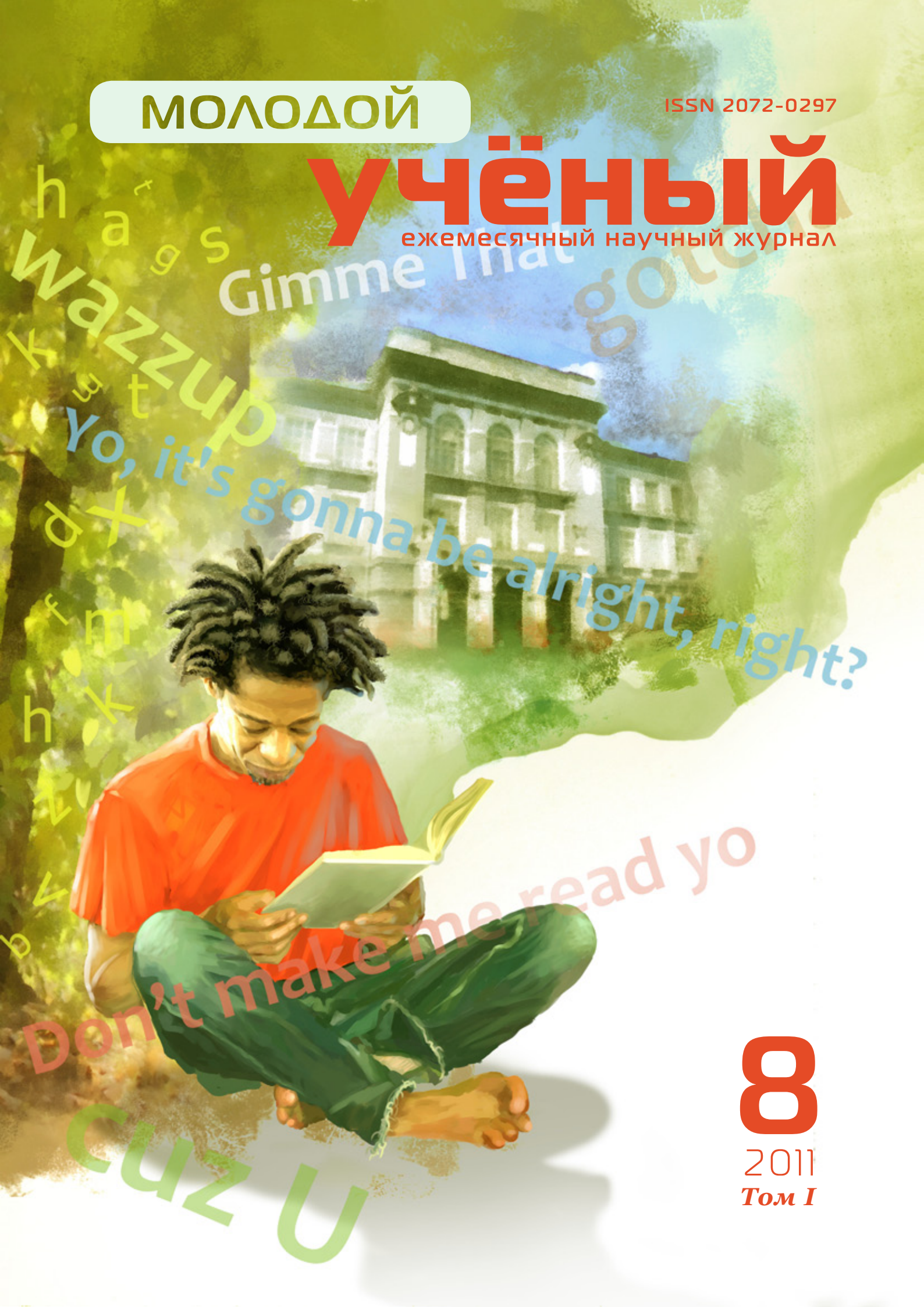


МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал



h a g s
wazzup
Yo, it's gonna be alright, right?
Gimme that go
Don't make me read yo
cuz U

8

2011
Том I

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 8 (31) / 2011

Том I

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Воложанина Олеся Александровна, *кандидат технических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Драчева Светлана Николаевна, *кандидат экономических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Ответственный редактор: Шultzга Олеся Анатольевна

Художник: Евгений Шишков

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

672000, г. Чита, ул. Бутина, 37, а/я 417.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ООО «Формат», г. Чита, ул. 9-го Января, д. 6.



Дизайн — студия «Воробей»

www.Vorobei-Studio.ru

Верстка — П.Я. Бурьянов

raul50@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

**Емельянов А.А., Кобзев А.В., Медведев А.В.,
Шепельков А.В., Зарубин Е.А., Воробьев А.Н.**

Математическая модель АД в неподвижной
системе координат с переменными $\bar{i}_s - \bar{\psi}_s$ 6

Шатагина Е.А., Шатагина А.А., Шатагин И.А.

Фрактальная структура ЭЖК слоев
н-тетрадекана.....12

МАТЕМАТИКА

Аширов А.

Задача о нормальных колебаниях системы вязких
стратифицированных жидкостей в упругом
сосуде 17

Мангалова Е.С.

О задаче восстановления нестационарной
стохастической зависимости по принципу
дерева регрессий.....24

Левин В.И., Немкова Е.А.

Решение интервальной задачи дробно-линейного
программирования сведением к задаче
линейного программирования 30

Оразов М.

Непрерывные аналоги закона распределения
простых чисел34

Оразов М.

О некоторых задачах теории мультипликативных
функций 37

Оразов М.

О представлении натуральных чисел в виде
разности двух последовательностей43

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ахмедзянов Д.А., Кишалов А.Е., Суханов А.В.

Обмен данными между SCADA-системой
и системой имитационного моделирования
авиационных двигателей в процессе
испытаний..... 50

**Михайлова А.Б., Михайлов А.Е.,
Ахмедзянов Д.А.**

Разработка методов и средств моделирования
компрессоров авиационных ГТД в одномерной
постановке.....53

Катков А.Н.

Алгоритмы коррекции погрешностей
тензометрических датчиков давления
цифровыми вторичными преобразователями...58

Катков А.Н.

Проектирование и документирование
встроенного программного обеспечения
вторичных преобразователей тензометрических
датчиков давления 61

Катков А.Н.

Структуры цифровых вторичных
преобразователей тензометрических
датчиков давления63

Клименко К.А.

Сравнительный анализ современных
датчиков тока66

Кукса Е.А.

Моделирование дальности действия
и пропускной способности базовой станции
мобильных сетей LTE68

Малашенко А.Ю.

Моделирование динамики мехатронных
преобразователей73

Мальцев М.С.

Испытание ограничителей перенапряжений79

Мартынов И.А.

Разработка программного обеспечения
для промышленной видео системы 80

Снежко В.Л., Хусни С.И.

Статистическая обработка результатов
гидравлического эксперимента83

Ходоскин Д.П.

Исследование разниц скоростей лидирующего
и ведомого автомобилей. Определение
параметров зависимостей дистанции
и временного интервала от этих скоростей86

Шилко И.И.

Расчет характерной площади космического
аппарата 90

Янучков М.Р.

Совершенствование диагностирования
подшипников коленчатых валов
автомобильных двигателей92

ИНФОРМАТИКА**Епифанова В.К.**

Организационные аспекты при переходе
на виртуальные сервера 100

ЭКОЛОГИЯ**Швабенланд И.С., Яброва Ю.И.**

Характеристика земельного фонда республики
Хакасия 103

ГЕОГРАФИЯ**Дегтярев К.С., Соловьев А.А.**

Энергообеспечение России – проблемы
и возможности решения 107

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**Антонова Н.А.**

Особенности бухгалтерского учета расчетов
по предоплате: аванс и задаток 113

Биянова Д.А.

Оптимизация налоговой нагрузки физических
лиц как экономическое обоснование введения
налога на недвижимость 118

Гибнер Я.М.

Коучинг как инструмент эффективного обучения
и развития персонала 121

Григорьев М.

Совершенствование системы оценки
эффективности сделок с активами между
российскими и зарубежными нефтегазовыми
компаниями 124

Забродин А.Ю.

Стратегии и принципы инновационного
управления компаниями инвестиционно-
строительной сферы 130

Зюмалина А.Р.

Инвестиционная привлекательность города:
понятие, определения, способы оценки 133

Комов М.С.

Особенности развития инновационной
деятельности в российском
машиностроении 138

Коростелева Е.М.

Текущее состояние и перспективы развития
машиностроительной отрасли в России 140

Кривошлыков В.С.

Анализ факторов, оказывающих влияние
на состояние и перспективы развития
локального рынка говядины
Курской области 144

Лоскутова И.Н.

Пути углубления энергетического
сотрудничества между Казахстаном
и Россией 152

Маклашина Л.Р.

Развитие водного туризма в Нижегородской
области 154

Михалёва И.В.

Общее и особенное политических процессов
России и Республики Корея, как мировых
субъектов..... 156

Новиков И.В.

Сравнительная характеристика двух систем
калькулирования чистой себестоимости: Direct
Costing и Variable Costing 159

Поликарпова М.Г.

Прогностический анализ развития внешнего
окружения металлургической компании
с учетом процессов интернационализации
и глобализации 162

Снегирева Е.В.

Особенности экономики регионов туристско-
рекреационной специализации и их ресурсный
потенциал 164

Токарев К.Е.

Моделирование сценарного развития различных
вариантов оказания медицинских услуг 169

Токмурзиев М.

Ценообразование в нефтедобывающей отрасли
республики Казахстан: влияние
и особенности 173

Уваров И.А.

Особенности мотивации менеджеров
по продажам для организаций, основным
коммерческим инструментом которых является
система сбыта..... 177

ФИЗИКА

Математическая модель АД в неподвижной системе координат с переменными $\bar{i}_s - \bar{\psi}_s$

Емельянов А.А., ст. преподаватель; Кобзев А.В., студент;
Медведев А.В., студент; Шепельков А.В., студент;
Зарубин Е.А., студент; Воробьев А.Н., студент

При выполнении студентами дипломных и курсовых работ, связанных с моделированием асинхронного двигателя, возникает необходимость увеличения вариантов их модификаций. Одним из способов решения этой задачи является возможность выразить электромагнитный момент через различную комбинацию переменных токов и потокосцеплений двигателя [1, с.238] и [2].

