %	-11,70%	8,90%	3,70%	4,90%	10,20%	7,10%	+18,8 п.п.
Итого: Выручка от реализации, тыс. руб.	258925	446923	527381	975474	861736	1255096	484,7%
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	220766	428408	448539	994027	824931	1229455	556,9%
Прибыль до налогообложения, тыс. руб.	-1423	14418	7957	12147	26955	16051	+17474
Рентабельность продаж, %	-5,8	17,9	12,2	10,3	21,6	11,9	+17,7 п.п.

Рентабельность продаж низкая (в целом по всем организациям она колеблется по годам от -5,8% в 2005 г. до 21,6% в 2009 г.). Две из четырёх имели за анализируемый период убытки. За время своего существования с 2005 г. по 2010 г. выручка от реализации в анализируемых предприятиях в целом увеличилась в 4,8 раза (с 258925 тыс. руб. до 1255096 тыс. руб.). Прибыль (до налогообло-

жения) выросла на 17474 тыс. руб., рентабельность продаж в 2010 г. составила 11,9% при максимальном её уровне 21,6% в 2009 г. Развитие финансово-хозяйственной деятельности позволило обеспечить возрастающий по годам рост их экономической добавленной стоимости (таблица 3). За шесть анализируемых лет их суммарная стоимость увеличилась с 66164,4 тыс. руб. до 22030,5 тыс. руб.

Таблица 3 - Экономическая добавленная стоимость, тыс. руб.

Наименование предприятий	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ОАО «Омсэлектросетьремонт»	3925,3	1303,9	3925,3	3092,7	5792,1	6732,7
ОАО «Механизи-рованная колонна»	1721,2	686,4	1721,2	2841,2	4016,4	4705,3
ОАО «Сибирьсеть-ремонт»	701,4	920,4	515,5	3786,2	-2289,9	3786,3
ОАО «Бурятсеть-ремонт»	268,5	-1576,9	5299,5	1598,4	2496,7	6806,2
Итого	6616,4	1332,9	11461,5	11318,5	10015,3	22030,5

По результатам проведенного анализа можно сделать следующие выводы: 1) ремонтно-сервисные предприятия ОАО «МРСК Сибири» работают преимущественно в низкорентабельной нише рынка в режиме жесткой конкуренции с мелкими фирмами с их относительно низкими ценами; 2) не происходит их устойчивое развитие, новое оборудование и современная спецтехника из-за отсутствия финансовых средств не приобретается; 3) конкурентные позиции дочерних предприятий ослаблены вследствие: распыления ограниченных ресурсов по нескольким юридически самостоятельным структурам; невозможности предложить рынку комплексные услуги высокого качества; сложностей в выработке общей позиции по выходу на перспективные рынки и расширению существующих рынков.

В настоящее время сложилась настоятельная потребность осуществления системных изменений в кооперационных взаимодействиях ОАО «МРСК Сибири» с дочерними ремонтно-сервисными предпринимательскими структурами и создание конкурентоспособных форм, адекватных меняющейся деловой среде и позволяющих обеспечивать эффективное распределение ресурсов данных структур. Для этого важным является разработка совместно с ОАО «МРСК Сибири» программ выполнения ремонтных работ, проведения единой технической политики и мониторинга результатов их реализации.

Заключение

В современных условиях возрастает значимость выбора оптимальных форм кооперационных взаимодействий крупных, средних и малых предпринимательских структур. [1]. Как показывает выполненный анализ, в настоящее время сложились неэффективные формы кооперации ОАО «МРСК Сибири» с дочерними ремонтно-сервисными предприятиями, что требует изменения организационных и экономических условий её обеспечения. Выявленные проблемы определяют необходимость перехода к следующему этапу реорганизации региональной энергетической системы Сибири, позволяющему реализовать новые возможности развития предпринимательской деятельности и обеспечить проникновение на новые для исследуемых предприятий рынки.

Библиографический список

1. Бирюков В. В., Бирюкова В. В. Развитие предпринимательства и хозяйственные изменения в российской промышленности. – Омск: СибАДИ, 2010.
2. Мазур И. Н., Шанир В. Д. Реструктуризация предприятий и компаний. – М., Экономика, 2000.
3. Титов В. И. Экономика предприятия. М.: Эксмо, 2008.- 416 с.

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF COOPERATION ENTERPRISE STRUCTURES

D. S. Savchenko

Questions of an assessment of efficiency of forms of cooperation interaction of affiliated enterprise structures with the parent company are considered. Results of business activity of affiliated repair and service joint-stock companies of JSC Interregional Distribution Grid Company Siberia («IDGC of Siberia»), created are shown during the first stage of reforming of a regional power system of Siberia. Changes of the indicators characterizing

a condition of their business activity are analysed, the main tendencies of development are revealed.

Савченко Дмитрий Сергеевич – помощник генерального директора ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири». Основное направление научных исследований: экономика предпринимательства и модернизация российской промышленности.

УДК 338.49

РОЛЬ ДОСТУПНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ГОРОДОВ

К. Э. Сафронов

Аннотация. В статье рассмотрена роль общественного транспорта в решении проблем современных городов, связанных с высоким уровнем автомобилизации, перегрузкой улично-дорожной сети, экологией. Большое значение для социально-экономического развития городов имеет фактор доступности общественного транспорта для инвалидов и маломобильных граждан.

Ключевые слова: общественный транспорт, автомобилизация, экономика, доступность, эффективность.

Актуальность проблемы

Крупные города РФ построены по генпланам, основанным на устаревших нормативах развития транспортной инфраструктуры, рассчитанной на 100-150 автомобилей на тысячу жителей. С переходом на рыночную экономику ситуация резко изменилась, уровень автомобилизации превысил расчетный в 2,5-3 раза, при этом снизилась доля перевозок общественным пассажирским транспортом. Если при старых нормативах объем перевозок на индивидуальном транспорте составлял 20-30%, то теперь он в некоторых городах превысил 70% от общего объема перевозок. Кроме того, транспортная инфраструктура не приспособлена к передвижению и обслуживанию людей с ограниченными возможностями. В результате возникли транспортные проблемы – заторы, снизились скорости транспортных потоков, появился дополнительный ущерб для экономики за счет потерь времени, роста ДТП, травматизма, вредных выбросов, шума и недоступности.

Модернизация транспортной инфраструктуры городов базируется на положениях Транспортной стратегии России до 2030 года, в которой ставятся задачи:

- исследование и научное обоснование структуры соотношения общественного и частного пассажирского транспорта в модели рынка транспортных услуг, обеспечивающей минимальные социальные транспортные стандарты;

- разработка механизмов обеспечения реализации этих стандартов на базе социальных инвестиционных государственных контрактов на федеральном, региональном и муниципальном уровнях;

- обеспечение доступности общественного транспорта для инвалидов и маломобильных граждан к 2030 г. на 90%.

Состояние общественного транспорта

Как показал анализ открытых интернет источников, подход к развитию общественного транспорта в наших городах существенно отличается. Например, в Архангельске (население 350 тыс. жит.) больших автобусов уже нет, остались только ПАЗики. Троллейбус ликвидировали в 2009 г., трамвай ещё раньше в 2004 г. Архангельск стал одним из крупнейших в Европе и России городов без электротранспорта, который из-за ПАЗиков напоминает большое село, поэтому сейчас обсуждается вопрос о восстановлении троллейбусных маршрутов.

В Петрозаводске (население около 270 тыс. жит.), несмотря на наличие троллейбусов, больших автобусов тоже нет, только ПАЗики. В Астрахани (850 тыс. жит.) в июле 2007 года ликвидировали трамвай, из 5 троллейбусных маршрутов осталось 3, из которых 1 сезонный, перевозки осуществляют в основном маршрутки.

Саратов (население 830 тыс. жит.) задышается в пробках, поэтому периодически возникают идеи о развитии метро. Но с учётом современных тенденций метростроения, на это потребуется более 50 лет.

В Рязани (население 510 тыс. жит.) есть мощная троллейбусная сеть, но трамвайное движение временно приостановлено. Администрация города планирует реформировать транспортную систему и построить линии скоростного и туристического трамвая.

Следует заметить, в большинстве городов наблюдается неоптимальное использование подвижного состава по выпуску на линию и вместимости [1]. Например, в г. Омске регулярные перевозки пассажиров осуществляют 906 ед. (724 автобуса, 123 троллейбуса и 58 трамваев). Маршрутные такси почти на 100% состоят из микроавтобусов, их количество в 3 раза больше (2790 ед.), а провозная способность в 4 раза ниже, чем остальных видов транспорта, что приводит к перегрузке улично-дорожной сети. Кроме того, они недоступны для льготников, инвалидов и маломобильных граждан. В этой связи интересен опыт г. Новосибирска и Липецка, где на центральных улицах ограничили работу микроавтобусов. В качестве маршрутных такси используются автобусы средней и большой вместимости, которые перевозят и льготников, с оплатой проезда посредством транспортных карт.

Яркий пример отрицательного результата реформирования общественного транспорта наблюдается в г. Тюмени, где в целях экономии бюджетных средств в 2009 г. ликвидировали троллейбус, а в настоящее время происходит замена автобусов на микроавтобусы. После проведения конкурса на осуществление регулярных пассажирских перевозок в 2011 г., на линии вышло транспорта большой вместимости на 200 единиц меньше, чем в 2010 году. Качество транспортного обслуживания снизилось, особенно для социально незащищенных и маломобильных групп населения. Многие видят для себя решение транспортных проблем в приобретении личных автомобилей, что еще больше усугубит и без того сложную для города проблему с

пробками и экологией. Для нормализации транспортной ситуации уже приняты целевые программы по развитию улично-дорожной сети, стоимостью 3,5 млрд. руб.

Имеется и положительный опыт развития общественного транспорта. Так, в Красноярске организациям, выполняющим перевозки пассажиров по городским маршрутам, в целях возмещения недополученных доходов, возникающих в результате небольшой интенсивности пассажиропотоков, в 2011 году выделены субсидии в размере 340 млн. руб. За счет средств краевого и городского бюджетов в 2007- 2008 г. для муниципальных пассажирских предприятий города приобретено 190 новых автобусов, 23 троллейбуса и 3 трамвайных вагона, реализуется комплекс мероприятий по улучшению качества транспортного обслуживания и совершенствованию системы пассажирских перевозок. Аналогичная ситуация в Москве, Липецке, Новосибирске, Омске и др. городах.

Эффективность развития общественного транспорта

В мировой практике имеется опыт решения транспортных проблем крупнейших городов. Так, на сегодняшний день население Сеула составляет около 10 млн. человек, а транспортная система города представляет собой одну из самых совершенных и дешевых в мире. Добиться такого результата удалось во многом благодаря развитию общественного транспорта. Одна из основных идей этого направления заключалась в предоставлении преимущества для движения автобусов и соединения их с системой метро. Если 10 лет назад автобусами в Сеуле пользовались только 15% горожан, то теперь – около 60%.

Не случайно первая поездка нового мэра Москвы была совершена именно в Сеул. А в сентябре 2011 г. в Москве прошел I Евразийский конгресс, посвященный проблемам общественного транспорта. На международном уровне было принято решение, что его дальнейшее развитие должно проходить под лозунгом «Удвоение рыночной доли общественного транспорта в мире к 2025 г.». Крупнейшие города развитых стран мира осознали преимущества общественного транспорта и разрабатывают стратегии повышения его доли в перевозке пассажиров.

Централизация планирования автобусного движения и развитие системы скоростных автобусных маршрутов, включая строительство 140 км автомагистралей предусмотрено в Сингапуре. Увеличение доли общественно-

го транспорта в передвижении людей в утренние часы пик с 35 до 65% планируется в г. Перте (Австралия). Протяженность сети рельсового транспорта возрастет со 180 км до 430 км в Тегеране (Иран). Строительство 1200 км линий скоростного трамвая будет реализовано в Торонто (Канада). В Пекине (Китай) до 2015 год планируется вводить в эксплуатацию по одной новой линии метро ежегодно, при этом общая длина линий метрополитена достигнет 560 км. Строительство 4 линий метро (318 км), семи трамвайных линий (270 км), открытие 90 новых автобусных маршрутов (2500 км), пяти новых водных маршрутов (210 км) будет завершено в г. Дубай (ОАЭ).

В Москве предусмотрено строительство к 2015 г. 87,9 км метрополитена, открытие линий скоростного трамвая, выделение полос для общественного транспорта, строительство 474 км дорог, 6 автовокзалов, 32 транспортно-пересадочных узла и т.д.

В 2011 г. специалисты СибАДИ проводили транспортные исследования в г. Сургуте. Это одна из нефтегазодобывающих столиц мира и богатейший город в РФ. В октябре 2011 года он занял первое место в списке из ста самых удобных для проживания российских городов. В г. Сургуте один из самых высоких в стране уровень автомобилизации – 400 автомобилей на тысячу жителей. Это стало причиной крайне сложной транспортной ситуации в связи с отставанием в развитии улично-дорожной сети. Кардинально улучшить ее параметры не позволяет существующая застройка города. Единственный путь – стабилизация состояния городского пассажирского транспорта.

На долю индивидуального и ведомственного транспорта сейчас приходится 76% поездок, на долю городского пассажирского транспорта – лишь 24%, из которых маршрутные такси перевозят 44% пассажиров, ОАО «СПОПАТ» – 34%, ООО «Автоэкспресс» – 9%, ООО «ТК Призвание» – 7%, ООО «Траффик» – 6%. Снижение доли перевозок на городском общественном транспорте за последние 6 лет с 30 до 24% привело к снижению скорости транспортного потока на 7%, заторам и дополнительным экономическим потерям в 1 млрд. руб. ежегодно.

Многолетнее сотрудничество Администрации и предприятий г. Сургута с СибАДИ принесло положительные результаты – вдвое снизилась аварийность с тяжелыми последствиями, завершилось формирование рынка пассажирских перевозок, улучшились

параметры маршрутной сети [2]. Решение проблемы лежит в комплексном подходе, при котором учитываются все причинно-следственные связи в транспортной жизни города. На улицах должно быть больше пассажиров, а не машин. Данная позиция расходится со стремлением депутатов Думы г. Сургута, под предлогом экономии бюджетных средств, снизить расходы на общественный транспорт. Однако перегрузка городских магистралей требует капитальных вложений в реконструкцию улично-дорожной сети, не сопоставимых с затратами на городской общественный транспорт.

Важным вопросом по оздоровлению ситуации является обновление парков подвижного состава в соответствии с рекомендациями ученых. На данный момент возрастная структура парка по автобусам большого класса составила 10,5 лет, по среднему классу – 6 лет, а осуществлять обновление парка собственными силами перевозчикам сложно. Так, средняя цена автобуса большого класса составляет 7 млн. руб., среднего – 3,5 млн. руб. и малого – 2 млн. руб. На предприятиях имеет место тенденция оттока квалифицированных водителей и кондукторов, причиной не укомплектованности является низкая заработная плата. Для нормального функционирования транспортных предприятий необходимы субсидии, покрывающие выпадающие доходы, связанные с отставанием тарифов от растущей себестоимости перевозок.

Разработанный в СибАДИ инновационный вариант развития городского пассажирского транспорта предполагает, что к 2014 году:

- численность населения г. Сургута увеличится на 2% и составит 307,4 тыс. жит.;
- подвижность населения с использованием всех видов транспорта увеличится на 4% и составит 145 млн. поездок в год;
- уровень легкой автомобилизации составит 428 авт./тыс. жит.;
- доля общественного транспорта в общем объеме перевозок вырастет с 24% до 30%;
- доля индивидуального транспорта (включая ведомственный) в общем объеме перевозок снизится с 76% до 70%.

Для ОАО «СПОПАТ» данный вариант предусматривает увеличение субсидий и обновление подвижного состава. Субсидии должны вырасти на 30%, что позволит вывести предприятие на 10%-й уровень рентабельности (таблица 1). Кроме того, преду-

смотрено внедрение электронной оплаты проезда.

Обновление парка предусмотрено низкопольными автобусами МАЗ-206, что обеспечит его доступность для маломобильных граждан. В настоящее время в общем объеме подвижного состава (409 ед.), доля доступного составляет 12,5 % (51 ед.).

При обосновании планов развития городского общественного транспорта следует

учитывать такие соотношения. По провозной способности 1 автобус большого класса равен 6 Газелям или 60 индивидуальным автомобилям. Поэтому в составе транспортного потока доля автобуса в приведенных единицах должна составить 2-3% и этого будет достаточно, чтобы уменьшить пробки.

Таблица 1 – Прогноз показателей развития ОАО «СПОПАТ» до 2014 г.

Показатели	Ед. изм.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Итого
Потребность в финансировании, всего:	Млн. руб.	389,1	421,0	466,64	1276,74
- в т.ч. на приобретение подвижного состава	Млн. руб.	35,2	35,2	35,2	105,6
- в т.ч. на строительство производственной базы	Млн. руб.	20,0	20,0	19,54	59,54
Субсидии на покрытие выпадающих доходов	Млн. руб.	333,9	365,8	411,9	1111,6
Рентабельность	%	1,6%	5,1%	9,9%	-
Количество приобретаемых автобусов МАЗ-206	Ед.	10	10	10	30
Объем перевозок	Млн. пасс.	12,053	13,205	14,872	-

Инновационные технологии

Внедрение инновационных технологий на транспорте должны вновь сделать городской общественный транспорт привлекательным для пассажиров. Под ними подразумевается целый комплекс научно-технических, информационных и дизайнерских решений, способствующих снижению себестоимости перевозок и повышению качества транспортного обслуживания.

Одними из первых в стране в ОАО «СПОПАТ» ввели навигационную автоматизированную систему диспетчерского управления «Луч». Однако для повышения эффективности ее работы необходимо ее дальнейшее комплексное развитие.

В настоящее время в некоторых городах внедряются комплексные системы управления пассажирскими перевозками, включающие навигационную автоматизированную систему диспетчерского управления на базе приемника ГЛОНАСС/GPS и автоматизированную систему оплаты проезда. Управление пассажирскими перевозками при этом осуществляется единой общегородской диспетчерской

службой. Система обеспечивает непрерывный контроль в режиме реального времени за движением всего городского общественного транспорта, что позволяет эффективно использовать подвижной состав и исключить его простои.

Оплата проезда осуществляется пассажирами в режиме самообслуживания. Пассажир прикладывает транспортную карту к считывателю терминала оплаты, терминал в автоматическом режиме выдает билет установленного образца. Номер карты, тариф, остаток денежных средств на транспортной карте, время оплаты и название остановки печатается на каждом билете. Для продажи и пополнения транспортных карт в городе устанавливаются автоматические терминалы. Купить и пополнить карту можно также и в центре по предоставлению государственных и муниципальных услуг.

Такие системы становятся обязательными при переходе на оплату проезда льготников с помощью социальных карт. Они применяются взамен бумажных единых социальных про-

ездных билетов, что позволяет исключить из пользования фальсифицированные проездные билеты, реально оценить фактический объем пассажирских перевозок, применить эффективный механизм компенсации выпадающих доходов из бюджета.

Следующий шаг – это установка спутниковой навигации на весь подвижной состав городского общественного транспорта и создание единой диспетчерской городской службы и подключение к платежной системе всех перевозчиков.

Безопасность на городском общественном транспорте обеспечивается, в том числе и установкой видеонаблюдения в салонах. Видеонаблюдение позволяет решать спорные ситуации с оплатой проезда, стабилизируют криминогенную обстановку, обеспечивают защиту от терактов и снижает вероятность ДТП. Кроме того, система видеонаблюдения позволяет проводить дистанционные обследования загруженности маршрутов, следить за наполняемостью подвижного состава, интенсивностью пассажиропотоков на перегонах, качеством предоставляемых услуг.

Внедрение электронной оплаты проезда пассажиров, навигационной системы и видеонаблюдения будут малоэффективны без доведения информации до конечного потребителя – пассажира. Транспорт должен стать интерактивным, о его работе пассажир должен знать всю необходимую информацию – время работы, схемы маршрутов, расписание и интервалы движения. В этом могут помочь современные информационные технологии – мобильная связь и интернет.

На сайтах все желающие должны получать подробную информацию о работе городского общественного транспорта. На начальном этапе целесообразно продумать возможность получения информации о расчетном времени прибытия маршрута с помощью СМС-сообщений. Следующий этап – установка на городских остановках электронных табло или интерактивных экранов с необходимой информацией. Пассажир должен иметь возможность получать информацию о движении пассажирского транспорта по каждой остановке любого маршрута на любой день недели и из любого места. Кроме того, в режиме реального времени получать картинку от навигационной системы о движении любого маршрута. Такая система уже запущена в г. Омске.

В салонах целесообразно устанавливать системы фильтрации и кондиционирования воздуха, бесплатный беспроводной интернет, следить за чистотой. Все это повышает при-

влекательность городского общественного транспорта для населения и улучшает качество транспортных услуг.

В регионе с суровыми климатическими условиями, где расположен город Сургут, пассажирский транспорт общего пользования выполняет социально значимую роль в обеспечении транспортной доступности различных слоев населения в любых погодных условиях. Данный факт подтверждает необходимость государственной поддержки предприятий пассажирского автомобильного транспорта общего пользования, которые коммерческие перевозки не могут заменить. Наряду с прямым бюджетным финансированием предоставление государственной поддержки может осуществляться в следующих формах:

- предоставление субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на развитие транспортной инфраструктуры;

- предоставление субсидий транспортным организациям, осуществляющим социально значимые перевозки;

- субсидирование процентных ставок по привлекаемым кредитам транспортным организациям для финансирования расходов, связанных с приобретением транспортных средств;

- разработка и реализация экономических механизмов, стимулирующих ускоренное обновление парка транспортных средств, в том числе содействие в развитии лизинга современных транспортных средств, страхования и кредитования перевозчиков.

Заключение

На примере Сургута можно рекомендовать нашим городам активнее продвигать проекты развития общественного транспорта в рамках действующих целевых программ, таких как «Развитие транспортной системы России (2010-2015 годы)», «Доступная среда» на 2011-2015 годы. В УрФО реализуется проект «Урал промышленный – Урал Полярный», есть так же «Концепция социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа - Югры до 2020 года» и «Стратегия социально-экономического развития Сибири до 2020 года», где по вопросам инновационного развития и модернизации транспортной инфраструктуры запущено много проектов.

Развитие городского общественного транспорта является эффективным направлением в градостроительстве. Вложения в общественный транспорт создают на 25% больше рабочих мест, чем те же суммы, вложенные в строительство дорог и автомагист-

ралей. Каждый евро, вложенный в общественный транспорт, приносит четыре евро в общую экономику. Такой мультипликативный эффект для сферы услуг весьма высокий [3]. Общественный транспорт снижает загрязнение окружающей среды, поскольку при его использовании потребляется в 3-4 раза меньше энергии на 1 пассажира, чем при поездке на собственном автомобиле. Наконец, общественный транспорт доставляет кого угодно куда угодно, реализуя на практике здоровый образ жизни и безопасность для всех. К этим преимуществам следует добавить эффект от его доступности для инвалидов и маломобильных граждан [4].

Переосмысление роли общественного транспорта во всем мире должно найти отражение в концепциях развития транспортных систем городов. Для снижения отрицательного воздействия автотранспорта на экономику, окружающую среду и безопасность необходимо совершенствовать модель регулируемого рынка с приоритетным развитием доступного общественного транспорта.

Библиографический список

1. Сафронов К.Э. Оценка эффективности инвестиций в модернизацию парков городского пассажирского транспорта // Транспорт Российской Федерации. № 4 (35) 2011. – С. 55-58.
2. Сафронов К.Э., Сафронов Э.А. Инновационные методы повышения эффективности транспортных систем городов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного техни-

ческого университета. – М: МАДИ. – 3 (26). – 2011. – С. 7-12.

3. Полякова И. Транспортная гармония / Транспорт России – № 38 (690). – 2011. – URL: <http://www.transportrussia.ru/gorodskoy-passazhirskiy-transport/transportnaya-garmoniya.html>.

4. Сафронов К.Э. Новое научное направление – экономика безбарьерной среды // Омский научный вестник. Серия Общество. История. Современность. – Омск: ОмГТУ, 2011. – №5 (101). – С. 79-82.

ROLE OF ACCESSIBLE PUBLIC TRANSPORT IN SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF CITIES

K. E. Safronov

In clause the role of public transport in the decision of problems of modern cities connected to a high level of auto mobilization, overload of a street road network, ecology is considered. The large meaning for socio-economic development of cities has the factor of availability of public transport for the invalids and poorly mobile groups of the population.

Сафронов Кирилл Эдуардович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление исследований – организация транспортного обслуживания инвалидов и оценка ее социально-экономической эффективности. Имеет 90 опубликованных работ. E-mail: transistem@rambler.ru

УДК 338.242

РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ВЫЗОВОВ

В. П. Плосконосова

Аннотация. Рассмотрены вопросы изменения источников и факторов развития российских предпринимательских структур в условиях долговременных вызовов, связанных со сменой технико-экономической парадигмы развития.

Ключевые слова: предпринимательская деятельность, человеческий капитал, демография, инновации, конкурентоспособность, социально-экономические изменения.

Введение

Российская экономика вступила в третье тысячелетие в условиях глобальных изменений, происходящих во всех сферах жизни лю-

дей. Эти изменения носят противоречивый характер и сопровождаются трансформацией культурно-ценностных систем, политических, социально-экономических и технологических

процессов, возрастая масштабом и сложности возникающих проблем, угрожая усилением напряженности и нестабильности общественного развития. Социально-экономические перемены складываются в процессе взаимодействия различных субъектов предпринимательской деятельности, сложным образом связанных между собой и противоречиво реагирующих на угрозы и вызовы нового времени.

В настоящее время весьма актуальным становится исследование социально-экономических процессов и разработка механизмов развития конкурентных преимуществ российских предпринимательских структур с учетом того, что глобальный экономический кризис явно выявил возникновение для России, как и других стран мирового сообщества, качественно новых, все более трудных социально-экономических проблем, обусловленных технологическими и социально-демографическими факторами. Вместе с тем утвердившиеся подходы в конструировании стратегии и приоритетов при проведении политики хозяйственных преобразований часто уже не дают ожидаемых и желаемых результатов. Возникла настоятельная потребность их переосмысления.