Основные уравнения математической модели АД, записаны в векторной форме в относительных единицах, имеют следующий вид [3]:

$$\begin{cases} \bar{u}_S = r_S \cdot \bar{i}_S + \frac{d\bar{\psi}_S}{dt} + j \cdot \alpha_k \cdot \bar{\psi}_S & (1) \\ 0 = r_R \cdot \bar{i}_R + \frac{d\bar{\psi}_R}{dt} + j \cdot (\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot \bar{\psi}_R & (2) \\ \bar{\psi}_S = x_S \cdot \bar{i}_S + x_m \cdot \bar{i}_R & (3) \\ \bar{\psi}_R = x_R \cdot \bar{i}_R + x_m \cdot \bar{i}_S & (4) \end{cases}$$

Определим электромагнитный момент через векторное произведение [1, с. 238]:

$$m = \psi_{S\alpha} \cdot i_{S\beta} - \psi_{S\beta} \cdot i_{S\alpha}$$

Выразим из уравнения (3) \bar{i}_R :

$$\bar{i}_R = \frac{1}{x_m} \cdot \bar{\psi}_S - \frac{x_S}{x_m} \cdot \bar{i}_S.$$

В уравнение (4) подставим \bar{i}_S :

$$\bar{\psi}_R = x_R \cdot \left(\frac{1}{x_m} \cdot \bar{\psi}_S - \frac{x_S}{x_m} \cdot \bar{i}_S \right) + x_m \cdot \bar{i}_S = \frac{x_R}{x_m} \cdot \bar{\psi}_S - x_R \cdot \frac{x_S}{x_m} \cdot \bar{i}_S + x_m \cdot \bar{i}_S = \frac{x_R}{x_m} \cdot \bar{\psi}_S - \left(x_R \cdot \frac{x_S}{x_m} - x_m \right) \cdot \bar{i}_S$$

Обозначим $\frac{x_m}{x_R} = k_R$, $\frac{x_R \cdot x_S - x_m^2}{x_m \cdot x_R} = \frac{x_R \cdot x_S - x_m^2}{x_R} \cdot \frac{x_R}{x_m} = \frac{x'_S}{k_R}$, $\frac{x_R \cdot x_S - x_m^2}{x_R} = x'_S$, тогда

$$\bar{\psi}_R = \frac{1}{k_R} \cdot \bar{\psi}_S - \frac{x'_S}{k_R} \cdot \bar{i}_S.$$

Из уравнения (1) выразим $\frac{d\bar{\psi}_S}{dt}$:

$$\bar{u}_s = r_S \cdot \bar{i}_s + \frac{d\bar{\psi}_S}{dt} + j \cdot \alpha_k \cdot \bar{\psi}_S;$$

$$\frac{d\bar{\psi}_S}{dt} = \bar{u}_s - r_s \cdot \bar{i}_s - j \cdot \alpha_k \cdot \bar{\psi}_S.$$

Подставим $\frac{d\bar{\psi}_S}{dt}$ во (2) уравнение:

$$\left\{ \begin{aligned} 0 &= r_R \cdot \left(\frac{1}{x_m} \cdot \bar{\psi}_S - \frac{x_S}{x_m} \cdot \bar{i}_s \right) + \frac{d \left(\frac{1}{k_R} \cdot \bar{\psi}_S - \frac{x'_S}{k_R} \cdot \bar{i}_s \right)}{d\bar{t}} + j \cdot (\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot \left(\frac{1}{k_R} \cdot \bar{\psi}_S - \frac{x'_S}{k_R} \cdot \bar{i}_s \right) \\ 0 &= \frac{r_R}{x_m} \cdot \bar{\psi}_S - \frac{r_R \cdot x_S}{x_m} \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{k_R} \cdot \frac{d\bar{\psi}_S}{d\bar{t}} - \frac{x'_S}{k_R} \cdot \frac{d\bar{i}_s}{d\bar{t}} + j \cdot \frac{(\alpha_k - \nu \cdot p)}{k_R} \cdot \bar{\psi}_S - j \cdot \frac{(\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot x'_S}{k_R} \cdot \bar{i}_s \\ 0 &= \frac{r_R}{x_m} \cdot \bar{\psi}_S - \frac{r_R \cdot x_S}{x_m} \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{k_R} \cdot (\bar{u}_s - r_s \cdot \bar{i}_s - j \cdot \alpha_k \cdot \bar{\psi}_S) - \frac{x'_S}{k_R} \cdot \frac{d\bar{i}_s}{d\bar{t}} + \\ &+ j \cdot \frac{(\alpha_k - \nu \cdot p)}{k_R} \cdot \bar{\psi}_S - j \cdot \frac{(\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot x'_S}{k_R} \cdot \bar{i}_s \\ 0 &= \frac{r_R}{x_m} \cdot k_R \cdot \bar{\psi}_S - \frac{r_R \cdot x_S}{x_m} \cdot k_R \cdot \bar{i}_s + \bar{u}_s - r_s \cdot \bar{i}_s - j \cdot \alpha_k \cdot \bar{\psi}_S - x'_S \cdot \frac{d\bar{i}_s}{d\bar{t}} + \\ &+ j \cdot (\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot \bar{\psi}_S - j \cdot (\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot x'_S \cdot \bar{i}_s \\ 0 &= \frac{r_R}{x_m} \cdot k_R \cdot \bar{\psi}_S - \left(\frac{r_R \cdot x_S}{x_m} \cdot k_R + r_s \right) \cdot \bar{i}_s + \bar{u}_s - j \cdot \alpha_k \cdot \bar{\psi}_S - x'_S \cdot \frac{d\bar{i}_s}{d\bar{t}} + \\ &+ j \cdot (\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot \bar{\psi}_S - j \cdot (\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot x'_S \cdot \bar{i}_s \end{aligned} \right.$$

Обозначим $\frac{r_R \cdot x_S}{x_m} \cdot k_R + r_s = r'_s$, далее обе части разделим на r'_s и $\frac{x'_S}{r'_s} = \bar{T}_{s2}$

$$\left\{ \begin{aligned} 0 &= \frac{r_R}{x_m \cdot r'_s} \cdot k_R \cdot \bar{\psi}_S - \bar{i}_s + \frac{1}{r'_s} \cdot \bar{u}_s - j \cdot \frac{\alpha_k}{r'_s} \cdot \bar{\psi}_S - \bar{T}_{s2} \cdot \frac{d\bar{i}_s}{d\bar{t}} + \\ &+ j \cdot \frac{(\alpha_k - \nu \cdot p)}{r'_s} \cdot \bar{\psi}_S - j \cdot (\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot \bar{T}_{s2} \cdot \bar{i}_s. \end{aligned} \right.$$

Система уравнений (1) – (4) преобразуется в следующие уравнения:

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{u}_s &= r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{d\bar{\psi}_S}{d\bar{t}} + j \cdot \alpha_k \cdot \bar{\psi}_S \\ 0 &= \frac{r_R}{x_m \cdot r'_s} \cdot k_R \cdot \bar{\psi}_S - \bar{i}_s + \frac{\bar{u}_s}{r'_s} - j \cdot \frac{\alpha_k}{r'_s} \cdot \bar{\psi}_S - \bar{T}_{s2} \cdot \frac{d\bar{i}_s}{d\bar{t}} + j \cdot \frac{(\alpha_k - \nu \cdot p)}{r'_s} \cdot \bar{\psi}_S - j \cdot (\alpha_k - \nu \cdot p) \cdot \bar{T}_{s2} \cdot \bar{i}_s. \end{aligned} \right.$$

Рассмотрим процессы в неподвижной системе координат, $\omega_k = 0$, $\alpha_k = 0$:

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{u}_s &= r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{d\bar{\psi}_S}{d\bar{t}} \\ 0 &= \frac{r_R}{x_m \cdot r'_s} \cdot k_R \cdot \bar{\psi}_S - \bar{i}_s + \frac{1}{r'_s} \cdot \bar{u}_s - \bar{T}_{s2} \cdot \frac{d\bar{i}_s}{d\bar{t}} - j \cdot \frac{\nu \cdot p}{r'_s} \cdot \bar{\psi}_S + j \cdot \nu \cdot p \cdot \bar{T}_{s2} \cdot \bar{i}_s. \end{aligned} \right.$$

Вещественную ось обозначим α , а мнимую через β . Пространственные вектора в этом случае раскладываются по осям:

$$\bar{u}_s = u_{s\alpha} + j \cdot u_{s\beta}; \quad \bar{i}_s = i_{s\alpha} + j \cdot i_{s\beta}; \quad \bar{\psi}_s = \psi_{s\alpha} + j \cdot \psi_{s\beta}.$$

Подставим эти значения в уравнения и, приравняв отдельно вещественные и мнимые части, получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{s\alpha} + j \cdot u_{s\beta} = r_s \cdot (i_{s\alpha} + j \cdot i_{s\beta}) + \frac{d(\psi_{s\alpha} + j \cdot \psi_{s\beta})}{dt} \\ 0 = \frac{r_R}{x_m \cdot r_s'} \cdot k_R \cdot (\psi_{s\alpha} + j \cdot \psi_{s\beta}) - i_{s\alpha} - j \cdot i_{s\beta} + \frac{1}{r_s'} \cdot (u_{s\alpha} + j \cdot u_{s\beta}) - \bar{T}_{s2}' \cdot \frac{di_s}{dt} - \\ - j \cdot \frac{v \cdot p}{r_s'} \cdot (\psi_{s\alpha} + j \cdot \psi_{s\beta}) + j \cdot v \cdot p \cdot \bar{T}_{s2}' \cdot (i_{s\alpha} + j \cdot i_{s\beta}). \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{s\alpha} = r_s \cdot i_{s\alpha} + \frac{d\psi_{s\alpha}}{dt} \\ u_{s\beta} = r_s \cdot i_{s\beta} + \frac{d\psi_{s\beta}}{dt} \\ 0 = \frac{r_R}{x_m \cdot r_s'} \cdot k_R \cdot \psi_{s\alpha} - i_{s\alpha} + \frac{1}{r_s'} \cdot u_{s\alpha} - \bar{T}_{s2}' \cdot \frac{di_{s\alpha}}{dt} + \frac{v \cdot p}{r_s'} \cdot \psi_{s\beta} - v \cdot p \cdot \bar{T}_{s2}' \cdot i_{s\beta} \\ 0 = \frac{r_R}{x_m \cdot r_s'} \cdot k_R \cdot \psi_{s\beta} - i_{s\beta} + \frac{1}{r_s'} \cdot u_{s\beta} - \bar{T}_{s2}' \cdot \frac{di_{s\beta}}{dt} - \frac{v \cdot p}{r_s'} \cdot \psi_{s\alpha} + v \cdot p \cdot \bar{T}_{s2}' \cdot i_{s\alpha}. \end{array} \right.$$

С учетом электромагнитных моментов система уравнений в операторной форме $\frac{d}{dt} = s$ примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{s\alpha} = r_s \cdot i_{s\alpha} + s \cdot \psi_{s\alpha} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$u_{s\beta} = r_s \cdot i_{s\beta} + s \cdot \psi_{s\beta} \quad (2)$$

$$0 = \frac{r_R \cdot k_R}{x_m \cdot r_s'} \cdot \psi_{s\alpha} - i_{s\alpha} + \frac{1}{r_s'} \cdot u_{s\alpha} - \bar{T}_{s2}' \cdot s \cdot i_{s\alpha} + \frac{v \cdot p}{r_s'} \cdot \psi_{s\beta} - v \cdot p \cdot \bar{T}_{s2}' \cdot i_{s\beta} \quad (3)$$

$$0 = \frac{r_R \cdot k_R}{x_m \cdot r_s'} \cdot \psi_{s\beta} - i_{s\beta} + \frac{1}{r_s'} \cdot u_{s\beta} - \bar{T}_{s2}' \cdot s \cdot i_{s\beta} - \frac{v \cdot p}{r_s'} \cdot \psi_{s\alpha} + v \cdot p \cdot \bar{T}_{s2}' \cdot i_{s\alpha} \quad (4)$$

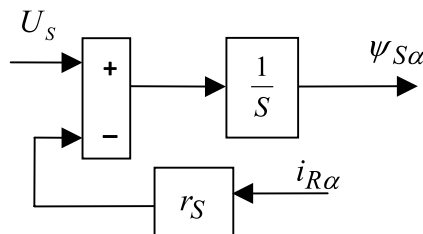
$$v = (m - m_c) \cdot \frac{1}{\bar{T}_m \cdot s} \quad (5)$$

$$m = \psi_{s\alpha} \cdot i_{s\beta} - \psi_{s\beta} \cdot i_{s\alpha}. \quad (6)$$