Теоретические исследования

Становление российского предпринимательства в 1990-е гг. происходило в условиях продолжительного и длительного кризиса, обусловленного использованием неадекватной модели рыночных реформ, вызвавшей быстрое физическое и моральное старение производственного аппарата из-за резкого сокращения нормы накопления и инвестиций, снижения расходов на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, преобладание тенденции примитивизации применяемых технологий.

Благоприятные изменения на мировых рынках энергоресурсов и некоторое улучшение деловой среды способствовали формированию в стране восстановительного роста, который характеризовался существенным увеличением потребительского и инвестиционного спроса, ростом импорта и загрузки мощностей российских предпринимательских структур. Вместе с тем в связи с различными условиями деятельности предпринимательских структур в настоящее время существует значительная дифференциация уровня использования их производственного потенциала. Экспортно-ориентированные производства и отрасли промышленности, сумевшие занять рыночные ниши, сейчас практически полно-

стью загружены. Так, предпринимательские структуры сектора добычи сырья (металлических руд, минерального сырья для химических производств и производства удобрений и др.) и ряда обрабатывающих секторов (производство чугуна, ферросплавов, проката, производство кокса и др.) задействовали свои производственные мощности на 80-90% и более, а сектор большей части обрабатывающих производств – преимущественно - на 60-70%.

Российским предпринимателям во многом в силу сохраняющейся деформированной деловой и инвестиционной среды не удалось реализовать значительные возможности стремительного роста внутреннего спроса для расширения производства и обновления его технологической структуры. Низкая конкурентоспособность российских предприятий вызвала значительный рост импорта продукции, которым «улавливалась» большая часть эффекта расширения внутреннего спроса. Сложившаяся ситуация с конкурирующим импортом стала важнейшим фактором, ограничивающим развитие российского предпринимательства.

Резкое ухудшение демографической ситуации в конце XX – начале XXI вв., связанное с нарастающей убылью населения из-за отрицательного естественного прироста, стало одним из важнейших факторов, определяющих перспективы изменения социально-экономического развития страны и предпринимательской деятельности. Возникла высокая несбалансированность различных компонентов человеческого потенциала. Так, индекс образованности ее граждан близок к индексу развитых стран, а индекс долголетия и индекс дохода соответствовал уровню слаборазвитых стран.

Демографические процессы в России будут складываться в ближайшие десятилетия весьма противоречиво под влиянием сложным образом меняющихся социокультурных, политико-экономических и научно-технических факторов, обуславливающих формирование волнообразной динамики взаимосвязанных количественных и структурных параметров. При этом важно учитывать, что возникшая в текущем десятилетии тенденция сокращения естественной убыли населения страны носит временный характер. Это связано с тем, что позитивный эффект структурных изменений в составе населения постепенно будет сокращаться и начнет формироваться противоположный эффект неблагоприятных структурных перемен. Согласно среднему варианту прогноза Росстата (2008 г.) ожидаемая есте-

ественная убыль населения увеличится с 463 тыс. человек в 2006 году до 600 тыс. человек в 2017 году и в 2025 году составит 800 тыс. человек. Всего за 2008-2025 гг. естественная убыль населения страны по данному варианту прогноза достигнет 11 млн. человек; вместе с тем существуют угрозы и еще большего роста естественной убыли населения [4]. Необходимо принимать во внимание, что естественная убыль населения в отличие от прошлых лет будет происходить в условиях ухудшающейся половозрастной структуры, что обусловит появление весьма сложных экономических, социальных и политических проблем.

По оценкам Росстата (средний вариант прогноза) общая нагрузка детьми и пожилыми на 1000 лиц рабочего возраста увеличится с 578 в 2007 году, почти до 700 в 2015 году и до 822 в 2025 году – соответственно на 20% и на 41%. При этом доля пожилых людей в общей нагрузке повысится с 35% в 1970 году до 55-60%. Важной формой проявления старения населения является повышение доли старших возрастных групп в экономически активном населении и снижение доли младших возрастных групп. Это потребует реализации мер по адаптации институциональных систем образования, здравоохранения, трудоустройства и других, поскольку они были приспособлены к более молодой возрастной структуре населения. Демографическая ситуация в будущем во многом осложняется тем, что существенно будет затрудняться решение проблемы повышения рождаемости и снижения смертности [4].

Другим фактором, влияющим на предпринимательскую деятельность, является рациональное использование человеческого капитала. Противоречивые количественные и качественные изменения в человеческом капитале связаны не только с демографическим кризисом, но и ограниченным влиянием эффекта экономического роста на повышение благосостояния большей части населения в следствии усиления социальной дифференциации. Так, коэффициент фондов (коэффициент дифференциации доходов) в Омской области увеличился с 11,4 до 14,8 раз за 1995-2009 гг. В связи с этим значительное повышение показателя среднего уровня реальных доходов населения в прошедшем десятилетии сопровождалось сохранением обширного слоя бедного населения. Наличие в больших масштабах застойной формы бедности, в свою очередь, негативно сказывается на качестве человеческого капитала, динамике численности

населения и структуре потребительского спроса.

В прошедшем двадцатилетии наблюдался стремительный, лавинообразный приток работников с дипломами вузов и сузов. По формальным признакам страна стала обладать весьма образованной рабочей силой. По доле работников с третичным образованием Россия превратилась в мирового лидера, а с высшим – вошла в группы высокоразвитых стран. Индустриально-структурная трансформация российской экономики и адаптационные способности отечественного бизнеса обеспечили перераспределение большей части работников с дипломами вузов и сузов из сегмента рабочих мест с низкой квалификацией в сегмент рабочих мест с высокой квалификацией. Ускоренный приток молодежи с высокой формальной подготовкой во многом объясняется формированием механизма дифференциации заработной платы, учитывающим его экономическую ценность. Российские показатели возникающего при этом дополнительного выигрыша в относительных заработках можно считать типичными для развитых стран. Кроме того, в 2000-е годы уровень безработицы у дипломированной рабочей силы был существенно ниже, чем у других ее категорий.

По масштабам недоиспользования накопленного человеческого капитала Россия продолжает занимать одно из лидирующих мест в мире. Не менее 1/3 всех работников с третичным образованием трудятся на рабочих местах, не требующих высокой квалификации. Это означает, что знания и навыки, полученные ими в системе формального образования, либо невостребованы рынком, либо отличаются настолько низким качеством, что закрывают своим обладателям доступ к «хорошим» рабочим местам. Быстрый экономический рост позволил несколько смягчить остроту проблемы. Но даже после этого разрыв между количеством работников с высоким формальным образованием и количеством рабочих мест на верхних этажах профессионально-квалификационной иерархии остается по-прежнему внушительным [3].

В стратегической перспективе кардинально меняются условия, источники и механизмы развития конкурентных преимуществ предпринимательских структур, обусловленные утверждением нового, шестого технологического уклада и формированием очередной «длинной волны» изменений в мировой экономике. Осуществление технологического рывка в развитых странах будет сопровож-

даться переносом современных технологий и их активным применением предпринимателями менее развитых стран – прежде всего Китая, других стран Азиатско-тихоокеанского региона и Латинской Америки. Предприниматели этих стран, используя более дешевую рабочую силу, низкую социальную и пенсионную налоговую нагрузку, будут обладать значительными преимуществами в ценовой конкуренции.

Динамичное развитие российских предпринимательских структур может быть обеспечено при успешном решении как минимум следующих взаимосвязанных задач: во-первых, повышения конкурентоспособности продукции за счет использования краткосрочных резервов; во-вторых, разработки и реализации институционально-экономической стратегии, адекватной долговременным вызовам; в-третьих, существенной активизации инвестиционных процессов, ориентированных на прорывное инновационное развитие предпринимательских структур, диверсификацию экономики и повышение роли инновационно-предпринимательской ренты; в-четвертых, развитие конкурентных преимуществ предпринимательских структур на основе полного задействования потенциала высококвалифицированных работников и мигрантов.

Стратегическим ответом на системные вызовы может являться кардинальное повышение конкурентоспособности российских предпринимательских структур на основе институционально-технической модернизации экономики и активизации инновационных процессов. Для преодоления двух-трехкратного отставания от развитых стран требуется пересмотреть утвердившиеся подходы и приоритеты в институционально-экономической политике, опирающиеся на рыночно-фундаментальные догмы и игнорирующие особую роль государства, его программ и регуляторов в осуществлении инновационных процессов. Критериями успешности проводимых изменений в экономике должны выступать прежде показатели производительности и конкурентоспособности, структурные и технологические характеристики. Институциональные реформы должны рассматривать не как самодовлеющая цель, а как средство создания высокопродуктивной экономики, включающей в себя высокотехнологические и инновационно-активные предпринимательские структуры. Переориентация экономической политики на решение стратегически значимых проблем повышения конкурентоспособности российских предпринимательских структур

предполагает создание комплекса долгосрочных и среднесрочных программ, индикативных планов, системы стратегического мониторинга и механизмов ответственности властных структур за реальные результаты своей деятельности [1]. Модернизация системы государственного регулирования и контроля за предпринимательской деятельностью требует устранения деструктивных элементов сложившихся в структурах власти разных уровней. Как свидетельствует мировой опыт, разбалансированная система власти, чрезмерная ее концентрация негативно сказывается на динамике социально-экономических процессов, ведут к тяжелым социально-экономическим и технологическим последствиям.

Важным фактором активизации предпринимательской деятельности в стране является проведение политики поддержки импортозамещения. Для достижения существенных изменений в соотношении импортной и отечественной продукции требуется значительные повышения конкурентоспособности последней. Для улучшения качественных характеристик продукции и повышения ее технического уровня необходимо, как правило, продолжительный период времени. Быстрый эффект от импортозамещения может возникнуть на основе ценовой конкуренции. Однако трудно ожидать значимого при этом долгосрочного эффекта вследствие произошедшего в последнем десятилетии роста заработной платы, по ценам на целый ряд сырьевых товаров (конструкционные материалы, моторное топливо) страна уже вышла на мировой уровень или практически приблизилась к нему. Изменения, происходящие в социо-экономических основах жизни людей, резкое возрастание роли науки, образования, информационно-технологического прогресса в развитии современного общества существенно усиливает значение активного и творческого характера человеческой деятельности, требует использования новых способов адаптации предпринимательских систем к меняющейся реальности [5].

Для кардинального решения проблем повышения конкурентоспособности российских предпринимательских структур необходима существенная активизация инновационно-инвестиционных процессов. Высокие темпы экономического роста в 1999-2008 гг., составившие в среднегодовом исчислении 6,8%, были достигнуты за счет роста загрузки мощностей при низкой норме накопления – не более 18%, только в 2007-2008 гг. она повыси-

лась до 22%. Как свидетельствует мировой опыт, для поддержания среднегодового темпа прироста валового внутреннего продукта ВВП 2-5% в настоящее время обычно требуется норма накопления примерно 20%, для повышения темпов прироста ВВП до 7-8% необходима норма накопления в размере 35-40%. Так, еще в 1977 г. в рамках подготовки доклада ООН «Будущее мировой экономики» группа ученых под руководством В. Леонтьева сделала вывод о том, что для достижения темпов роста в 4-6% достаточно 20-процентной нормы накопления, темпов роста в 7-8% - 30-процентной, а темпов роста экономики в 9-10% невозможно добиться с нормой накопления ниже 35-40%. Расчеты ИМП РАН свидетельствуют, что увеличение нормы накопления в РФ даже до 25% не позволит в среднесрочной перспективе сохранить достигнутые в 2000-е годы темпы роста экономики – для ускорения экономической динамики в перспективе необходимо увеличение нормы накопления до 30-35% [6].

Масштабы инновационно-инвестиционной активности определяют траекторию развития российского предпринимательства и обновления рабочих мест. Ее недостаточность будет обуславливать отставание темпов увеличения численности дипломированных работников относительно роста высококвалифицированных рабочих мест, что приведет к формированию жестко сегментированного рынка труда, при котором из-за дефицита высокопроизводительных рабочих мест они будут доступны лишь для ограниченного числа соискателей и большая часть социальных лифтов будет заблокировано. Реализация подобного сценария чревата негативными последствиями, которых российскому рынку труда до сих пор удавалось в значительной мере избегать. Среди них: высокая безработица среди работников с третичным образованием (как следствие отказа от «плохих» рабочих мест в ожидании «хороших»); падение «премий» за высшее образование (поскольку оно станет всеобщим); последовательная «возгонка» образовательных стандартов: от массового бакалавриата – к массовой магистратуре, от массовой магистратуры – к массовому второму высшему образованию (поскольку, чтобы находиться в начале «очереди» за «хорошими» рабочими местами, нужно все время быть на шаг впереди других); масштабное недоиспользование накопленного человеческого капитала (из-за массового «оседания» работников с дипломами вузов и ссузов на нижних этажах профессионально-квалификационной

иерархии). Еще опаснее, если значительная часть дипломированной рабочей силы будет вообще вытеснена с рынка труда [3].