Структурная схема для уравнения (1):

$$u_{s\alpha} = r_s \cdot i_{s\alpha} + s \cdot \psi_{s\alpha};$$

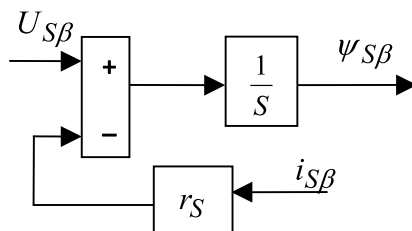
$$\psi_{s\alpha} = (u_{s\alpha} - r_s \cdot i_{s\alpha}) \cdot \frac{1}{s}.$$



Структурная схема для уравнения (2):

$$u_{S\beta} = r_S \cdot i_{S\beta} + s \cdot \psi_{S\beta};$$

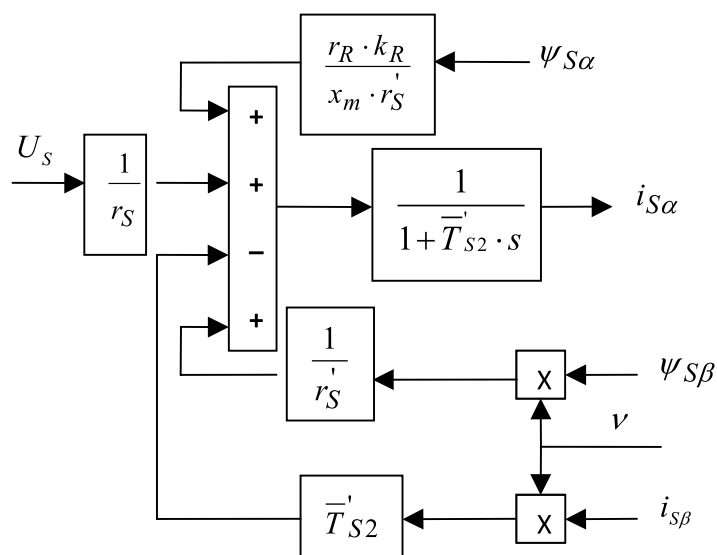
$$\psi_{S\beta} = (u_{S\beta} - r_S \cdot i_{S\beta}) \cdot \frac{1}{s}.$$



Структурная схема для уравнения (3):

$$0 = \frac{r_R}{x_m \cdot r'_S} \cdot k_R \cdot \psi_{S\alpha} - i_{S\alpha} + \frac{1}{r'_S} \cdot u_{S\alpha} - \bar{T}'_{S2} \cdot s \cdot i_{S\alpha} + \frac{\nu \cdot p}{r'_S} \cdot \psi_{S\beta} - \nu \cdot p \cdot \bar{T}'_{S2} \cdot i_{S\beta};$$

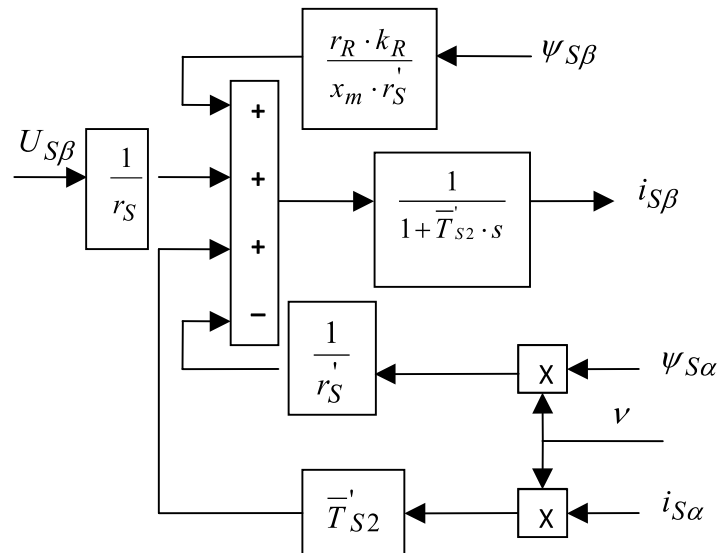
$$i_{S\alpha} = \left(\frac{r_R}{x_m \cdot r'_S} \cdot k_R \cdot \psi_{S\alpha} + \frac{1}{r'_S} \cdot u_{S\alpha} + \frac{\nu \cdot p}{r'_S} \cdot \psi_{S\beta} - \nu \cdot p \cdot \bar{T}'_{S2} \cdot i_{S\beta} \right) \cdot \frac{1}{1 + \bar{T}'_{S2} \cdot s}.$$



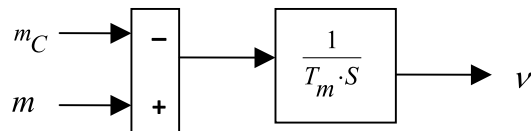
Структурная схема для уравнения (4):

$$0 = \frac{r_R}{x_m \cdot r'_S} \cdot k_R \cdot \psi_{S\beta} - i_{S\beta} + \frac{1}{r'_S} \cdot u_{S\beta} - \bar{T}'_{S2} \cdot s \cdot i_{S\beta} - \frac{\nu \cdot p}{r'_S} \cdot \psi_{S\alpha} + \nu \cdot p \cdot \bar{T}'_{S2} \cdot i_{S\alpha};$$

$$i_{S\beta} = \left(\frac{r_R}{x_m \cdot r'_S} \cdot k_R \cdot \psi_{S\beta} + \frac{1}{r'_S} \cdot u_{S\beta} + \frac{\nu \cdot p}{r'_S} \cdot \psi_{S\alpha} - \nu \cdot p \cdot \bar{T}'_{S2} \cdot i_{S\alpha} \right) \cdot \frac{1}{1 + \bar{T}'_{S2} \cdot s}.$$

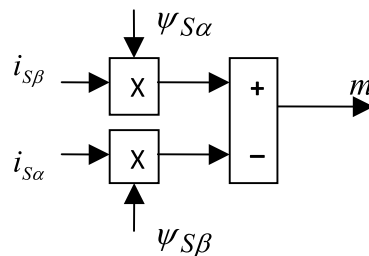


Структурная схема для уравнения (5):



Структурная схема для уравнения (6):

$$m = \psi_{S\alpha} \cdot i_{S\beta} - \psi_{S\beta} \cdot i_{S\alpha}.$$



Для моделирования выберем АКЗ со следующими паспортными данными и параметрами [4], [5]: $P = 320 \text{ кВт}$, $U_1 = 380 \text{ В}$, $I_1 = 324 \text{ А}$, $f = 50 \text{ Гц}$, $p = 3$, $R_S = 0.0178 \text{ Ом}$, $R_r = 0.0194 \text{ Ом}$, $L_{\sigma S} = 0.118 \text{ Гн}$, $L_{\sigma r} = 0.123 \text{ Гн}$, $X_s = 4.67 \text{ Ом}$, $X_r = 4.675 \text{ Ом}$, $X_m = 4.552 \text{ Ом}$, $J = 28 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Значения безразмерных коэффициентов в уравнениях, рассчитанные по выражениям, приведенным выше:

Коэффициент	T_{S10}	T_{R10}	k_S	k_R	r_R	r_S	r'_S	T_m
Значение	6.395	12.269	0.975	0.974	0.0152	0.0165	0.016	783.5

Модель АКЗ, построенная по уравнениям (1) – (6), представленная на рис. 1.

На вход модели в момент времени $t = 0$ подаются напряжения $U_{s\alpha} = \cos t$, $U_{s\beta} = \sin t$, ($\alpha_k = 0$), тем самым реализуя прямой пуск.

Осциллографы измеряют относительные значения электромагнитного момента и скорости. Результаты моделирования представлены на рис. 2. Они показывают, что при прямом пуске вначале наблюдается значительные колебания момента.

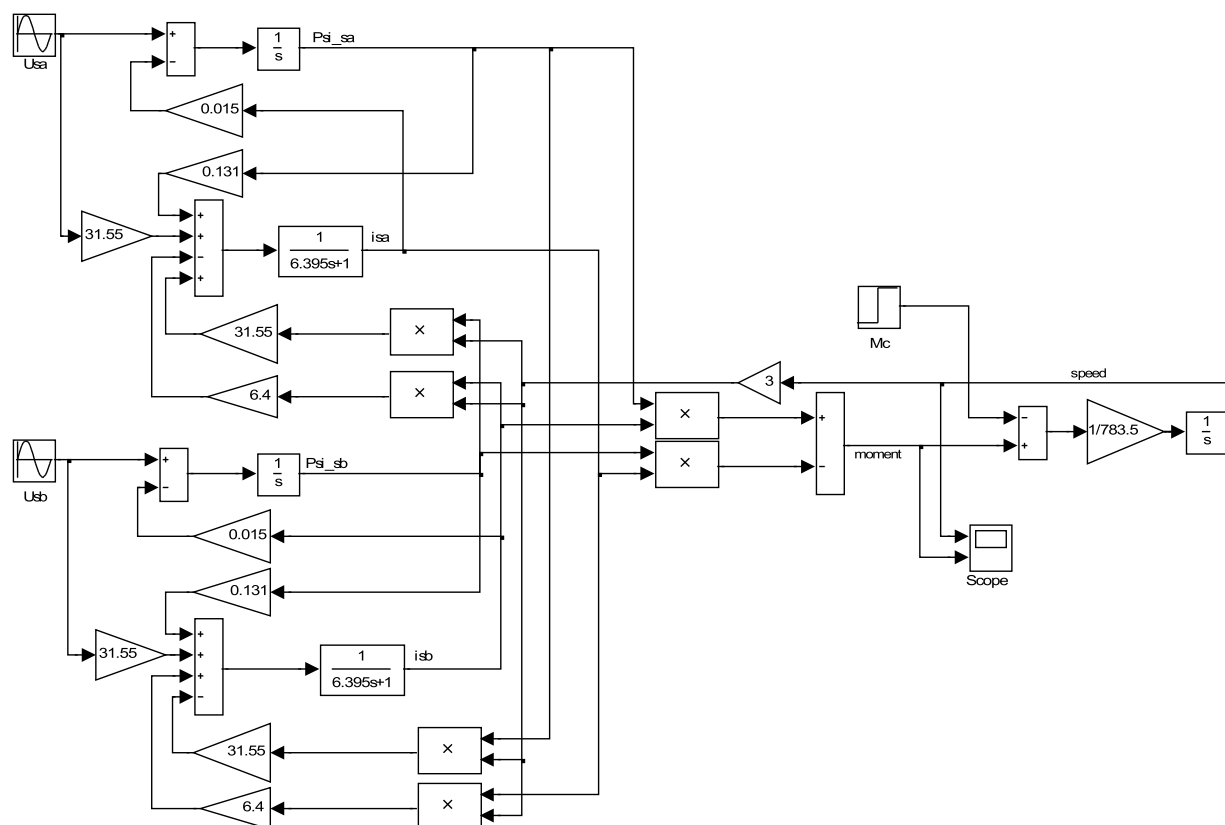


Рис. 1. Модель АКЗ в неподвижной системе координат с переменными $\bar{i}_s - \bar{\psi}_s$

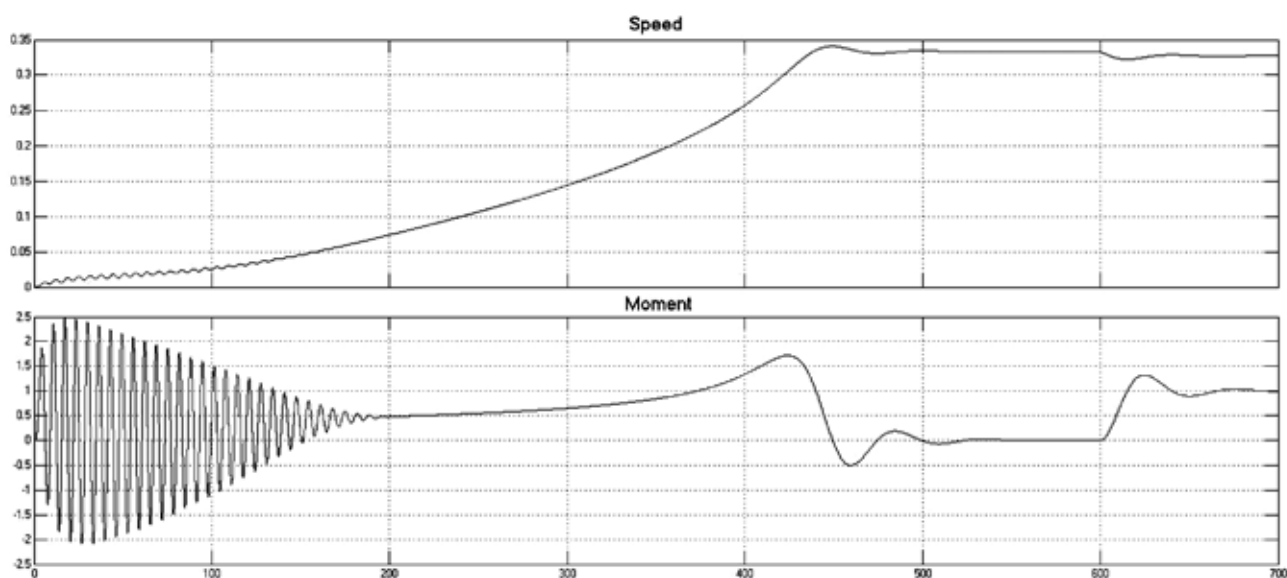


Рис. 2. Результаты моделирования.

Литература:

1. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. Екатеринбург: УРО РАН, 2000. 654 с.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем Matlab 6.0: Учебное пособие. — Спб.: Корона принт. 2001. — 320с., ил.

3. Емельянов А.А., Клишин А.В., Медведев А.В. Математическая модель АД в неподвижной системе координат с переменными $\bar{\psi}_R - \bar{i}_R$ [Текст] / Молодой ученый. — 2010. — №4. — С. 8–24.
4. Шрейнер Р.Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления. Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. 361 с.
5. Емельянов А.А., Медведев А.В., Кобзев А.В., Медведев А.В., Шепельков А.В., Зарубин Е.А., Воробьев А.Н. Математическая модель АД в неподвижной системе координат с переменными $\bar{\psi}_m - \bar{i}_s$ [Текст] / Молодой ученый. — 2011. — №3. — С. 11–21.

Фрактальная структура ЭЖК слоев н-тетрадекана

Шатагина Е.А., аспирант; Шатагина А.А., студент; Шатагин И.А., студент
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

Эпитропные жидкие кристаллы (ЭЖК) — это жидкокристаллическое состояние, которое образуется немезогенными жидкостями и возникает у поверхности лиофильной твердой подложки [1]. Организация ЭЖК слоев (приповерхностных ориентационно упорядоченных слоев жидкости) связана с дальнедействующими поверхностными силами, влияние которых распространяется на молекулы жидкости не более, чем на несколько молекулярных слоев [2]. Однако, на металлической подложке индивидуальные предельные углеводороды, смазочные жидкости на их основе (минеральные масла SAE 15W40, BP180) образуют ЭЖК слои при $T \sim 295$ К толщиной $\sim 1 \div 5$ мкм. Кроме того, установлено, что степень молекулярной упорядоченности в ЭЖК слоях (в частности, в ЭЖК слоях н-алканов) убывает по мере удаления от подложки [3, 4]. Это свидетельствует о несовершенстве представленной в [3] упрощенной реологической модели течения прослойки с квазижидкокристаллическими слоями.

В связи с этим предлагается новый взгляд на организацию ЭЖК. А именно, ЭЖК слои представляют собой объект с фрактальной структурой — фрактальный кластер, образованный молекулами жидкости на металлической подложке.

Задачей исследования стало изучение структуры ЭЖК слоев н-тетрадекана и выявление ее фрактальной природы.

Широко известно определение фрактала, данное Мандельбротом: фрактал представляет самоподобное (в смысле изменения масштаба) множество, размерность которого отличается от топологической [5, 6]. Фрактальный кластер (или фрактальный агрегат) является одним из объектов с фрактальной структурой. Такая система имеет рыхлую и ветвистую структуру и образуется в большом наборе физических процессов, сопровождающихся ассоциацией твердых частиц близких размеров. Одним из свойств фрактального кластера является то, что по мере его роста падает средняя плотность вещества в объеме, занимаемом кластером [5].

Физические системы обладают характерным минимальным линейным размером, таким как радиус R_0 атома или молекулы. Известная форма для соотношения между

числом частиц и размером кластера, который оценивается по радиусу R наименьшей сферы, содержащей кластер внутри себя, имеет вид:

$$N = \rho(R/R_0)^{D_f}, N \rightarrow \infty, \quad (1)$$

где D_f — размерность кластера, не зависящая от его формы. Фрактальная размерность кластера служит количественной характеристикой того, как кластер заполняет занимаемое им пространство [6,7].

В [8] была получена фрактальная формула зависимости вязкости от градиента скорости γ :

$$\eta = \eta_0 (1 + k\gamma^\alpha), \quad (2)$$

где k — константа, γ — градиент скорости, $\alpha = p(D_f + 1)$ (D_f — фрактальная размерность площади агрегата; p — величина, характеризующая потенциал взаимодействия коллоидных частиц и кинетику формирования фрактального агрегата).

Объектом исследования был представитель н-алканов — тетрадекан $C_{14}H_{30}$ ($T_{пл} = 278,8$ К). Индивидуальные жидкости удобны для исследования ввиду известного строения их молекул. Изучались температурные зависимости коэффициента вязкости тетрадекана в его микронных прослойках, в которых наличие ЭЖК существенно и может повлиять на этот коэффициент. При этом для измерений вязкости тонких прослоек жидкостей использовался ротационный вискозиметр [3].

Измеряемая «эффективная» вязкость $\eta_{эф}$ микронных прослоек тетрадекана сравнивалась с его вязкостью η_0 в «объеме», определяемой капиллярными ($\varnothing \sim 1$ мм) вискозиметрами. Экспериментальные зависимости коэффициента относительной вязкости тетрадекана ($\eta_{отн} = \eta_{эф}/\eta_0$) от скорости сдвиговой деформации в его прослойке (толщиной $D = 1,5$ мкм) ротационной пары вискозиметра для разных температур представлены на рис. 1. Аналогичные зависимости были получены для прослоек толщиной $D = 4$ мкм. Из рис. 1 следует, что есть некоторый диапазон скоростей деформации γ , в котором эффективные вязкости тетрадекана, измеренные при разных температурах, существенно различаются, причем вязкость увеличивается с понижением температуры. Повышенная, по сравнению с «объемом», вязкость микронной прослойки, как и ранее связана с нали-

чем ЭЖК слоев [3,4]. С увеличением γ , эффективная вязкость жидкостей уменьшается и становится равной «объемной» вязкости жидкости ($\eta_{\text{отн}} \rightarrow 1$), т.е. вязкости изотропной жидкости.

На рис. 2 приведен график температурной зависимости коэффициента вязкости μ_s тетрадекана при зазоре $D=1,5$ мкм, полученный экстраполяцией экспериментальных значений эффективной вязкости в область малых γ . Из

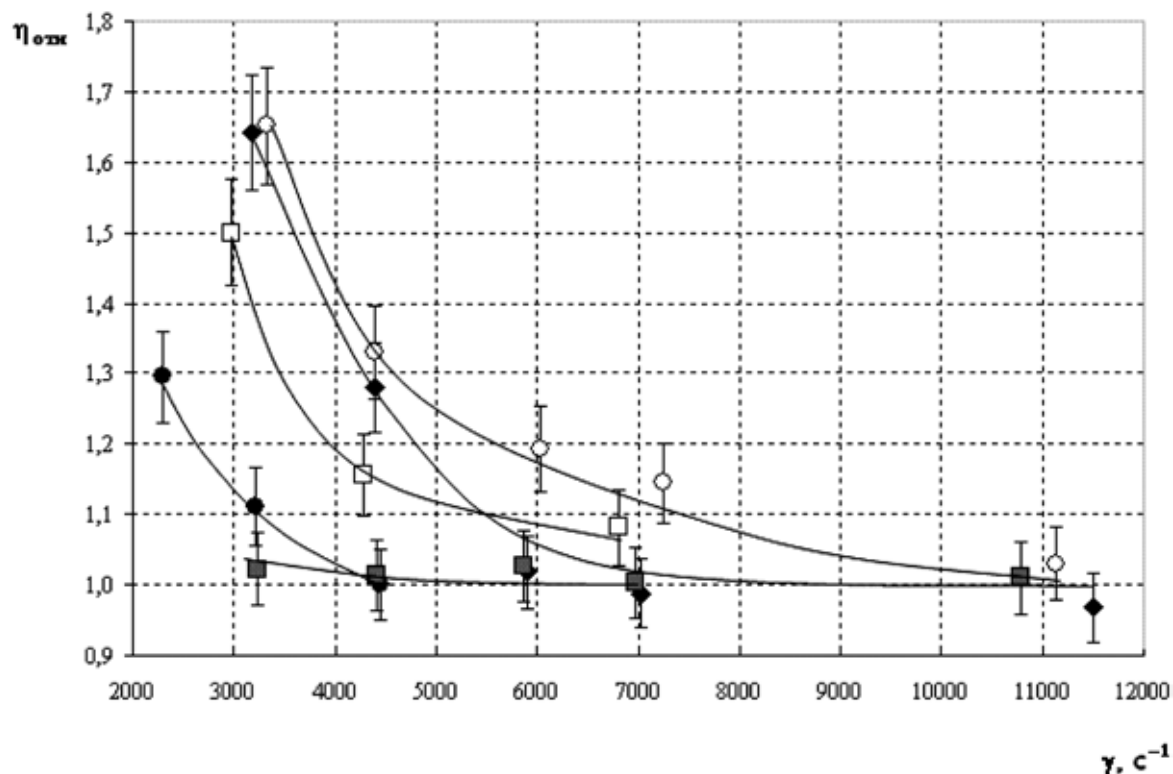


Рис. 1. Экспериментальные зависимости относительной вязкости тетрадекана от скорости сдвиговой деформации, зазор ротационной пары $D=1,5$ мкм, при температурах T : \circ – 285,5 К, \blacklozenge – 288,8 К, \square – 293,8 К, \bullet – 297,3 К, \blacksquare – 300,8 К