В современных условиях существенно осложняется проблема выбора приоритетов развития российского предпринимательства в непрерывно обновляющемся экономическом, технологическом и социокультурном пространстве. Важным является формирование государством сбалансированных программ поддержки научно-производственных цепочек, обеспечивающих создание и тиражирование прорывных технологий, а также масштабную абсорбцию и диффузию эффективных технологий из зарубежных стран. Для активизации предпринимательства в нашей стране важным является осуществление модернизационных изменений на основе реализации стратегии диверсификации экономики, обеспечивающей отказ от зависимого ресурсно-экспортного типа развития. В связи с этим следует пересмотреть упрощенные представления, связанные с отождествлением и применением инновационных процессов и диверсификации с созданием только высокотехнологических производств, особенно информационно-коммуникационных технологий. Вместе с тем важно учитывать, что в условиях становления нового технологического уклада особое значение для развития конкурентных преимуществ предпринимательских структур приобретает научно-технический и интеллектуальный потенциал, повышается роль науки, образования и здравоохранения в решении проблем модернизации российской экономики [5].

Для реализации преимуществ российского бизнеса, которые сложились на основе накопленного человеческого капитала, научно-производственного потенциала и богатых природных ресурсов, и устранения геополитических и социально-экономических угроз, вызванных уменьшением плотности населения и увеличением масштабов недоиспользования высококвалифицированной рабочей силы, в том числе необходимостью сохранения некоторой части рабочих мест с низкой квалификацией, важным является привлечение иммигрантов с помощью социально-экономических механизмов, позволяющих им должным образом интегрироваться в российское общество.

Существенным фактором, влияющим на спрос и предложение на рынке труда и на предпринимательскую деятельность являются миграционные потоки [4]. В прошедшем десятилетии наблюдалось определенное увеличение потока мигрантов в страну. Так, в 2001-

2005 г. общее сальдо миграции составило примерно 830 тыс., в 2006-2010 гг. – 1030 тыс., т.е. увеличилось почти в 1,25 раза. В 2001-2005 гг. за счет миграции было компенсировано 33% естественной убыли, тогда как в 2006-2010 гг. – уже 55%. Из многовариантного демографического прогноза можно сделать ряд выводов [2]. Для противодействия депопуляции требуется очень большое – в разы – увеличение миграции. Ее компенсаторная роль в будущем представляется особенно большой, так как на быстрое и значительное увеличение рождаемости рассчитывать нельзя. Из этого следует, что нужно отказаться от отношения к иммигрантам как к объекту сверхэксплуатации и жесткого административного регулирования. Разумно признать, что иммиграция – это стратегический ресурс страны, с которым следует обращаться бережно. В перспективе следует расширить поле действия рыночных механизмов при определении объемов иммиграции и требований к иммигрантам и одновременно переходить к мягкому регулированию их потоков, условий труда и жизни. При этом необходимо найти способы взаимной адаптации россиян и иммигрантов, интеграции последних в российское общество на правах его полноценных членов. При этом особую значимость приобретает создание благоприятных условий для развития малого и среднего предпринимательства, которое является, как свидетельствует мировой опыт, основным сектором привлечения иностранной рабочей силы.

Для осуществления благоприятных изменений в деловой и инвестиционной сферах необходимо принимать во внимание многоплановую роль региональных факторов в формировании траектории развития конкурентных преимуществ бизнеса в современных условиях; необходимо создание механизмов адаптации предпринимательских структур и населения к меняющимся социально-экономическим условиям при переходе к инновационной модели развития; а также разработка рекомендаций и предложений по формированию социально-экономической политике, регуляторов и механизмов, способствующих улучшению предпринимательского климата в регионах страны.

В связи с переносом центра тяжести социально-экономических преобразований в России на низовые этажи территориально-управленческой иерархии особое значение для регионов приобретает проблема долгосрочных вызовов и с учетом этого, самопозиционирование в современном динамическом

пространстве экономических, социальных, политических изменений, обусловленных процессами глобализации. Ключевой проблемой для регионов становится самостоятельный выбор конструктивных вариантов приспособления к меняющейся ситуации и реализация собственной адаптивной стратегии развития малого, среднего и крупного бизнеса, предпринимательских сетей и кластеров в непрерывно обновляющемся технико-экономическом и социокультурном пространстве. Изменить сегодняшнюю ситуацию к лучшему возможно только при выработке адаптивных механизмов, учитывающих происходящее в современных условиях сложные и противоречивые перемены в мотивах поведения российского бизнеса.

Заключение

Для кардинального изменения ситуации важно учитывать, что либерально-радикальные реформы подвели российское общество к новому состоянию, которое характеризуется множеством альтернатив дальнейшего технологического и социально-экономического развития. В современной России возникает потребность формирования системы власти на новой парадигмальной основе, предполагающей соединение либерально-демократических ценностей с традициями русской государственности, формирование конценсуснодержательной модели социально-экономического развития. В настоящее время особенно важным является устранение властной дисфункциональности, возникшей из-за глубоких противоречий между нормативными целеустановками на масштабное развитие инновационного предпринимательства и институционально-организационным ее устройством, что создает значительные институциональные и технологические барьеры модернизации экономики и препятствует устранению системных угроз.

Библиографический список

1. Глазьев С. Ю., Ивантер В. В. и др. О стратегии развития экономики России // Экономическая наука современной России, – 2011. – № 6.
2. Иванов С. А. Международная миграция в России: динамика, политика, прогноз // Вопросы экономики. – 2011. – № 11.
3. Капелюшников Р. Спрос и предложение высококвалифицированной рабочей силы в России: кто бежал быстрее? Часть II // Вопросы экономики. – 2012. – №3.
4. Плосконосова В.П. Социальные изменения и динамика демографических процессов. Монография. – Омск: СибАДИ, 2011.

5. Плосконосова В. П. Человеческий капитал и активизация предпринимательства в инновационной политике // Вестник СибАДИ. – 2011. – №4(22).

6. Шуруп А. А., Гусев М. С. и др. Посткризисное восстановление: возможности и риски // Проблемы прогнозирования. – 2010. – №1.

**DEVELOPMENT RASSION
INTREPRENEURSHIP IN LONG TIME**

V. P. Ploskonosova

Problems ntrepreneurship development i is considered, the prospects of innovation economic are shown.

Плосконосова Вера Петровна – доктор философских наук, кандидат экономических наук, профессор, зав. кафедрой философии СибАДИ. Основные направления научных исследований: демографическая политика в России; предпринимательство в российской экономике; взаимодействие правящей элиты и общества. Общее количество опубликованных работ 160.

УДК.338.242

**МАРКЕТИНГОВОЕ И ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛУГ
ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕГИОНА**

С. М. Хаирова

Аннотация. Транспортно-экспедиционные организации играют ведущую роль в становлении интеграционных процессов в экономике регионов. Опыт западных транспортных компаний подтверждает необходимость взаимодействия главных инструментов рыночной экономики – маркетинга и логистики в построении эффективной системы стратегического управления.

Ключевые слова: транспортно-экспедиционные организации, логистика, маркетинг, транспортные услуги, совершенствование стратегического управления.

Введение

Важную роль в национальной экономике играет транспортировка грузов и пассажиров как вид экономической деятельности, относящейся к сфере услуг. Значение транспортных услуг в народном хозяйстве Российской Федерации определяется геополитическим, территориальным, социальным и экономическим факторами. Современный этап развития российских транспортных организаций характеризуется рядом позитивных изменений, главным из которых следует считать последовательное стремление улучшить свои производственно-экономические показатели и, прежде всего, конкурентоспособность за счет реформирования систем организации и управления. Итак, при рассмотрении современной российской транспортной системы необходимо проанализировать тенденции, присущие отдельным видам транспорта, для того чтобы потом экстраполировать их на весь транспортный комплекс в целом и определить возможные перспективы развития.

Решение этого вопроса требует комплексного подхода и видится в регулировании следующих направлений. Во-первых, необходимо

дальнейшее улучшение макроэкономических условий хозяйственной деятельности в транспортно-дорожном комплексе. Второе направление - это экономическое оздоровление транспортных предприятий, улучшение менеджмента, развитие маркетинговой деятельности, повышение качества сервиса, улучшение условий труда, подготовка и переподготовка кадров.

Третье направление - совершенствование государственного регулирования транспортной деятельности. Существующая федеральная стратегия развития транспортной системы России предусматривает создание международных транспортных коридоров как системообразующих стержней российского транспорта. Такой сбалансированный подход позволит наиболее полноценно использовать имеющийся потенциал.

В условиях интеграционных процессов в экономике развитых стран роль и значение транспорта в сфере распределения в целом постоянно повышается. Исходя из транспортной политики большинства стран, данный вид коммуникаций рассматривается как структурно-технологическая связь экономики госу-

дарств и различных международных сообществ. Формирование макрологистических систем становится средством эффективного удовлетворения большого диапазона потребностей. В связи с этим создание систем, основанных на логистической концепции, в ряде регионов мира выступает на передний план. Западные транспортные компании, за плечами которых десятки лет успешной работы, имеют огромный опыт построения эффективной логистической инфраструктуры. Ранее экспедиторские, транспортно-экспедиторские и складские компании, в большинстве своём, стремились быстрее адаптироваться к постоянным изменениям налогового либо таможенного законодательства, при этом игнорируя любые нововведения в управлении компанией, то сейчас для многих возникает потребность в построении системы стратегического управления. На сегодняшний день ключевой задачей российских экспедиторских и транспортных компаний является именно организация и совершенствование стратегического управления на основе маркетинга и логистики.

Основные положения логистики, характерные для фирм производителей и потребителей продукции (приоритет потребителя, высокий уровень сервиса, сокращение времени выполнения заказа и др.) в полной мере относятся и к предприятиям транспортной отрасли, задействованным в логистических системах. Отличительной чертой их работы в новых условиях конкуренции на рынке транспортных услуг становится разработка политики комплексного решения транспортных и сопряженных с ними проблем на ином, качественно высоком уровне.

Политика транспортных предприятий в области коммуникаций имеет своей целью информировать клиентов о предлагаемых пакетах услуг, а также постоянно оказывать необходимое влияние на клиентуру, чтобы она могла использовать услуги в возможно большем объеме. Другая цель этой политики - способствовать расширению и совершенствованию взаимодействия транспортных фирм и грузоотправителей на основе использования вычислительной техники и главным образом с помощью электронного обмена данными.

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. [3]

Основная часть

Вопросам взаимодействия двух эффективных инструментов рыночной экономики – маркетинга и логистики – посвящено ряд отечественных и зарубежных публикаций. В области распределения и доведения товаров до потребителей, целевое назначение этих наук определяется по следующему принципу: маркетинг, ориентируясь на платежеспособный спрос профилирующих, для данного изготовителя продукции и услуг определенной цены и качества, дает установку, что необходимо производить и поставлять для продажи на тот или иной рынок, т.е. формирует систему целей продуцента товаров; логистика же рассматривается большинством авторов наиболее эффективным средством для достижения этих целей. Однако между маркетингом и логистикой существует и обратная зависимость, особенно при переориентации продуцентов продукции и услуг с рынка производителя на рынок потребителя, а также при стратегическом управлении деятельностью организации. В этой ситуации при сужении платежеспособного спроса и усилении диктатуры потребителей существенно возрастают требования как к более выгодному для них соотношению качества и цены, так и к самим условиям поставки продукции и услуг. Сохранить в этих условиях конкурентоспособность можно, только взяв на вооружение концепции маркетинга, обеспечивающие удовлетворение запросов и нужд потребителей как в части связи качества и цены, так и в части более высоких требований к режиму поставки. Как отмечает Д.Т.Новиков: «Маркетинг формирует систему целеполаганий и задач предпринимательских структур, опираясь на ресурсное обеспечение и потенциальные резервы своих макрологистических систем (МТО, сбыта, складского и транспортного хозяйств, торговлосредственной сети и др.), а логистика выступает средством для реализации целей и задач маркетинговой политики фирм» [2].

Однако, если маркетинговая служба транспортно-экспедиционной организации полно и точно может определять все требования потребителей к качеству товара, его цене и уровню обслуживания, при этом не все организации могут выполнить самостоятельно выполнить эти требования, а значит, и обеспечить необходимый уровень конкурентоспособности. Это могут обеспечить только такие поставщики продукции и услуг, которые обладают доста-

точным логистическим потенциалом, т.е. некой универсальной способностью выполнять самые разнообразные заказы клиентов при диверсификации продукции организации в широком диапазоне соотношения качества и цены. При этом должно быть гарантировано требуемое качество и режимы поставок при одновременном соблюдении необходимых для рентабельности организации совокупных издержек.

Одновременно с логистическим потенциалом, формируемым на основе использования преимущественно стратегической логистики, которая предполагает существенные преобразования не только в управляющей, но и в управляемой подсистемах, а также на объектах управления и частично во внешней среде, может быть также сформирован и маркетинговый потенциал фирмы. Последний означает способность определять перспективный платежеспособный спрос, основанный на углубленных запросах и нуждах потребителей в зависимости от прогнозируемых социально-экономических ситуаций и тенденций развития цивилизации с использованием адекватных имитационных моделей.

Такой потенциал предусматривает широкое и последовательное использование стратегического маркетинга и может послужить вполне достоверным ориентиром для создания, функционирования и развития логистических структур. В этом случае речь идет уже о логистической поддержке маркетингового потенциала и вытекающей из программы его практической реализации маркетинговой политики предприятия-поставщика, что характерно для процессно-ориентированного стратегического управления. Эта более сложная зависимость между логистикой и маркетингом, недостаточно освещенная в отечественных и зарубежных публикациях, особенно отчетливо проявляется в сфере услуг, в том числе услуг, оказываемых транспортно-экспедиционными организациями.