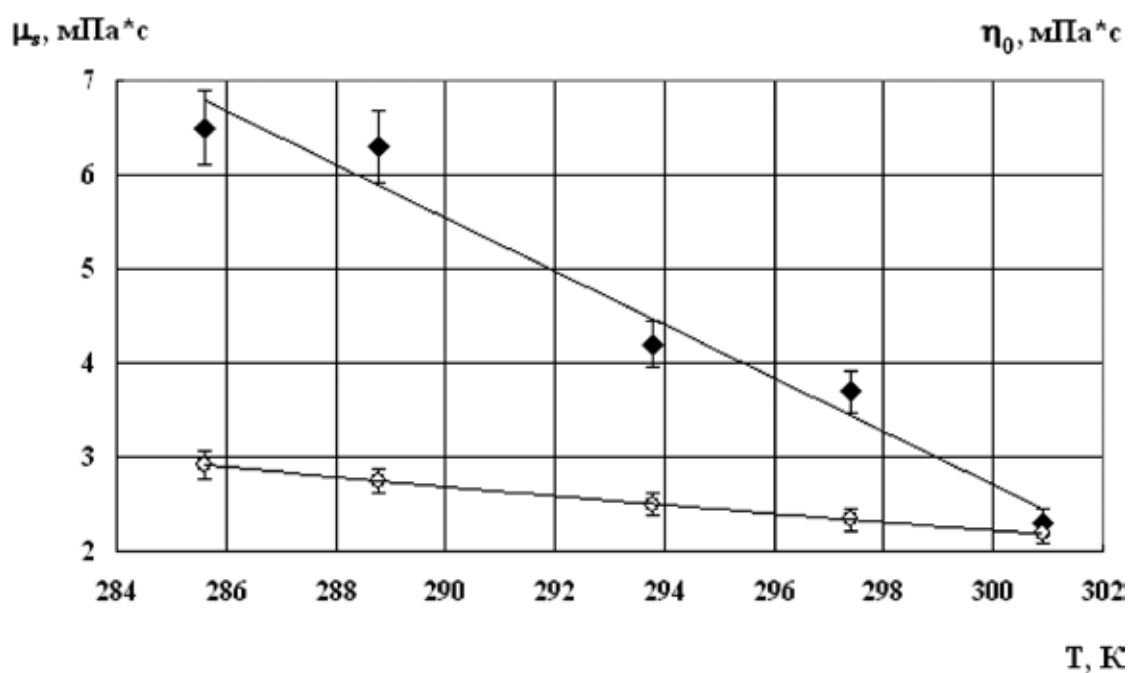


Рис. 2. Температурные зависимости коэффициента вязкости μ_s (\blacklozenge) и коэффициента вязкости «в объеме» η_0 (\circ) тетрадекана

графика видно, что коэффициент вязкости ЭЖК слоя тетрадекана μ_s отличен от вязкости в «объеме» η_0 и имеет другую температурную зависимость.

На рис. 3 и 4 представлены зависимости $\ln(\eta_{\text{отн}}-1)$ от $\ln \gamma$ для прослоек тетрадекана, содержащих ЭЖК слои (для построения этих зависимостей использовался интервал

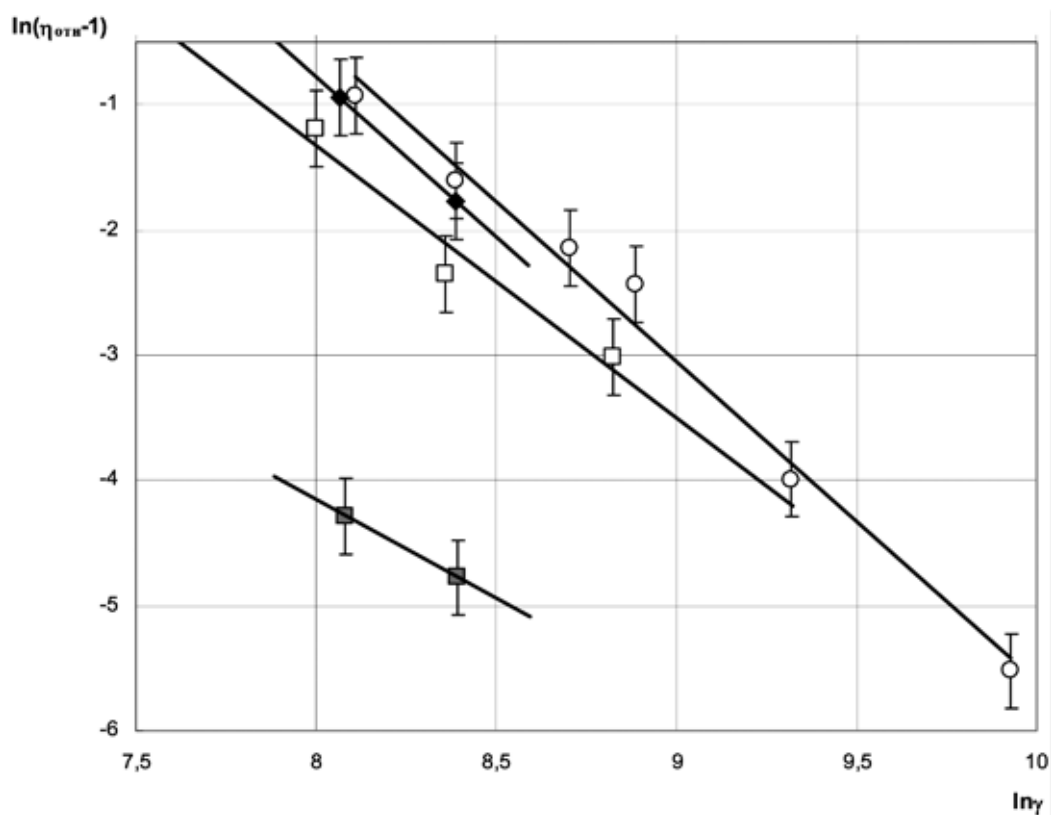


Рис. 3. Зависимость $\ln(\eta_{\text{отн}}-1)$ от $\ln(\gamma)$ для прослойки тетрадекана, толщина прослойки $D=1,5$ мкм, при температуре T : \circ – 285,5 К, \diamond – 288,8 К, \square – 293,8 К, \blacksquare – 300,8 К

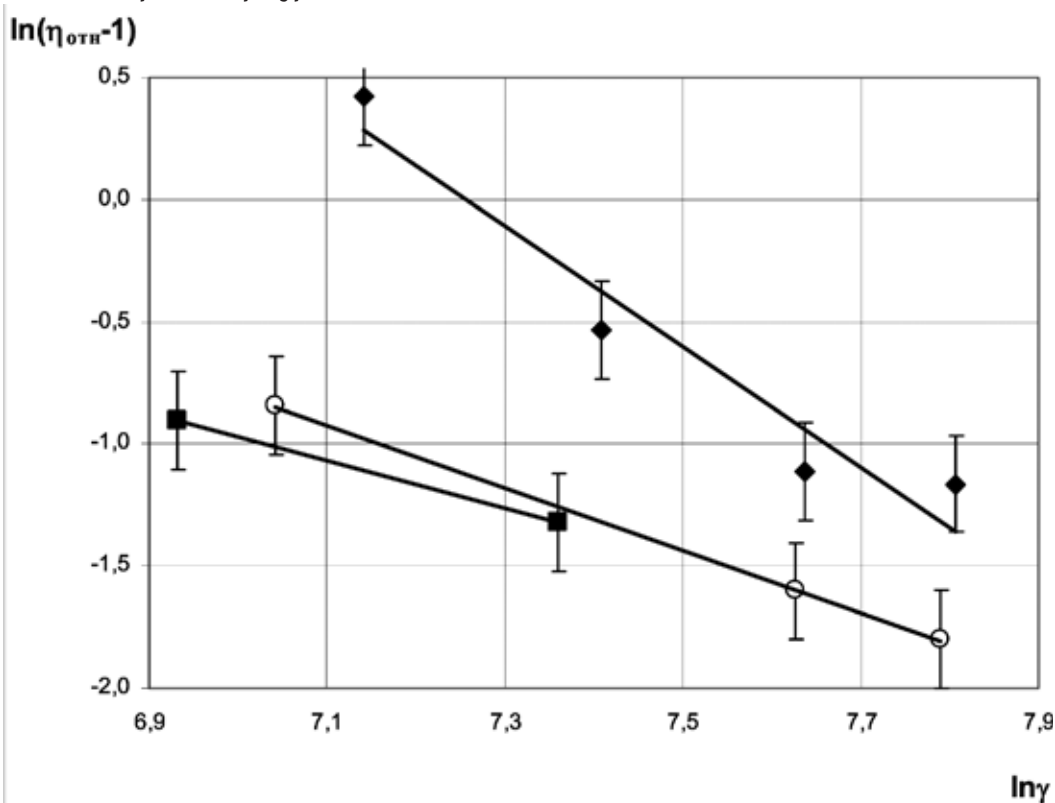


Рис. 4. Зависимость $\ln(\eta_{\text{отн}}-1)$ от $\ln(\gamma)$ для прослойки тетрадекана, толщина прослойки $D=4$ мкм, при температуре T : \diamond – 285,5 К, \circ – 292,1 К, \blacksquare – 298 К

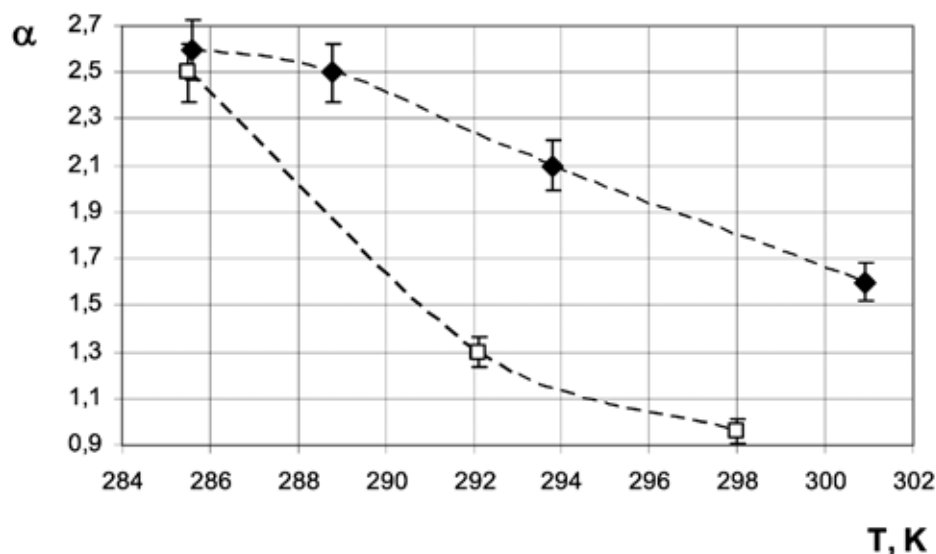


Рис. 5. Зависимость коэффициента α от температуры для прослоек тетрадекана толщиной: \blacklozenge – 1,5 мкм, \square – 4 мкм.

скоростей сдвиговой деформации, в котором $\eta_{\text{отн}} > 1$). В соответствии с формулой (2) экспериментальные точки аппроксимировались прямыми линиями. В табл. 1 приведены значения коэффициентов $\ln k$ и α . На рис. 5. приведена зависимость коэффициента α от температуры для прослоек тетрадекана толщиной 1,5 и 4 мкм. Из рисунка видно, что эти коэффициенты уменьшаются при увеличении температуры и толщины прослойки. От температуры зависят и величина p , и величина D_f . По нашему мнению, зависимость коэффициента α от толщины прослойки тетрадекана свидетельствует о различных фрактальных размерностях микронных прослоек тетрадекана, обусловленных разной степенью перекрытия ЭЖК слоев в таких тонких прослойках.