Таким образом, эффективная маркетинговая политика должна обязательно дополняться адекватной логистической поддержкой (логистическим обеспечением) этой политики, позволяющей своевременно и с минимальными затратами достигать поставленных целей путем рациональной (оптимальной) организации внутренних и внешних потоковых процессов (рис.1). Во-первых, происходит значительная диверсификация транспортно-экспедиционных услуг, рассчитанных на широкий круг потребителей и растущий диапазон запросов. В этих условиях маркетинг услуг определяет всю систему целеполагания оказания транспортно-

экспедиционных услуг и динамику ее изменений в различные периоды под воздействием множества вектор-факторов социально-экономического, политического и психологического характера. От правильного формирования указанной системы зависят организационные формы и методы управления транспортно-экспедиционной деятельностью (как внутренней, так и внешней, составляющей сущность самих транспортно-экспедиционных услуг), равно как и ее конечные результаты.

Во-вторых, в процессе осуществления многоцелевой деятельности транспортно-экспедиционных организаций на основе информации, поступающей от маркетинговых служб, возникает множество вариантов организации подготовки и исполнения транспортных услуг и соответствующих финансово-информационных потоков. Эти не только теоретически возможные, но и допустимые варианты в большинстве случаев оказываются неравноценными по двум основным критериям: качеству обслуживания, измеряемому совокупностью функциональных характеристик транспортно-экспедиционных услуг, и общим издержкам, связанным с их оказанием.

Логистическое обеспечение транспортно-экспедиционных организаций представляет собой результат последовательной их логистизации как на основе оперативной (тактической), так и стратегической логистики. При этом оба направления логистизации ориентируются на результаты маркетинговой деятельности, использующей достижения традиционного и стратегического маркетинга, а информация маркетинговой службы, содержащая систему его целеполаганий как на текущий момент, так и на ближнюю и отдаленную перспективы, является отправной базой для формирования логистического обеспечения транспортно-экспедиционной организации, её функционирования и развития. В этом смысле можно говорить о логистической поддержке маркетинговых программ организации. По своему составу типовое логистическое обеспечение состоит из двух соподчиненных логистических подразделений: металогистической системы и ее микрологистической подсистемы.

Металогистическая система представляет собой логистический потенциал транспортно-экспедиционной организации и призвана обеспечить наиболее рациональную (оптимальную) организацию управления потоковыми процессами по оказанию транспортных услуг клиентам. Кроме того, она способствует лучшей адаптации транспортно-экспедиционной организации к внешней среде.



Рис. 1. Примерная структура логистического обеспечения транспортно-экспедиционной деятельности

Микрологистическая подсистема, напротив, служит средством рационализации (оптимизации) внутриорганизационных процессов и операций, которые обеспечивают требуемые клиентом комбинации комплексных (результатирующих) транспортных услуг. Кроме того, неотъемлемой составляющей логистической поддержки внешней и внутренней деятельности транспортно-экспедиционной организации является обеспечивающая часть мета- и микрологистических систем организации.

Выводы

Таким образом, 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 предпри-

ятия 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.

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 [1], считая, что сотрудничество ведет к сокращению риска и значительному росту эффективности всего логистического процесса, предотвращает непроизводительные затраты и дублирование действий. Действительно, реализация участниками канала научно-обоснованных принципов фор-

мирования 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 качеству обслуживания и уровня удовлетворенности потребителей.

Главной сферой деятельности логистических компаний остается соответствующее обслуживание и управление материальными и информационными потоками. Однако объединение «под крышей» одной компании разнородных функций широкого ассортимента ведет к созданию новых структур – универсальных логистических компаний. Такие компании в состоянии взять на себя обязательства обеспечить не только логистический сервис, но и весь комплекс по обращению товарной продукции – закупку товаров, перевозку, хранение, страхование грузов, их сортировку и комплектование, информационное обслуживание, размещение заказов на производство и т. д.

Ожидается, что в ближайшие годы подобные универсальные логистические компании станут основной формой организации посреднических и транспортных систем во многих странах.

В условиях развития новых технологий и информатизации экономики многих стран компании логистического характера, объединяя вокруг себя информационными сетями компании производителей, торговых посредников и потребителей, создадут новые сферы деятель-

ности и даже новые отрасли национальных хозяйств.

Библиографический список

1. Бауэрсокс Д.Дж. Логистика. Интегрированная цепь поставок [Текст] // Д.Дж. Бауэрсокс, Д. Д. Клосс; пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2001. – 640 с.
2. Новиков Д.Т., Гарнов А.П. Логистические системы: их значение и эффективность // Логистика и бизнес/ Под ред. Л.Б. Миротина – М.: Брандес, 19967. – С. 32-35.
3. Хаирова С.М. Логистический сервис в глобальной экономике. – М.: МЕЛАП, 2004: ил. – Библиогр. 81 назв. – 12,5 печ. л.

MARKETING AND LOGISTICS SUPPORT FORWARDING SERVICES ORGANIZATIONS IN THE REGION

S. M. Khairova

Forwarding organizations play a leading role in the development of integration processes in the regional economy. The experience of Western transportation companies confirms the necessity of interaction the main tools of the market economy - marketing and logistics in the construction of an effective strategic management system.

Хаирова Саида Миндуалиевна - доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Маркетинг» СибАДИ. Основное направление научных исследований – логистика, маркетинг, сервис, инновации. Общее количество публикаций – 111.

РАЗДЕЛ VI

ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 81.111:378

ИНОЯЗЫЧНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ КОММУНИКАТИВНАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е. Я. Климкович

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы иноязычной подготовки будущих специалистов в области информационных технологий в соответствии с требованиями ФГОС ВПО 2010г. Доказывается необходимость формирования у студентов иноязычной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции и подчёркивается её особая роль в достижении проектируемых результатов обучения в техническом вузе.*

***Ключевые слова:** профессиональная подготовка, профессиональная компетентность, информационные технологии, иностранный язык, иноязычная профессионально-ориентированная коммуникативная компетенция.*

Введение

За последние десять лет российское высшее профессиональное образование претерпело колоссальные изменения. Модернизация затронула различные сферы деятельности высшей школы, важнейшая из которых – подготовка нового поколения специалистов, неординарных личностей с достаточным уровнем теоретической подготовки и практических умений и навыков, способных самостоятельно проектировать свою образовательную деятельность и обеспечивать её продуктивность, готовых брать на себя ответственность, вырабатывать и отстаивать собственную позицию, т.е. обладающих профессиональной компетентностью.

В соответствии с назревшей в обществе потребностью процесс профессиональной подготовки переориентирован на иной конечный результат – не продукт, планируемый в результате деятельности личности в зависимости от социальных требований, а саму личность как активного деятеля, коренным образом изменившего траекторию профессионального мышления и развивающего свои способности в благоприятных педагогических условиях в процессе формирования внутренних потенциальных личностных новообразований – компетенций.

Компетенции и компетентность

В отличие от компетентности как уже состоявшегося личного качества (совокупности качеств), подкреплённого минимальным опытом деятельности в заданной сфере и включающего личное отношение обучаемого к предмету деятельности, компетенция – наперёд заданное социальное требование к его образовательной подготовке, необходимой для его качественной продуктивной деятельности в определённой сфере.

Формируя профессиональную компетентность в целом, отдельные компетенции, в свою очередь, включают не только знания, умения и навыки, полученные в результате освоения отдельных учебных предметов, но и определённые квалификационные и личностные характеристики, отражающие профессионально значимые с точки зрения работодателя черты, качества, свойства личности, ценностные ориентации, мотивацию, способности.

Поскольку компетенции являются измеряемыми параметрами, характеристиками и качествами, необходимыми для достижения высоких результатов, прежде всего, в профессиональной деятельности, они используются для внутренней и внешней оценки качества высшего образования, под которым подразумевается сбалансированное соответствие образования как результата, процесса,

образовательной системы установленным нормам (стандартам).

Федеральные государственные образовательные стандарты

Качество высшего профессионального образования обусловлено различными факторами, условиями и ресурсами, позволяющими достичь заявленных целей. К ним можно отнести методическое и материально-техническое обеспечение, компетентность стандартов и качество конкретных образовательных программ.

Компетентностная образовательная модель нашла своё отражение в федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования 2010 г., диктующих изменение цели, содержания и результатов образования, в основе которого заложена новая система универсальных знаний, умений, навыков, а также опыт самостоятельной деятельности обучающихся и их личной ответственности.

Совокупность изложенных в ФГОС ВПО 2010 г. требований включает потенциально значимые для профессиональной деятельности черты, качества и свойства личности, реализующиеся в разнообразии универсальных (общекультурных) и специфических (профессиональных и специальных) компетенций.

По каждому из прописанных в ФГОС направлений подготовки бакалавриата и магистратуры определены цели обучения и воспитания, объект профессиональной деятельности, виды профессиональной деятельности и соответствующие им профессиональные задачи, требования к результатам освоения основных образовательных программ. Структура образовательной программы ВПО включает базовую (обязательную) и вариативную часть, содержательное наполнение которой становится прерогативой вуза, учебные циклы и проектируемые результаты их освоения в виде знаний, умений, навыков, трудоёмкость учебных циклов в зачётных единицах. Кроме того, ФГОС ВПО определяют требования к условиям реализации основных образовательных программ, способствующим формированию у студентов необходимых компетенций и обеспечению оценки качества освоения основных образовательных программ.

Иностранный язык является одной из обязательных дисциплин базовой части гуманитарного, социального и экономического цикла ФГОС ВПО по всем без исключения направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры, но поскольку предметом нашего исследования является иноязычная профес-

сонала, подготовленность и положительную мотивацию студентов, эффективность технологий обучения и технологий проверки знаний, умений, навыков студентов, достигнутого уровня сформированности компетенций, качество общего менеджмента учебного заведения, но первоочередным фактором было и остаётся качество содержания образования, т.е. качество федеральных государственных образовательных

сионально-ориентированная коммуникативная компетенция будущих специалистов в области информационных технологий, рассмотрим роль и место иноязычной подготовки на примере федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика (квалификация (степень) «бакалавр»).

В соответствии с определёнными ФГОС ВПО 2010 г. областью, объектами, видами будущей профессиональной деятельности и вытекающими из них профессиональными задачами бакалавр по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика должен обладать целым рядом общекультурных компетенций, среди которых можно выделить:

- ОК-2 (способен логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, владеть навыками дискуссии и полемики);
- ОК-8 (способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях);
- ОК-9 (способен свободно пользоваться русским языком и одним из иностранных языков на уровне, необходимом для выполнения профессиональных задач).

В числе профессиональных компетенций, которыми должен обладать выпускник, особое внимание обращают на себя

- ПК-14 (способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций в рамках проектных групп, презентовать результаты проектов и обучать пользователей ИС);
- ПК-19 (способен анализировать рынок программно-технических средств, информационных продуктов и услуг для решения прикладных задач и создания информационных систем);
- ПК-20 (способен выбирать необходимые для организации информационные ресурсы и источники знаний в электронной среде);
- ПК-22 (способен готовить обзоры научной литературы и электронных информаци-

онно-образовательных ресурсов для профессиональной деятельности).

Вышеупомянутые общекультурные и профессиональные компетенции будущих специалистов в области информационных технологий связаны с различными аспектами иностранного языка (лексикой, грамматикой, фонетикой) и видами речевой деятельности на иностранном языке (аудированием, говорением, чтением, письмом), со знаниями, умениями и навыками, полученными при изучении иностранного языка, что находит подтверждение в проектируемых результатах освоения учебных циклов, изложенных в структуре основной образовательной программы бакалавриата.

Так, в результате изучения базовой части цикла обучающийся должен знать лексический минимум иностранного языка общего и профессионального характера, грамматические основы, обеспечивающие коммуникацию общего и профессионального характера без искажения смысла при письменном и устном общении, уметь общаться с зарубежными коллегами на одном из иностранных языков, осуществлять перевод профессиональных текстов, владеть навыками ведения дискуссии, полемики, диалога, владеть навыками разговорной речи на одном из иностранных языков и профессионально-ориентированного перевода текстов, относящихся к различным видам основной профессиональной деятельности.

Кроме того, требования к условиям реализации основных образовательных программ бакалавриата предписывают широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, в числе которых деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, тренинги, проведение форумов, выполнение групповых заданий в интернет-среде. В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями зарубежных компаний, мастер-классы экспертов и специалистов с возможным использованием видеоконференций и видеолекций (1).

Иноязычная профессионально-ориентированная коммуникативная компетенция

Достижение изложенных выше проектируемых результатов освоения основных образовательных программ будущими специалистами в области информационных технологий и, тем более, выполнение требований ФГОС к условиям реализации этих программ невозможно без овладения учащимися профессио-

нально-ориентированным иностранным языком и вовлечения их в профессионально-ориентированную коммуникацию на иностранном языке, без формирования иноязычной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции, которая не только способствует развитию общекультурных компетенций студентов, но и служит инструментом формирования отдельных профессиональных компетенций и профессиональной компетентности в целом.