Таблица 1. Постоянные $\ln k$ и α для тетрадекана

D, мкм	T, K	$\ln k$	α
1,5	285,6	~20,5	2,6
	288,8	~20	2,5
	293,8	~16	2,1
	300,9	~9	1,6
4	285,5	~18	2,5
	292,1	~7,5	1,2
	298	~6	0,96

Убывание степени молекулярной упорядоченности в ЭЖК слоях (в частности, в ЭЖК слоях *n*-алканов) по мере удаления от подложки, вообще говоря, приводит к более рыхлой упаковке мономеров в них и снижению плотности по мере удаления от подложки.

Все вышесказанное позволяет нам сделать вывод о том, что ЭЖК слои представляют собой объект с фрактальной структурой — трехмерный фрактальный кластер, растущий на твердой подложке. Очевидно, что необходимо дальнейшее изучение рассматриваемого вопроса, что и станет задачей наших последующих исследований.

Выводы

В связи с проявлением ЭЖК слоев в микронных прослойках *n*-тетрадекана, вязкость последних отлична от вязкости в «объеме» и имеет иную температурную зависимость.

ЭЖК слои представляют собой объект с фрактальной структурой — фрактальный кластер.

Явление убывания степени молекулярной упорядоченности в ЭЖК слоях по мере удаления от подложки связано с фрактальной природой ЭЖК.

Литература:

1. Дерягин Б.В. Открытие СССР «Явление образования гомогенной граничной жидкокристаллической фазы немезогенной жидкости». Диплом №388. / Б.В. Дерягин, Ю.М. Поповский, Б.А. Алтоиз // Открытия и изобретения. — 1991. №12. — С. 1.
2. Алтоиз Б.А. Модель Изинга эпитропной ЖК фазы / Б.А. Алтоиз, Ю.М. Поповский, Е.С. Ляхова // Колл. ж. — 2000. — Т.62, №3. — С.299–302.
3. Алтоиз Б.А. Исследование эффективной вязкости тонких прослоек алифатических жидкостей в поле флуктуационных сил, порождаемых твердыми подложками / Б.А. Алтоиз, С.В. Кириян, Е.А. Шатагина // Журнал технической физики. — 2010. — Т.80, № 10. — С. 37–40.

4. Altoiz B.A. Structural rheological model of two-phase interlayer shear flow / B.A. Altoiz, S.K. Aslanov, S.V. Kiriyan // *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik*. — 2011. — V. 62, № 2. — P. 195–202.
5. Смирнов Б.М. Физика фрактальных кластеров / Б.М. Смирнов / М.: Наука. — 1991. — 136 с.
6. Шмидт Ф.К. Фрактальный анализ в физико-химии гетерогенных систем и полимеров / Ф.К. Шмидт / Иркутск, ИГУ. — 2001. — 181 с.
7. Федер Е. Фракталы / Е. Федер / М.: Мир. — 1991. — 254 с.
8. Лесин В.И. Фрактальная формула зависимости вязкости неньютоновской жидкости от градиента скорости / В.И. Лесин // *Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика*. — 2011. — № 1 (3). oilgasjournal.ru.

МАТЕМАТИКА

Задача о нормальных колебаниях системы вязких стратифицированных жидкостей в упругом сосуде

Аширов А., кандидат физико-математических наук
Туркменский государственный университет имени Магтымгулы

Изучаются свойства собственных значений и собственных функций в задаче о нормальных колебаниях вязкой несжимаемой стратифицированной жидкости, заполняющей упругий сосуд. Получены утверждения о локализации спектра и доказана теорема о полноте собственных функций с конечным дефектом.

Изучение задач о движении жидкости в сосуде относится к числу классических задач гидромеханики. Движения жидкости и сосуда, зависящие от времени как $\exp(-\lambda t)$, называются нормальными или свободными.

Задачи о колебаниях вязкой стратифицированной жидкости в неподвижном сосуде рассматривались в [1], [2]. В [3] были исследованы некоторые задачи о колебаниях вязкой несжимаемой однородной жидкости в упругом сосуде, однако условия согласования между жидкостью и упругим сосудом в этой работе носили математический характер.

Настоящая работа посвящена задаче о нормальных колебаниях системы вязких несжимаемых стратифицированных жидкостей в упругом сосуде. При этом условия согласования между упругой стенкой и жидкостью будет выписано, как это принято в линейной теории. Часть результатов данной работы изложена в [4].

1. Постановка задачи. Рассмотрим ограниченную область $S_3 \subset \mathbf{R}^3$ и пусть $\bar{\Omega}_0 \subset S_3$ подобласть и $\Omega = S_3 \setminus \bar{\Omega}_0$, причем границы $\gamma = \partial S_3$, $\Sigma = \partial \Omega_0$ класса C^2 .

Пусть в упругом сосуде занимающем область S находится система из двух вязких стратифицированных несжимаемых жидкостей заполняющая область Ω_0 . Границы раздела жидкостей обозначим через Γ . Пусть Ω_1 и Ω_2 части Ω_0 , лежащие соответственно ниже и выше Γ . $\Sigma_1 = \partial \Omega_1 \setminus \Gamma$, $\Sigma_2 = \partial \Omega_2 \setminus \Gamma$. Соответствующий участок упругого сосуда обозначим через S_k , ($k=1,2$), $\gamma_k = S_k$, ($k=1,2$). Напомним, что основным частотным параметром, характеризующий распространение и типы волн в стратифицированной жидкости, является так называемая частота Вейселя-Брента $N(x_3)$, которая определяется соотношением

$$N^2(x_3) = -g\rho'_0(x_3)/\rho_0(x_3), \rho_0(0) > 0 \quad (1.1)$$

где $\rho_0(x_3)$ и $\rho'_0(x_3)$ соответственно стационарное распределение плотности и его производная, а g — ускорение свободного падения. Будем считать, что на стратифицированную жидкость действует гравитационное поле с ускорением $-g\mathbf{k}$, где \mathbf{k} — орт оси Ox_3 декартовой системы координат $\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3)$. Рассматривается случай устойчивой стратификации жидкости:

$$0 < N_{\min}^2 \leq N^2(x_3) \leq N_{\max}^2 = N_0^2 < \infty \quad (1.2)$$

где $N^2(x_3)$ считается непрерывной функцией x_3 . Тогда в приближении Буссинеска линеаризованные уравнения движения стратифицированной вязкой жидкости в объеме Ω_0 примут вид (см. например [2], [5]):

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} &= \frac{1}{\rho_0(x_3)} [-\nabla P - g\rho\mathbf{k} + \eta(x_3)\Delta \mathbf{V}], \quad (\Omega_0) \\ \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \rho_0 \mathbf{V} &= 0, \quad \text{и} \quad \mathcal{D} \mathbf{V} = 0, \quad (\Omega_0) \end{aligned} \quad (1.3)$$

где $\eta(x_3) > 0$ — динамическая вязкость, ρ — отклонение плотности от положения равновесия ρ_0 , а $\mathbf{V}(\mathbf{x}, t)$ — скорость частицы жидкости. Чтобы упростить первое уравнение из (1.3) в области Ω_0 , заменим его приближенными уравнениями в областях Ω_1 и Ω_2

$$\begin{aligned}\frac{\partial \mathbf{V}_1}{\partial t} &= \nabla P_1 - g\rho_0^1 \rho_1 \mathbf{k} + \nu_1 \Delta \mathbf{V}_1, \quad (\Omega_1) \\ \frac{\partial \mathbf{V}_2}{\partial t} &= \nabla P_2 - g\rho_0^{-1} \rho_2 \mathbf{k} + \nu_2 \Delta \mathbf{V}_2, \quad (\Omega_0)\end{aligned}\quad (1.4)$$

где $\rho_0 > 0$, $\rho_0 > 0$ — константы, усредняющие в областях Ω_1 и Ω_2 значений $\rho_0(x_3)$, а $\nu_1 > 0$, $\nu_2 > 0$ усредняют значения $\eta(x_3)/\rho_0(x_3)$ в Ω_1 и Ω_2 . $P_k = P/\rho_{0k}$, ($k=1,2$) ρ_1 и ρ_2 — отклонения плотности от положения равновесия в областях Ω_1 и Ω_2 . При этом на границе соприкосновения Γ должны, очевидно, выполняться условия

$$\mathbf{V}_1 = \mathbf{V}_2, \quad T(\mathbf{V}_1)\mathbf{n} = T(\mathbf{V}_2)\mathbf{n} \quad (\text{на } \Gamma) \quad (1.5)$$

где первое равенство означает непрерывность скорости, а второе — равенство напряжений. Здесь

$$T(\mathbf{V}_k) = (T_j)_{i,j=1}^3; \quad T_j = -\delta_j P_k + \nu_k \left[\frac{\partial(V_k)_i}{\partial x_j} + \frac{\partial(V_k)_j}{\partial x_i} \right] - \text{тензор Навье-Стокса, соответствующий}$$

течению $(\mathbf{V}_k, P_k, \nu_k)$, \mathbf{n} — внешняя нормаль на Γ к Ω_1 .

Если теперь область Ω_0 заполнена вязкой стратифицированной жидкостью, уравнения движения которой мы описываем приближенной системой (1.4), (1.5) то уравнения свободных колебаний такой механической системы примут вид:

$$(-L\mathbf{u}_k)_i = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial \sigma_{ij}(\mathbf{u}_k)}{\partial x_j} = \rho \frac{\partial^2 (u_k)_i}{\partial t^2}, \quad (S_k), \quad (i=1,2,3), \quad \sigma(\mathbf{u}_k)n_k|_{\gamma_k} = 0, \quad (k=1,2) \quad (1.6)$$

$$\frac{\partial \mathbf{V}_k}{\partial t} = \nabla P_k - g\rho_{0k}^1 \rho_k \mathbf{k} + \nu_k \Delta \mathbf{V}_k, \quad (\Omega_k, k=1,2) \quad (1.7)$$

$$\frac{\partial \rho_k}{\partial t} - \nabla \rho_0 \mathbf{V}_k = 0, \quad \operatorname{div} \mathbf{V}_k = 0, \quad (\Omega_k, k=1,2) \quad (1.8)$$

$$\frac{\partial \mathbf{u}_k}{\partial t} = \mathbf{V}_k, \quad \sigma(\mathbf{u}_k)\mathbf{n}_k = -T(\mathbf{V}_k)\mathbf{n}_k, \quad (\Sigma_k, k=1,2) \quad (1.9)$$

$$\mathbf{V}_1 = \mathbf{V}_2, \quad T(\mathbf{V}_1)\mathbf{n}_1 = T(\mathbf{V}_2)\mathbf{n}_2, \quad (\Gamma) \quad (1.10)$$

$$\mathbf{u}_k(\mathbf{x}, 0) = \mathbf{u}_k^0(\mathbf{x}), \quad (\mathbf{u}_k)_t(\mathbf{x}, 0) = \mathbf{u}_k^1(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x} \in S_k, \quad (k=1,2) \quad (1.11)$$

$$\mathbf{V}_k(\mathbf{x}, 0) = \mathbf{V}_k^0(\mathbf{x}), \quad P_k(\mathbf{x}, 0) = P_k^0(\mathbf{x}), \quad \rho_k(\mathbf{x}, 0) = \rho_k^0(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x} \in \Omega_k, \quad (k=1,2)$$

Здесь $\mathbf{u}_k(\mathbf{x}, t) = ((u_k)_1, (u_k)_2, (u_k)_3)$ — вектор смещения, а

$$\sigma(\mathbf{u}_k) = (\sigma_{ij}(\mathbf{u}_k))_{i,j=1}^3, \quad \sigma_{ij}(\mathbf{u}_k) = \lambda_0 \delta_{ij} \operatorname{div} \mathbf{u}_k + \mu_0 \left(\frac{\partial (u_k)_i}{\partial x_j} + \frac{\partial (u_k)_j}{\partial x_i} \right), \quad (k=1,2) - \text{тензор напряжений изотропного упругого тела, } \lambda_0, \mu_0 > 0 - \text{постоянные Ляме, } \delta_{ij} - \text{символ Кронекера, } \rho - \text{плотность тела,}$$

нормаль \mathbf{n}_k — внешняя к той области, из которой берется нормальная производная. Краевое условие (1.6) означает отсутствие напряжений на γ_k , ($k=1,2$) Первое равенство (1.9) является условием прилипания вязкой жидкости на стенке Σ_k , ($k=1,2$), а второе равенство напряжений на Σ_k , ($k=1,2$). (1.11) начальные данные.