Это мнение находит подтверждение и в ряде научных педагогических исследований. Считая профессиональную компетентность ведущей характеристикой профессионализма и представляя её в виде многоуровневого личностного образования, многие учёные признают одним из ключевых элементов этой структуры способность осуществлять профессиональную коммуникацию, в том числе, и межкультурную профессиональную коммуникацию. Коммуникативные качества, способности, умения являются неотъемлемыми компонентами многих видов профессиональных компетенций, формируя коммуникативную компетентность как систему внутренних ресурсов, необходимых для построения эффективного коммуникативного действия в определённых ситуациях межличностного взаимодействия. Научный интерес к формированию коммуникативных компетенций у студентов нелингвистических вузов связан с осознанием значения, которое имеет квалифицированная информационная и творческая деятельность специалиста в ситуациях делового партнёрства, совместной производственной и научной работы.

Исследователи указывают на эффективность иностранного языка как средства формирования коммуникативных качеств личности. При этом подчёркивается актуальность иноязычной коммуникативной компетенции, которая характеризуется как «... интегративное образование личности, имеющее сложную структуру и выступающее как взаимодействие и взаимопроникновение лингвистической, социокультурной и интерсоциальной компетенций, степень сформированности которых позволяет эффективно осуществлять иноязычную (межъязыковую, межкультурную и межличностную) коммуникацию» [2].

Авторы научных исследований акцентируют внимание на роли иноязычной профессиональной компетентности в подготовке специалистов в неязыковых вузах. По мнению Е.С. Самойловой, иноязычная профессиональная компетентность студентов нелинг-

гвистического профиля – это интегральная характеристика деловых и личностных качеств специалиста данного профиля, в которой отражается уровень усвоенных им специальных знаний, умений, опыта, достаточных для формирования у него профессионального мышления, способности отстаивать свою точку зрения в различных социальных и лингвистических условиях [3].

Потребность в конкретизации иноязычной коммуникативной компетенции в зависимости от специфики образовательного учреждения или направления подготовки и проецировании её на сферу профессиональной деятельности вызвало появление такого понятия, как «иноязычная профессионально-ориентированная коммуникативная компетенция». Это особый вид компетенции, который определяется как готовность и способность к владению предметными научными знаниями в профессиональном общении [4], где значимость информации определяется её профессиональной составляющей.

Особенности интеграции иноязычных коммуникативных умений и навыков профессиональной деятельности рассматриваются в исследованиях Л.Е. Алексеевой, И.А. Зимней и других учёных. Несмотря на некоторые различия в используемых терминах, авторы исследований указывают на то, что готовность к профессиональному взаимодействию средствами иностранного языка достигается сочетанием профессиональных знаний, языковой компетенции и социально-поведенческого фактора и реализуется на основе единства предмета деятельности и направленности на решение профессионально значимой задачи.

Результаты исследований в области лингводидактики убедительно доказывают, что эффективность процесса коммуникации неразрывно связана с уровнем владения языком, качеством языковых навыков и речевых умений.

Формирование реального «пользователя» языка, бегло, т.е. быстро и правильно, говорящего на иностранном языке, не состоится без овладения им комплексом профессионально-ориентированных видов речевой деятельности (аудирования, говорения, чтения, письма).

Поскольку процесс формирования и развития иноязычной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции осуществляется на основе определённой предметной области, среди важнейших средств её формирования авторы научных исследований, в первую очередь, называют

используемый учебный материал, обращая особое внимание на его аутентичность и содержание в нём предметного компонента, обеспечивающие знание лексического минимума общего и профессионального характера.

Владение навыками разговорной речи на иностранном языке, ведения дискуссии, полемике, диалога на профессиональные темы предполагает знание структуры элементов языка, разнообразных речевых форм и механизмов построения высказывания, умение реализовать речевое намерение.

Факторами, определяющими успех коммуникации, продолжают оставаться знания о нравственных нормах отношений и наличие практических навыков соблюдения этих норм, динамичность и адекватность установления контактов и управления межличностными отношениями, но в профессионально-ориентированном общении они актуализируются в виде способности специалиста удовлетворить информационную потребность в профессиональной сфере и умения транслировать переработанную информацию в процессе коммуникации.

Заключение

В новых образовательных условиях проблема формирования иноязычной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции будущих специалистов в области информационных технологий стоит особенно остро, что обусловлено определёнными причинами.

С одной стороны, ограничено количество практических занятий по иностранному языку при увеличении удельного веса самостоятельной работы; студенты изучают иностранный язык в разноуровневых учебных группах; снизился уровень владения иностранным языком абитуриентов, поступающих в технические вузы.

С другой стороны, специфика обучения на факультете «Информационные системы в управлении» по трём направлениям («Прикладная информатика и вычислительная техника», «Безопасность автоматизированных систем») и трём профилям подготовки («Автоматизированные системы обработки информации и управления», «Прикладная информатика в экономике», «Информационная безопасность»), возможность дополнительного обучения на курсах по программированию Microsoft IT – Academy, а также участия студентов факультета ИСУ в международных проектах требуют достаточно высокого уровня сформированности иноязычной профессио-

нально-ориентированной коммуникативной компетенции.

В этой связи необходим поиск путей оптимизации учебного процесса, выбор соответствующих подходов и создание надлежащих педагогических условий, разработка методики обучения профессионально-ориентированному иностранному языку, позволяющей сформировать иноязычную профессионально-ориентированную коммуникативную компетенцию будущих специалистов в области информационных технологий в определённые ФГОС сроки.

Библиографический список

1. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mon.gov.ru/pro/fgos/vpo> (дата обращения: 05.03.2012).

2. Артамонова Е. П. Формирование иноязычной коммуникативной компетентности у будущих учителей иностранного языка на основе социокультурного подхода: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Е. П. Артамонова. – Магнитогорск, 2007 – 18 с.

3. Самойлова Е. С. Обучение иностранному языку как фактор формирования профессиональной компетентности экономиста: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Е. С. Самойлова. – Казань, 2004 – 22 с.

4. Петрова А. П. Педагогические основы формирования иноязычной профессионально-коммуникативной компетенции в неязыковом вузе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / А. П. Петрова. – Якутск, 1999. – 179 с.

5. Игнатьева Е. П. Особенности преподавания иностранного языка в неязыковом вузе // Новые возможности общения: достижения лингвистики, переводоведения и технологии преподавания языков: мат-лы Междунар. Науч.- практ. конф. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011 – 252 с.

6. Ларина Т. А. Формирование интерактивной компетенции при обучении студентов нелингвистических вузов профессионально ориентированному иностранному языку: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Т. А. Ларина. – Барнаул, 2007. – 23 с.

7. Прудникова Н. Н. Педагогическая технология формирования иноязычной компетенции студентов неязыковых вузов: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Н. Н. Прудникова. – Саратов, 2007 – 23 с.

8. Ростовцева В. М. Компетентность и компетенции: герменевтический аспект в контексте диверсификации современного образования. – Томск, Издательство ТПУ совместно с издательством ИЧА «Кит», 2009. – 261 с.

9. Тарева Е. Г. В поисках новых образовательных ценностей: о новых стандартах в высшем профессиональном образовании // Вопросы педа-

гогического образования: Межвузовский сборник статей. – Иркутск: ИПКРО, 2007. – Вып 17 – С. 135-147.

10. Хицкая В. Ю. Федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения и перспективы профессионально-ориентированного обучения иноязычному общению в вузе на современном этапе // Новые возможности общения: достижения лингвистики, переводоведения и технологии преподавания языков: мат-лы Междунар. Науч.- практ. конф. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011 – 252 с.

11. Английский для человека XXI века. Доклады участников 40ой международной конференции 12-15 мая 2006. – Красноярск: СФУ, 2007. – 176 с.

12. ELT Reform in Russia: Regional Aspects 27-29 March, 2003. Proceedings of the 3rd Regional Conference. – Krasnoyarsk, 2003. – 153 p.

13. English Language Teaching: Ideas and Experience – 2. – Omsk: InterNeta, 2008. – 144 p.

14. TLE for ELT. Teaching/ Learning Environment for English Language Teaching. Создание условий для обучения иностранным языкам. Материалы международной научно-практической конференции 6-7 ноября 2007. – Омск, 2007. – 159 с.

15. Зимняя И. А. Ключевые компетенции - новая парадигма результата современного образования // Интернет-журнал «Эйдос». – 2006. – 5 мая – <http://www.eidos.ru/journal/2006/0505.htm>

16. Тарева Е. Г. Компетентностный подход в лингводидактике. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://inlang.linguanet.ru/scientificwork/> (дата обращения: 05.03.2012).

17. Хуторской А. В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты. Доклад на отделении философии образования и теории педагогики РАО 23 апреля 2002. [Электронный ресурс] // Интернет – журнал «Эйдос». – 2002. – Режим доступа: <http://eidos.ru/journal/2002/0423.htm> (дата обращения: 05.03.2012).

SUBJECT-RELATED COMMUNICATIVE LANGUAGE COMPETENCE OF FUTURE IT SPECIALISTS AS AN INTEGRAL PART OF THEIR PROFESSIONAL COMPETENCES

E. Klimkovich

The article considers the problems of future IT specialists' foreign language training suited to the requirements of the Federal state educational standard (2010). It proves the necessity of forming subject-related communicative language competence and emphasizes its distinctive role in achieving the designed goals under the conditions of a technical university.

Климкович Евгения Яковлевна – ст. препод. кафедры иностранных языков Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - инновационные технологии в преподавании иностранных языков. E-mail: jane.63@bk.ru. Общее количество опубликованных работ: 9.

УДК 378.01

СОВРЕМЕННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПАРАДИГМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ В УНИВЕРСИТЕТСКОМ КОМПЛЕКСЕ

Л. В. Мардахаев, Н. И. Никитина

Аннотация. В статье обосновывается система современных педагогических парадигм профессионального образования специалистов социальной сферы; рассмотрены дидактические механизмы, условия их реализация в образовательном процессе университетского комплекса.

Ключевые слова: профессиональное образование; педагогические парадигмы; университетский комплекс.

Один из активно дискутируемых вопросов в современной педагогике профессионального образования – вопрос о педагогических парадигмах, являющихся основой учебно-воспитательного процесса университетского комплекса, в том числе и социального профиля. Повышение качества непрерывной профессиональной подготовки специалистов социальной сферы имеет существенное значение для решения многих общественно-политических, социально-экономических, социокультурных проблем страны. Профессиональное образование специалистов социальной сферы во всем мире рассматривается как непрерывный процесс, обусловленный потребностями практики в постоянном профессионально-личностном развитии специалистов в условиях качественного изменения трудовой деятельности в постиндустриальном обществе.

Модернизация непрерывного профессионального образования специалистов социальной сферы предполагает существенные изменения в функционировании системы «профильная школа – ссуз – вуз – повышение квалификации». В 2001 году было утверждено Постановление Правительства Российской Федерации «Об университетских комплексах». В Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года, в разделе «Создание условий для повышения качества профессионального образования», отмечается, что для достижения нового качества профессионального образования необходимо создание университетских комплексов [8].

Университетский комплекс социального профиля как открытая социально-педагогическая, саморазвивающаяся гетерогенная макросистема непрерывной профес-

сиональной подготовки специалистов, координируя деятельность структурно-функциональных звеньев, способствует достижению нового качества социально-профессионального образования, обеспечивая преемственность программ, удовлетворяющих профессионально-образовательные потребности личности, системы социальной работы, региона, страны.

Функции университетского комплекса социального профиля: *концептуально-методологическая* (обоснование миссии института социальной работы в актуальном и перспективном социокультурном общественно-цивилизационном континууме; обоснование системы парадигм непрерывного социально-профессионального образования); *аксиологическая* (определение ценностно-смысловых приоритетов в профессионально-личностном развитии специалистов социальной сферы); *маркетинговая* (обеспечение структурных звеньев комплекса информацией о потребностях в специалистах социальной сферы различного уровня квалификации, специфике контингента обучаемых; продвижение диверсификационных продуктов на рынке профессионально-образовательных услуг; прогнозирование тенденций социального образования в городе, регионе, стране); *содержательно-технологические* (развитие вариативных технологий социально-профессионального образования для реализации сложнейших функций специалиста социальной сферы в различных подструктурах общественно-государственной системы социальной защиты населения); *организационно-процессуальная* (научно-методическое обеспечение всех форм, направлений, ступеней социально-профессионального образования;

активизация инновационной деятельности всех структурных звеньев комплекса); *мониторинговая* (экспертная оценка эффективности профессиональной подготовки конкурентоспособных специалистов социальной сферы).

Специфическими задачами университетского комплекса социального профиля являются: удовлетворение разнообразных потребностей учреждений инфраструктуры социальной сферы в специалистах различного уровня квалификации и специализации; предоставление возможности получить социально-профессиональное образование лицам с ограниченными возможностями; социальная реабилитация обучающихся с трудной жизненной ситуацией; поддержка выпускников в момент их вступления на рынок труда; создание научного корпуса ученых-исследователей проблем социальной работы как социокультурного феномена.

Принципы создания университетского комплекса социального профиля: многоступенчатость и вариативность социально-профессионального образования; преемственность и интегративность профессионально-образовательной среды, в которой каждый обучающийся и преподаватель может реализовать свои способности, потребности и возможности; деятельность служб сопровождения процесса непрерывного профессионального образования (адаптационных, методических, научно-исследовательских и др.).