Чтобы получить задачу на собственные значения будем искать решения, зависящие от времени как $\exp(-\lambda t)$.

Подставляя решение такого вида в (1.6) – (1.10) и с помощью возникающих равенств

$$-\lambda \rho_k + \nabla \rho_0 \mathbf{V}_k = 0, \quad (\Omega_k), \quad (k=1,2)$$

исключая плотности ρ_k , придем к системе

$$L\mathbf{u}_k + \lambda^2 \rho \mathbf{u}_k = 0, \quad (S_k), \quad \sigma(\mathbf{u}_k) \mathbf{n}_k|_{\gamma_k} = 0, \quad (k=1,2) \quad (1.12)$$

$$-\nu_k \Delta \mathbf{V}_k + \nabla P_k - \lambda \mathbf{V}_k + \lambda^{-1} g \rho_{0k}^{-1} \nabla \rho_0 \mathbf{V}_k \mathbf{k} = 0, \quad di \mathcal{G} \mathbf{V}_k = 0, \quad (\Omega_k, k=1,2) \quad (1.13)$$

$$-\lambda \mathbf{u}_k = \mathbf{V}_k, \quad \sigma(\mathbf{u}_k) \mathbf{n}_k = T(\mathbf{V}_k) \mathbf{n}_k, \quad (\Sigma_k, k=1,2) \quad (1.14)$$

$$\mathbf{V}_1 = \mathbf{V}_2, \quad T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1 = T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2, \quad (\Gamma) \quad (1.15)$$

Именно эта система является объектом исследования последующих пунктов и цель которую мы ставим, состоит в том чтобы изучить структуру спектра и свойства собственных функций указанной задачи.

2. Переход к операторному уравнению. Положим

$$\mathfrak{Z}(\Omega_k) = \{ \mathbf{V} \in \mathbf{L}_2(\Omega_k) : di \mathcal{G} \mathbf{V}_k = 0 \text{ в } \Omega_k, k=1,2 \}$$

и обозначим $\tilde{\mathbf{W}}_2^1(\Omega_k) = \mathbf{W}_2^1(\Omega_k) \cap \mathfrak{Z}(\Omega_k)$ подпространство в $\mathbf{W}_2^1(\Omega_k)$.

Пусть $L_k = -\bar{P}_k \Delta$ и $\bar{P}_k : \mathbf{L}_2(\Omega_k) \rightarrow \mathfrak{Z}(\Omega_k)$ – ортопроектор.

Для дальнейшего исследования задачу (1.12) – (1.15) сведем к операторному пучку. С этой целью рассмотрим следующие вспомогательные задачи:

Задача I. По функции $f \in \mathbf{L}_2(S)$ найти решение задачи

$$L\mathbf{u}^{(1)} + \mathbf{u}^{(1)} = f, \quad (S); \quad \sigma(\mathbf{u}^{(1)}) \mathbf{n}|_{\gamma \cup \Sigma} = 0$$

Задача II. По функции $\psi \in \mathbf{L}_2(\Sigma)$ найти решение задачи

$$L\mathbf{u}^{(2)} + \mathbf{u}^{(2)} = f, \quad (S); \quad \sigma(\mathbf{u}^{(2)}) \mathbf{n}|_{\gamma} = 0, \quad \sigma(\mathbf{u}^{(2)}) \mathbf{n}|_{\Sigma} = \psi$$

Задача III. Для функции $\varphi = (\varphi_1, \varphi_2) \in \mathfrak{Z}(\Omega_1) \oplus \mathfrak{Z}(\Omega_2)$ найти решение задачи

$$\nu_1 L_1 \mathbf{V}_1 + \mathbf{V}_1 + \nabla P_1 = \varphi_1 \quad (\Omega_1); \quad T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} = 0$$

$$\nu_2 L_2 \mathbf{V}_2 + \mathbf{V}_2 + \nabla P_2 = \varphi_2 \quad (\Omega_2); \quad T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} = 0$$

Задача IV. По функции $\psi_1 \in \mathbf{W}_2^{-1/2}(\Sigma_1)$, $\psi_2 \in \mathbf{W}_2^{-1/2}(\Sigma_2)$ найти решение задачи

$$a) \quad \nu_1 L_1 \mathbf{V}_1 + \mathbf{V}_1 + \nabla P_1 = 0 \quad (\Omega_1); \quad T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} = \psi_1$$

$$\nu_2 L_2 \mathbf{V}_2 + \mathbf{V}_2 + \nabla P_2 = 0 \quad (\Omega_2); \quad T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} = 0$$

$$\mathbf{V}_1 = \mathbf{V}_2, \quad T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1 = T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2, \quad (\Gamma)$$

$$б) \quad \nu_1 L_1 \mathbf{V}_1 + \mathbf{V}_1 + \nabla P_1 = 0 \quad (\Omega_1); \quad T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} = 0$$

$$\nu_2 L_2 \mathbf{V}_2 + \mathbf{V}_2 + \nabla P_2 = 0 \quad (\Omega_2); \quad T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} = \psi_2$$

$$\mathbf{V}_1 = \mathbf{V}_2, \quad T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1 = T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2, \quad (\Gamma)$$

Из результатов работ [3] и [6] следует каждой из этих задач отвечает оператор, которой однозначно задает обобщенное решение задачи. Выпишем последовательно обозначения для этих операторов и перечислим их свойства.

I. В задаче I возникает компактный оператор $A^{-1} : \mathbf{L}_2(S) \rightarrow \mathbf{L}_2(S)$ причем

$$\mathbf{u} = A^{-1}f, \quad A^{-1} > 0 \quad \text{и} \quad D(A^{1/2}) = \mathbf{W}_2^1(S).$$

II. В задаче II возникает непрерывный оператор

$$T : \mathbf{W}^{-1/2}(\Sigma) \rightarrow \mathbf{W}_2^1(S)$$

действующий по правилу $\mathbf{u} = T\psi$.

III. В задаче III возникает компактный, самосопряженный оператор

$$A_0^{-1} : \mathfrak{Z}(\Omega_0) \rightarrow \mathfrak{Z}(\Omega_0)$$

причем $D(A_0^{1/2}) \subset \tilde{\mathbf{W}}_2^1(\Omega_1) \oplus \tilde{\mathbf{W}}_2^1(\Omega_2)$ и $\mathbf{V} = \begin{pmatrix} \mathbf{V}_1 \\ \mathbf{V}_2 \end{pmatrix} = A_0^{-1} \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{pmatrix}.$

IV. В задаче IV (а) возникает непрерывный оператор

$$T_1 : \mathbf{W}_2^{-1,2}(\Sigma_1) \rightarrow \mathbf{W}_2^1(\Omega_0) \quad \text{и} \quad \mathbf{V} = \begin{pmatrix} \mathbf{V}_1 \\ \mathbf{V}_2 \end{pmatrix} = T_1\psi_1.$$

В задаче IV (б) возникает непрерывный оператор

$$T_2 : \mathbf{W}_2^{-1,2}(\Sigma_2) \rightarrow \mathbf{W}_2^1(\Omega_0) \quad \text{и} \quad \mathbf{V} = \begin{pmatrix} \mathbf{V}_1 \\ \mathbf{V}_2 \end{pmatrix} = T_2\psi_2.$$

Заметим теперь, что если $(\mathbf{u}, \mathbf{V}, P)$ решение задачи, отвечающее числу λ , то с помощью введенных операторов задача (1.12–1.15) может быть записана в виде системы:

$$\begin{cases} \mathbf{u} = -\lambda^2 \rho A^{-1} \mathbf{u} + A^{-1} \mathbf{u} + T \begin{pmatrix} \sigma(\mathbf{u}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} \\ \sigma(\mathbf{u}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} \end{pmatrix} \\ \mathbf{V} = (\lambda + 1) A_0^{-1} \mathbf{V} + \lambda^{-1} A_0^{-1} \begin{pmatrix} C_1 & 0 \\ 0 & C_2 \end{pmatrix} \mathbf{V} + T_1(T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1}) + T_2(T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2}) \end{cases}$$

где $C_k \mathbf{V}_k = \bar{P}_k(-g\rho_{0k}^{-1} \nabla \rho_0 \mathbf{V}_k \mathbf{k}), \quad k = 1, 2$

Введем операторы

$$T_\Sigma \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{pmatrix} = T_1(T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1}) + T_2(T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2})$$

$$C = \begin{pmatrix} C_1 & 0 \\ 0 & C_2 \end{pmatrix}$$

Тогда последнюю систему можно записать в виде

$$\begin{cases} \mathbf{u} = -\lambda^2 \rho A^{-1} \mathbf{u} + A^{-1} \mathbf{u} + T \begin{pmatrix} \sigma(\mathbf{u}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} \\ \sigma(\mathbf{u}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} \end{pmatrix} \\ \mathbf{V} = (\lambda + 1) A_0^{-1} \mathbf{V} + \lambda^{-1} A_0^{-1} \tilde{N} \mathbf{V} + T_{\Sigma} \begin{pmatrix} T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} \\ T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} \end{pmatrix} \end{cases} \quad (2.1)$$

Учитывая, что в силу (1.14) $\hat{\Sigma}_0 \mathbf{V} = -\lambda \hat{\Sigma} \mathbf{u}$ и применяя к второму равенству системы (2.1) оператор взятия следа $\hat{\Sigma}_0$ получим

$$\begin{cases} \mathbf{u} = -\lambda^2 \rho A^{-1} \mathbf{u} + A^{-1} \mathbf{u} + T \begin{pmatrix} \sigma(\mathbf{u}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} \\ \sigma(\mathbf{u}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} \end{pmatrix} \\ -\lambda \hat{\Sigma} \mathbf{u} = (\lambda + 1) \hat{\Sigma}_0 A_0^{-1} \mathbf{V} + \lambda^{-1} \hat{\Sigma}_0 A_0^{-1} \tilde{N} \mathbf{V} + \hat{\Sigma}_0 T_{\Sigma} \begin{pmatrix} T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} \\ T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} \end{pmatrix} \end{cases}$$