Приоритетная цель университетского комплекса социального профиля – преобразование системы непрерывного социально-профессионального образования из выполняющей исключительно инструментальную роль (подготовка к труду, профессии, семейной жизни, переходу на новую ступень обучения) в самоценную и самоцельную разновидность социума. Важно сформировать в университетском комплексе такую образовательную среду для человека, из которой ему не захочется выходить, в которой ему интересно и комфортно осуществлять непрерывное социально-профессиональное образование.

Сущностными характеристиками университетского комплекса социального профиля являются: широкая развитость и многопрофильность инфраструктуры комплекса; гетерогенная система головного вуза и учебных заведений-спутников, социальных партнеров; высокий уровень самоуправления в структурных звеньях комплекса; высокий и полипрофильный уровень внедрения результатов научно-исследовательских работ в различных

секторах социальной инфраструктуры; высокий уровень диверсификации образования.

Университетский комплекс социального профиля как структурная целостность и центр, являясь частью социальной инфраструктуры региона, формируется под влиянием экономических, социальных, демографических, этнокультурных и других факторов.

Для совершенствования качества жизнедеятельности университетского комплекса социального профиля необходима реализация в его учебно-воспитательном процессе современных парадигм профессионального образования. Понятие парадигмы имеет существенное значение для осмысления процессов развития науки и практики. Термин «парадигма» был введен в широкий научный оборот американским историком и философом науки Т.Куном в конце 70-х гг. XX века и означал определенную картину мира (или его отдельных частей, структур, сфер) в виде модели постановки проблем и способов их решения [10]. В другом значении парадигма – это признание в научном мире достижения, представленного как теория, оказывающая существенное воздействие на развитие науки и определяющая на протяжении сколь-нибудь длительного времени этот процесс [12, с.639].

В современной педагогической литературе анализируются различные парадигмы базовых моделей образовательного процесса. Так, например, Ш.А.Амонашвили обращает внимание в первую очередь на авторитарно-императивную и гуманную парадигмы образования [1]. Е.А.Ямбург выделяет в качестве главных две парадигмы образования – когнитивную и личностную. В границах первой акцент делается на интеллектуальном развитии обучающихся. Все остальное в процессе обучения и воспитания рассматривается как следствие интеллектуального развития. Личностная парадигма, не противопоставляется когнитивной, т.к. в качестве главного результата данной парадигмы выступают эмоциональное и социальное развитие обучающихся. Е.А.Ямбург подчеркивает, что оба парадигмальных подхода к образовательному процессу используются, как правило, комбинированно, взаимодополняя друг друга [14]. Г.Б.Корнетов под педагогической парадигмой понимает «совокупность устойчивых характеристик, которые определяют содержательное единство схем теоретической и практической деятельности независимо от степени их рефлексии» [9, с.43]. При выявлении базовых парадигм образования Г.Б.Корнетов исходит из

источника и способа постановки педагогических целей, взаимодействия участников образовательного процесса и используемых для этого средств. С учетом этих критериев он выделяет парадигмы педагогики авторитарной, манипулятивной и педагогики поддержки.

Таким образом, образовательная парадигма как совокупность методологических и теоретических предпосылок для решения научно-педагогических проблем, базируется на определенных ценностях, реализуемых в педагогическом процессе.

Рассматривая парадигмы профессионального образования специалистов социальной сферы, следует назвать: *парадигму лично-ориентированного образования* (признание уникальности личности каждого студента, создание условий для развития и саморазвития профессионально-индивидуального и творческого потенциала будущего специалиста); *деятельностную парадигму* (формирование основ профессионализма будущего специалиста путем активизации различных видов деятельности студентов: учебно-познавательной, самообразовательной, практической учебно-профессиональной, учебно-исследовательской, научно-исследовательской; формирование и развитие системы умений и навыков по самоорганизации различных видов деятельности), *контекстную парадигму* (заключается в осуществлении образовательного процесса в контексте будущей профессиональной деятельности посредством воссоздания в формах и методах учебно-познавательной деятельности реальных связей и отношений, возникающих в трудовой при решении конкретных профессиональных задач); *компетентностную парадигму* (профессиональное становление и развитие будущего специалиста в период его подготовки базируется на овладении им совокупностью базовых профессионально-личностных компетенций, необходимых и достаточных для достижения цели трудовой деятельности, оптимального уровня функционально-профессиональной грамотности); *парадигму витагенного образования* (базируется на активизации субъектного жизненного опыта обучающегося, ее интеллектуально-психологического потенциала в образовательных целях); *парадигму практико-ориентированного профессионально-прикладного обучения* (включает совокупность следующих парадигм: профессионально-личностного роста и развития будущего специалиста; репродуктивно-ученическую парадигму; управленческую парадигму; пара-

дигму структурированного профессионального практико-ориентированного обучения); *социокультурную парадигму* (развитие «человека культуры» (М.Библер), формирование основ профессиональной культуры будущего специалиста; развитие этнокультурных и социокультурных компетенций личности), *парадигму самообразовательной деятельности* (формирование самообразовательной культуры личности обучающегося, которая выражается в овладении им комплексом знаний, умений, способов общения в системе «человек – информация»; самообразовательная культура – важнейший компонент профессионально-личностной культуры; включает в себя общеучебную культуру, культуру диалога, индивидуальную мультимедиакультуру личности); *парадигму мониторинга качества образования* (использование новейших достижений и технологических решений в управлении качеством профессионального образования; структурно-функциональная организация систем качества образовательного учреждения; ориентация на квалиметрический подход).

Приведем краткую характеристику некоторых парадигм профессионального образования, используемых в учебном процессе университетского комплекса социального профиля.

Личностно-ориентированная парадигма переакцентирует представление о приоритетных задачах профессионального образования с усвоения системы знаний, умений, навыков на выращивание личностного и профессионального потенциала специалиста. Перефразируя слова И.С.Якиманской [13] о сущности личностно-ориентированной парадигмы, следует подчеркнуть, что профессиональное образование не есть беспристрастное познание. Это субъектно-значимое постижение мира и профессиональной деятельности, наполненное для студента личностными смыслами, ценностными отношениями, зафиксированными в его субъектном опыте. Содержание этого опыта должно быть раскрыто, максимально использовано, обогащено научным содержанием и при необходимости преобразовано в ходе профессиональной подготовки.

Личностно-ориентированная парадигма реализуется в учебном процессе университетского комплекса при следующих условиях: обеспечение субъектной позиции студента в учебно-воспитательном процессе вуза; перевод учебно-познавательных и профессиональных проблем в жизненно важные проблемы студентов, требующие актуализации и теоретического осмысления их субъективного

опыта; построение взаимоотношений в системе «преподаватель – студент» на основе диалога, доверия, создающих условия для самораскрытия и самореализации профессионально-личностного потенциала будущего специалиста.

Деятельностная парадигма проявляется в таком характере организации учебно-воспитательного процесса комплекса, при котором преподаватель выступает в роли «менеджера», организатора обучения, а не в роли «транслятора знаний и способов деятельности»; основной акцент делается на проектно-созидательную деятельность студентов. Однако существует ряд противоречий между характером учебной и профессиональной деятельности, которые затрудняют достижение указанной цели. Так, в частности, противоречие между абстрактным предметом учебно-познавательной деятельности (информацией в символически-знаковой форме: тексты, программы, алгоритмы действий) и реальным предметом будущей профессиональной деятельности, в которой знания не даны в чистом виде, а включены в конкретные процессы профессионального взаимодействия и ситуации. Разрешение данного противоречия требует соединения учебного процесса с реальными учебно-производственной практики.

Контекстная парадигма (А.А.Вербицкий) базируется на том, что целенаправленное освоение профессиональной деятельности человеком невозможно вне контекста его жизненной ситуации, в которую включается не только он сам, но и внешние условия, другие люди, с которыми он находится в отношениях межличностного взаимодействия [3]. Реализация в учебном процессе современного университета *контекстной парадигмы* позволяет выполнить ряд базовых положений, связанных с профессионализацией будущего специалиста: 1) студент находится в деятельностной позиции, поскольку учебные предметы представлены в виде сценариев развертывания различных аспектов будущей профессиональной деятельности; 2) включается весь потенциал активности студента – от условия восприятия до уровня социальной активности по принятию совместных решений в сфере трудовой деятельности в период практики; 3) знания усваиваются студентами в контексте разрешения моделируемых профессиональных ситуаций, что обуславливает развитие профессиональной мотивации, личностный смысл процесса обучения; в модельной форме отражается сущность процессов, происходящих в науке, на производстве и в обществе,

тем самым содержательно-педагогически решается проблема интеграции учебной, научной и профессиональной деятельности студента; 4) используется обоснованное сочетание индивидуальных и совместных, коллективных форм работы студентов, что позволяет каждому делиться своим интеллектуальным и личностным содержанием с другими, приводит к развитию не только деловых, но и нравственных качеств личности; 4) студент накапливает опыт использования учебной информации в профессиональной деятельности, что обеспечивает превращение объективных значений учебной информации, в личностные смыслы трудовой деятельности.

В зарубежной литературе, посвященной проблемам профессиональной подготовки в области социальной работы, активно разрабатывается *компетентностная парадигма* социально-профессионального образования. Изучение отечественной и зарубежной психолого-педагогической литературы по проблеме компетентностной парадигмы профессионального образования показывает, что единого толкования ее сути нет. В исследованиях R.Z.Barker (Р. Баркер) комплексная профессиональная компетентность специалиста по социальной работе определена как сочетание шести различных типов компетентности: 1) концептуальной (научной) компетентности (понимание теоретических основ профессии); 2) инструментальной компетентности (владение базовыми профессиональными навыками); 3) интегративной компетентности (способность сочетать теорию и практику); 4) контекстуальной компетентности (понимание социальной, экономической и культурной среды, в которой осуществляется практика); 5) адаптивной компетентности (умение предвидеть изменения, важные для профессии, и быть готовым к ним); 6) компетентности в межличностной коммуникации (умение эффективно пользоваться письменными и устными средствами коммуникации) [15, с.138].

На современном этапе развития отечественной системы профессионального образования направления ее модернизации во многом определяются Болонским соглашением, обусловившим переход российского образования к *компетентностной модели выпуска*, которая кроме когнитивных и операционально-технологических компонентов содержит личностную (мотивационный, поведенческий, волевой компоненты) и межличностную (этический, социальный, коммуникативный компоненты) составляющую.

М.Доэл, С. Шардлоу считают, что про-

фессиональное развитие специалиста социальной сферы в период его подготовки в университете базируется на овладении им совокупностью *минимальных профессионально-личностных компетенций* специалиста: профессионально-познавательная компетенция (освоение системы профессиональных знаний); техническая компетенция (аспект владения профессиональными умениями); творческая компетенция (способность проявлять креативность в социально-профессиональной деятельности); рефлексивная компетенция (способность адекватно оценивать собственный уровень профессионально-личностного развития; разрабатывать и реализовывать программы самосовершенствования); социально-инициативная компетенция (аспект активного участника социальной жизни общества, осознания антропосоциальных целей человеческого бытия); компетенция самореализации в профессиональной и личной жизни (аспект формирования самодостаточной личности, последовательного и логического личностно-профессионального саморазвития специалиста) [4].

По мнению Э.Ф.Зеера, профессиональную компетентность специалиста можно описать единством системы компетенции, целей, мотивации и способов преобразования трудовой деятельности [6].

Перспективной профессионально-образовательной парадигмой подготовки специалистов социальной сферы является *парадигма витагенного образования*, разработанная и обоснованная в последней четверти XX века заслуженным деятелем науки России, доктором педагогических наук А.С.Белкиным. Парадигма витагенного образования базируется на активизации жизненного опыта обучаемого, который рассматривается как витагенная информация, ставшая достоянием личности, отложенная в резервах долговременной памяти и находящаяся в состоянии постоянной готовности к актуализации в адекватных ситуациях [2]. Витагенное обучение – обучение, основанное на актуализации (востребовании) жизненного опыта личности, ее интеллектуально-психологического потенциала в образовательных целях. Источниками витагенной информации являются: средства массовой информации; научная, техническая и художественная литература; произведения искусства; социальное, деловое и бытовое общение; различные виды деятельности; образовательный процесс. По мнению А.С.Белкина, включение в учебный материал субъективного опыта обучаемого

порождает новую психодидактическую реальность, усвоение которой, с одной стороны, обогащает опыт личности, придает знаниям и умениям личностный смысл, а с другой — обогащает жизненный опыт.

При реализации в учебном процессе современного университетского комплекса социального профиля *парадигмы практико-ориентированного профессионально-прикладного обучения* приоритетны следующие виды профессионально-образовательных технологий: *контекстно-прикладные* (формируют навыки определенного вида деятельности: учебно-познавательной, социально-профессиональной и др.); *интегративно-модульные* (обеспечивают межпредметные связи, сочетание теории и практики, формирование и развитие системы междисциплинарных профессиональных знаний, умений, компетенций); *интерактивные* (обеспечивают субъект-субъектную основу учебно-профессионального взаимодействия обучаемых и обучающихся); *конструктивно-проектные* (стимулируют учебно-познавательную активность, формируют культуру самообразовательной деятельности; навыки работы в команде).

Социальное образование – система воспроизводства обществом своей сущности, выраженной в интеллектуальном и социально-гуманитарном потенциале личности специалиста социальной сферы, гуманистической сущности человека и общества. По мнению И.А.Колесниковой, центром *социокультурной гуманитарной образовательной парадигмы* становится не обучающийся, усваивающий готовое знание, а человек, познающий истину. Но поскольку однозначной истины не существует, то важна не сама истина, а отношение к ней. При этом субъект-субъектные взаимодействия и отношения участников педагогического процесса строятся на принципах сотрудничества, сотворчества, диалога, обмена мнениями и взаимной ответственности за свободный выбор своей позиции, познание мира путем обмена духовными ценностями [7]. Органической частью качества образования в области социальной работы является духовно-нравственная (морально-волевая) направленность деятельности и поведения выпускника университета в процессе его социально-профессиональной работы, его гуманистические профессионально-личные ценности. По мнению Г.Е.Зборовского, в XXI веке необходимо активно исследовать *парадигму самообразовательной деятельности* в различных типах

образовательных учреждениях, в том числе и в университетском комплексе [5]. Профессиональное образование имеет не только социальную (осуществляется в специально-организованных группах), но и глубоко личностную природу (оно осваивается или «присваивается» индивидуально). Как бы педагогический коллектив или отдельные его представители ни хотели передать знания, опыт, навыки, приемы профессиональной деятельности обучаемым, процесс этот может быть успешным лишь на основе личностного стремления к цели – получению образования, профессии, специальности. В этом смысле профессиональное образование выступает прежде всего как *профессиональное самообразование*, готовность конкретного человека освоить и «присвоить» мир профессии, сделать его своим индивидуальным достоянием. Отсюда очевидно, что эффективность профессионального образования может базироваться на персональном интересе к нему, предрасположенности к соответствующим занятиям.

Основными идеями, ведущими положениями, определяющими реализацию *парадигмы менеджмента качества* в университетском комплексе, являются: реализация на практике квалиметрического подхода к организации и анализу образовательного процесса, заключающегося в расширении диапазона диагностируемых сторон и свойств процессуальной и результирующей сторон; высокий уровень квалиметрической культуры представителей администрации, педагогических работников, специалистов службы мониторинга качества образования; представленность в системе менеджмента качества многообразных видов деятельности (от учебной, воспитательной, методической до управленческой, оценочно-диагностической, прогностической).

В соответствии с парадигмой мониторинга качества образования для оценки эффективности и результативности образовательной системы непрерывной социально-профессиональной подготовки в университетском комплексе используются такие показатели как: *качество учебного процесса* (уровень успеваемости и уровень профессиональной обученности выпускников различных структурных звеньев университетского комплекса; качество учебно-методической работы и научно-методического обеспечения профессионально-образовательного процесса; качество преемственных учебных планов и программ; качество воспитательной и профессионально-воспитательной работы; качество ресурсного

и материального обеспечения; качество педагогического состава: квалификация педагогов, результаты аттестации, включенность в инновационную деятельность); *качество результатов обучения* (уровень социально-профессиональной подготовленности выпускников различных структурных подразделений университетского комплекса, уровень востребованности выпускников различных звеньев комплекса, в том числе поступление выпускников профильных школ комплекса в социально-профессиональные образовательные учреждения; уровень трудоустройства выпускников по специальности в учреждения социальной сферы; качество «конкурентной подготовки» выпускников, способность осваивать смежные специализации социального профиля; уровень удовлетворенности личных образовательных и профессиональных запросов выпускников, уровень научных достижений профессорско-преподавательского состава).

Результатами внедрения в учебно-воспитательный процесс университетского комплекса современных педагогических парадигм на личностно-профессиональном уровне являются: повышение конкурентоспособности выпускника; развитие его социальной, профессиональной мобильности и научно-исследовательской компетенции; содействие университетского комплекса в трудоустройстве; предоставление возможности преподавательской деятельности; удовлетворенность различными сторонами жизнедеятельности университетского комплекса и др.

Таким образом, современное качество профессиональной подготовки в университетском комплексе социального профиля обусловлено синергетической целостностью разных компонентов парадигм профессионального образования, каждая из которых в отдельности имеет относительно самостоятельный характер, но только вместе они могут обеспечить новое качество образования в области социальной работы.

Библиографический список

1. Амонашвили Ш. А. Размышления о гуманной педагогике. – М., 1996.
2. Белкин А. С., Жукова Н. К. Виталенное образование. Голографический подход. – Екатеринбург, 1999.
3. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. – М., 1991.
4. Дозл М., Шардлоу С. Обучение практике социальной работы: Международный взгляд и перспективы / Пер. с англ. Ю.Б. Шапиро. – М., 1997.
5. Зборовский Г. Е., Шуклина Е. А. Социология образования. – М., 2005.

6. Зеер Э. Ф., Павлова А. М., Сыманюк Э. Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход. – М., 2005.

7. Колесникова И. А. Педагогические цивилизации и их парадигмы. // Педагогика. – 1995. - № 6.

8. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года. – М., 2002. – 24 с.

9. Корнетов Г. Б. Парадигмы новых моделей образовательного процесса // Педагогика. – 1999. – № 3. С. 43-49.

10. Кун Т. Структура научных революций. – М., 1977.

11. Новейший философский словарь / Сост. А.А. Гриданов. – Минск, 1998.

12. Новый энциклопедический словарь. – М., 2002.

13. Якиманская И. С. Проектирование личностно-ориентированной системы обучения: принципы, проблемы, решения. – М., 1994.

14. Ямбург Е. А. Школа для всех. – М., 1996.

15. Barker R. Z. Social Work Dictionary - NASW, Silver Spring. Md 1987.

PARADIGMS OF MODERN VOCATIONAL TRAINING OF EXPERTS OF SOCIAL SPHERE AND THEIR USE IN EDUCATIONAL PROCESS OF A UNIVERSITY COMPLEX

Mardahaev L.V, Nikitina N. I.

In article the system of modern pedagogical paradigms of vocational training of experts of social sphere is proved; didactic mechanisms, conditions their realisation in educational process of a university complex are considered.

Мардахаев Лев Владимирович - доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой социальной и семейной педагогики РГСУ. Основные направления научной деятельности социальная педагогика, непрерывная профессиональная подготовка специалистов социально-педагогического профиля. Общее количество опубликованных работ: 468. e-mail: rgsu-kafedra-spd@mail.ru .

Никитина Наталья Ивановна - доктор педагогических наук, профессор кафедры социальной и семейной педагогики РГСУ. Основные направления научной деятельности : непрерывная профессиональная подготовка специалистов социальной сферы, технологии дистанционного образования. Общее количество опубликованных работ: 283. e-mail: nnatali0803@rambler.ru.

Требования к оформлению научных статей, направляемых в “Вестник СибАДИ”

О рассмотрении поступивших материалов. В редакции все поступившие статьи направляются на рецензирование. Высказанные замечания передаются автору по электронной почте. После переработки материалы вновь рассматривает рецензент, после чего принимается решение о возможности публикации. **Решение о публикации статей** принимается редколлекцией, в состав которой входят ведущие ученые ГОУ ВПО СибАДИ.

Об оформлении. Материалы необходимо предоставить в электронном виде и на бумаге форматом А4, ориентация листа - книжная. Оригинал должен быть чистым, не согнутым, без ручных правок. Нумерация страниц выполняется с обратной стороны листа карандашом. Объем статьи не должен превышать **7 страниц**.

Статья представляется в редакторе Microsoft Office Word 2003 – шрифт "Arial", отступ первой строки 0,6 см., межстрочный интервал одинарный.

Поля: верхнее – 3,5 см, нижнее, левое и правое – по 2,5; **переплет** - 0 см; **колонтитул от края:** верхний - 2,0 см; нижний - 2,0 см.

Заголовок. В верхнем левом углу листа проставляется УДК (размер шрифта 10 пт.). Далее по центру полужирным шрифтом (Ж) 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). Начинается словом «**Аннотация**» с прописной буквы (шрифт полужирный, курсив, 10 пт.); точка; затем с прописной буквы текст (курсив, 10 пт.), выравнивание по ширине. Отступ абзаца справа и слева – 0,6 см.

Ключевые слова: помещаются после слов **ключевые слова** (ж, размер шрифта 10 пт), (двоеточие) и должны содержать не более 5 семантических единиц.

Основной текст статьи набирается шрифтом 10 пт. и включает в себя введение, основную часть и заключение. Части статьи озаглавливаются (шрифт полужирный, 10 пт.).

Ссылки на литературные источники оформляются числами, заключенными в квадратные скобки ([1]). Ссылки должны быть последовательно пронумерованы.

Ниже основного текста (или текстов примечаний) печатается по центру жирным шрифтом заглавие **“Библиографический список”** и помещается пронумерованный перечень источников (шрифт 9 пт) в соответствии с действующими требованиями к библиографическому описанию (ГОСТ 7.05-2008).

В конце публикации, после списка литературы, 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.

Примечания оформляются числами в виде верхнего индекса. Примечания должны быть последовательно пронумерованы. Тексты примечаний помещаются после основного текста перед библиографическим списком.

Тексты примечаний. Если в тексте есть примечания, ниже основного текста набирается по центру жирным шрифтом заглавие “Примечания” и через строку помещаются тексты примечаний, пронумерованные числом в виде верхнего индекса (например, 1).

Формулы. Простые внутрискочные и однострочные формулы могут быть набраны без использования специальных редакторов – символами (допускается использование специальных символов из шрифтов Symbol, Greek Math Symbols, Math-PS Mathematica BTT). Сложные и многострочные формулы должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation. Смещение символов из текстовых редакторов с символами из редактора формул не допускается. Интервал в абзаце до и после формулы – 6 пт.

Если в тексте статьи содержатся **таблицы и иллюстрации**, то они 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) и помещены в конце статьи, после информации об авторе, или в отдельных файлах. В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них: “на рисунке

1.....“, “в таблице 3....“. До и после таблицы и рисунка интервал в абзаце 6 пт.

Таблицы помещаются на новой странице после списка литературы последовательно, согласно нумерации. Если таблица имеет большой объем, она может быть помещена на отдельной странице, а в том случае, когда она имеет значительную ширину – на странице с альбомной ориентацией.

Иллюстрации размещаются на новой странице после таблиц (или списка литературы) последовательно, согласно нумерации. Если иллюстрация имеет большой формат, она должна быть помещена на отдельной странице, а в том случае, когда она имеет значительную ширину – на странице с альбомной ориентацией. **Иллюстрации могут быть сканированными с оригинала или выполнены средствами компьютерной графики (с расширением JPEG, GIF, BMP).** Допускается размещение иллюстраций в отдельном файле электронной версии. Подписи к иллюстрациям могут прилагаться на отдельных страницах.

Реферат статьи, предназначенный для публикации в реферативном журнале, составляется на русском и английском языках и помещается в отдельном файле (РФ_ст_Иванова_АП).

Материалы для размещения в базе данных РУ НЭБ представляются в отдельном файле

- 1.* Фамилия, имя, отчество автора**.
- 2.* Место работы автора (если таковое имеется) в именительном падеже, адрес организации, должность**.
- 3.* Контактная информация (почтовый адрес, e-mail при её наличии)**.
- 4.* Название статьи.
- 5.* Аннотация.
- 6.* Ключевые слова: каждое слово или словосочетание отделяется от другого запятой или точкой с запятой.
7. Коды: УДК и/или ББК, и/или DOI и/или других классификационных индексов или систем регистрации.
8. Список пристатейных ссылок (или пристатейный список литературы).

* Эти пункты приводятся на русском и английском языках.

** Эти пункты указываются для каждого автора отдельно.

Важно четко, не допуская иной трактовки, указать место работы конкретного автора и должность.

Рукопись статьи должна быть подписана всеми соавторами с фразой: «статья публикуется впервые» и датой.

Сведения об авторе распечатываются и помещаются в отдельном файле в соответствии с образцом «Регистрационная карта автора».

Название файлов должно быть следующим: «Статья_Иванова_АП», «Рисунки_Иванова_АП», «РК_Иванова_АП», «РФ_ст_Иванова_АП».

Вместе с статьей необходимо предоставить ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ и РЕЦЕНЗИЮ.

Материалы не соответствующие вышеуказанным требованиям не рассматриваются.

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. 3232. тел. (3812) 65-98-33

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 2 (24) - 2012

Главный редактор

В. Ю. Кирничный
Ректор ФГБОУ ВПО «СибАДИ»

Заместитель главного редактора

В. В. Бирюков
Проректор по научной работе

Заместитель главного редактора

А. М. Завьялов

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. 3232. тел. (3812) 65-98-33.

Компьютерная верстка
Юренко Т.В.

Ответственный за выпуск
Юренко Т.В.

Печать статей произведена с оригиналов,
подготовленных авторами.

Подписано в печать 24.04.2012
Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial
Печать оперативная. Бумага офсетная
Усл. печ. л. 12,75. Тираж 500 экз.

Отпечатано в полиграфическом отделе УМУ СибАДИ
Россия, 644080, г. Омск,
пр. Мира, 5