где $\Sigma : W_2^2(S) \rightarrow W_2^{\alpha-1/2}(\Sigma)$ оператор взятия следа $\alpha > 1/2$. Введем обозначение $C_0 = \hat{\Sigma}_0 T_{\Sigma}$, тогда учитывая $\sigma(\mathbf{u}_k) \mathbf{n}_k = -T(\mathbf{V}_k) \mathbf{n}_k$, (Σ_k $k = 1, 2$) получим

$$\begin{aligned} \mathbf{u} &= -\lambda^2 \rho A^{-1} \mathbf{u} + A^{-1} \mathbf{u} - T \begin{pmatrix} T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} \\ T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} T(\mathbf{V}_1) \mathbf{n}_1|_{\Sigma_1} \\ T(\mathbf{V}_2) \mathbf{n}_2|_{\Sigma_2} \end{pmatrix} &= -\lambda C_0^{-1} \hat{\Sigma} \mathbf{u} - (\lambda + 1) C_0^{-1} \hat{\Sigma}_0 A_0^{-1} \mathbf{V} - \lambda^{-1} C_0^{-1} \hat{\Sigma}_0 A_0^{-1} C \mathbf{V} \end{aligned}$$

Подставляя последнего формулу в первое и второе уравнение системы (2.1) получим

$$\begin{cases} \mathbf{u} = -\lambda^2 \rho A^{-1} \mathbf{u} + A^{-1} \mathbf{u} + \lambda \tilde{N}_0^{-1} \hat{\Sigma} \mathbf{u} + (\lambda + 1) C_0^{-1} \hat{\Sigma}_0 A_0^{-1} \mathbf{V} + \lambda^{-1} C_0^{-1} \hat{\Sigma}_0 A_0^{-1} C \mathbf{V} \\ \mathbf{V} = (\lambda + 1) A_0^{-1} \mathbf{V} + \lambda^{-1} A_0^{-1} C \mathbf{V} - \lambda T_{\Sigma} C_0^{-1} \hat{\Sigma} \mathbf{u} - (\lambda + 1) T_{\Sigma} C_0^{-1} \hat{\Sigma}_0 A_0^{-1} \mathbf{V} - \lambda^{-1} T_{\Sigma} C_0^{-1} A_0^{-1} C \mathbf{V} \end{cases}$$

Откуда делая замену $\mathbf{u} = A^{-1/2} \xi$, $\mathbf{V} = A_0^{-1/2} \eta$ после некоторых преобразований придем к системе

$$\begin{cases} (I - A^{-1} + \lambda^2 \rho A^{-1} - \lambda Q) \xi + [(\lambda + 1) H^* H_0 A_0^{-1} + \lambda^{-1} H^* H_0 D] \eta = 0 \\ [I - (\lambda + 1) A_0^{-1} + (\lambda + 1) H_0^* H_0 A_0^{-1} + \lambda^{-1} H_0^* H_0 D] \eta - \lambda H_0^* H \xi = 0 \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} (I - A^{-1} - \lambda Q + \lambda^2 \rho A^{-1}) \xi + [(\lambda + 1) H^* H_0 A_0^{-1} + \lambda^{-1} H^* H_0 D] \eta = 0 \\ A_0^{1/2} [I - (\lambda + 1) A_0^{-1}] A_0^{-1/2} \eta + \lambda^{-1} H_0^* H_0 D \eta - \lambda H_0^* H \xi = 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

где

$$A_*^{-1} = A_0^{-1/2} (I - H_0^* H_0) A_0^{-1/2}, \quad H = C_0^{-1/2} \hat{\Sigma} A^{-1/2}, \quad H^* = A^{-1/2} T C_0^{-1/2}$$

$$H_0 = C_0^{-1/2} \hat{\Sigma}_0 A_0^{-1/2}, \quad H_0^* = A_0^{1/2} T_{\Sigma} C_0^{-1/2}, \quad Q = H^* H, \quad D = A_0^{-1/2} C A_0^{-1/2}$$

систему (2.2) можно переписать в виде

$$\begin{pmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi \\ \eta \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} A^{-1} & -H^* H_0 A_0^{-1} \\ 0 & A_0^{1/2} A_*^{-1} A_0^{-1/2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi \\ \eta \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} Q & -H^* H_0 A_0^{-1} \\ H_0^* H & A_0^{1/2} A_*^{-1} A_0^{-1/2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi \\ \eta \end{pmatrix} +$$

$$+ \lambda^2 \begin{pmatrix} \rho A^{-1} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi \\ \eta \end{pmatrix} + \lambda^{-1} \begin{pmatrix} 0 & H^* H_0 D \\ 0 & H_0^* H_0 D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi \\ \eta \end{pmatrix} = 0 \quad (2.3)$$

из (2.3) видно, что исходная задача (1.12–15) свелась к исследованию операторного пучка

$$L(\lambda) = I - \begin{pmatrix} A^{-1} & -H^* H_0 A_0^{-1} \\ 0 & A_0^{1/2} A_*^{-1} A_0^{-1/2} \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} Q & -H^* H_0 A_0^{-1} \\ H_0^* H & A_0^{1/2} A_*^{-1} A_0^{-1/2} \end{pmatrix} +$$

$$+ \lambda^2 \begin{pmatrix} \rho A^{-1} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + \lambda^{-1} \begin{pmatrix} 0 & H^* H_0 D \\ 0 & H_0^* H_0 D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi \\ \eta \end{pmatrix} = 0 \quad (2.4)$$

3. Структура спектра. Утверждение о полноте. Сначала отметим, что так как $\rho^1(x_3) < 0$ то операторы C_k определяемые равенствами $C_k \mathbf{V}_k = \bar{P}_k (-g \rho_0^{-1} \nabla \rho_0 \mathbf{V}_k \mathbf{k})$ ($\mathbf{k} = 1, 2$) положительные в $\mathfrak{I}(\Omega_k)$.

Оператор $C_0 = \hat{\Sigma}_0 = T_{\Sigma} : \mathbf{W}^{-1/2}(\Sigma) \rightarrow \mathbf{W}^{1/2}(\Sigma)$ — непрерывно обратим.

Его сужение на $\mathbf{L}_2(\Sigma)$ есть самосопряженный положительный компактный оператор, действующий в $\mathbf{L}_2(\Sigma)$ ([7]). Из результатов работы [3] известно, что $A_*^{-1} : \mathfrak{I}(\Omega_k) \rightarrow \tilde{\mathbf{W}}_2^2(\Omega_k)$ ограничен и его образ $D(A_*^{-1})$ является подпространством в $\tilde{\mathbf{W}}_2^2(\Omega_k)$. Также получается, что $Q = H^* H \geq 0$ в $\mathbf{L}_2(S)$ и ограничен,

$$H = C_0^{-1/2} \hat{\Sigma} A^{-1/2} : \mathbf{L}_2(S) \rightarrow \mathbf{L}_2(\Sigma), \quad H^* = A^{1/2} T C_0^{-1/2} : \mathbf{L}_2(\Sigma) \rightarrow \mathbf{L}_2(S)$$

ограничены $H_0 = C_0^{-1/2} \hat{\Sigma}_0 A^{-1/2} : \mathfrak{I}(\Omega_k) \rightarrow \mathbf{L}_2(\Sigma_k)$;

$$H_0^* = A_0^{-1/2} T_{\Sigma} C_0^{-1/2} : \mathbf{L}_2(\Sigma_k) \rightarrow \mathfrak{I}(\Omega_k) \text{ ограничены.}$$

Исследование операторного пучка приводит к следующему результату.

Теорема. Спектр пучка (2.4) (и задачи (1.12–15)) состоит из собственных значений (с.з.) λ_k конечной кратности, имеющих предельные точки в 0 и на ∞ , расположен в правой полуплоскости и симметричен относительно вещественной оси. При этом при больших $|\lambda|$ все с.з. λ_n , за исключением конечного числа точек попадают в сколь угодно малые углы примыкающие к мнимой оси и положительной полуоси.

Доказательство. Введем обозначения

$$\Lambda_{\varepsilon, R} = \left\{ \lambda \in \mathbf{C} : \varepsilon < |\arg \lambda| < \frac{\pi}{2} - \varepsilon ; |\arg \lambda| > \frac{\pi}{2} + \varepsilon, |\lambda| > R \right\} \text{ где } \varepsilon > 0$$

произвольное достаточно малое число a , $R = R(\varepsilon)$ выбирается достаточно большим, $\pi < \arg \lambda < \pi$.

$\Lambda_{\varepsilon, r} = \{\lambda : |\arg \lambda| > \varepsilon, 0 < |\lambda| < r\}$, где $\varepsilon > 0$ — достаточно малое число, $r = r(\varepsilon)$ — также достаточно мало.

Прежде всего подчеркнем, что говоря о свойствах спектра пучка $L(\lambda)$ в этой теореме, мы рассматриваем $L(\lambda)$ не как пучок с абстрактными операторами перечисленными выше, а как конкретный пучок полученный сведением именно из задачи (1.12–15). В свете этого сразу получим, что спектр симметричен относительно вещественной оси и $\operatorname{Re} \lambda \geq 0$, так как это непосредственно проверяется для задачи (1.12–15). Дискретность спектра кроме точек 0 и ∞ , есть следствие теоремы 5.1 из [8] примененной к $L(\lambda)$. Утверждение о локализации спектра при больших и малых λ следует из аналитичности вектор — функции

$$\zeta(\lambda) = \begin{pmatrix} \xi(\lambda) \\ \eta(\lambda) \end{pmatrix} = [L^{-1}(\bar{\lambda})]^* \left[\lambda \begin{pmatrix} g_1 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} g_0 \\ f_0 \end{pmatrix} + \lambda^{-1} \begin{pmatrix} g_{-1} \\ f_{-1} \end{pmatrix} \right] \quad (2.5)$$

соответственно в областях $\Lambda_{\varepsilon, R}$ и $\Lambda_{\varepsilon, r}$.

Функция $[L^{-1}(\bar{\lambda})]^*$ в (2.5) является сопряженным к оператор функции $L(\bar{\lambda})$. Теорема доказана.

При формулировке проводимого ниже утверждения для простоты будем считать, что все с. з. λ_k пучка $L(\lambda)$ (и задачи 1.12–15) простыми. Каждому такому λ_k и отвечающему собственному вектору (ξ_k, η_k) пучка $L(\lambda)$ поставим в соответствие вектор $\Phi_k = \{\xi_k, \eta_k, \lambda_k \xi_k\}$ из пространства $\hat{L}_2 = L_2(S) \oplus \mathfrak{Z}(\Omega_0) \oplus L_2(S)$.

Теорема 2. Система векторов $\{\Phi_k\}$ отвечающих всем с. з. λ_k при $|\lambda_k| > R > 0$ полна в \hat{L}_2 с точностью до конечномерного подпространства.

Доказательство. Допустим, что система $\{\Phi_k\}$ неполна в указанном пространстве. Тогда согласно лемме 2 из [9] найдутся векторы g_1 и (g_0, f_0) из которых хотя бы один отличен от нуля, такие что вектор — функция $\zeta(\lambda)$ будет аналитична в \tilde{N} .

Выбираем $\varepsilon > 0$ достаточно малым, учитывая что $\zeta(\lambda)$ имеет конечный порядок роста, и применяя к ней теорему Фрагмена — Линделефа вне области $\Lambda_{\varepsilon, R}$ можно получить, что $g_1 = 0, g_0 = 0, f_0 = 0$. Полученное противоречие доказывает, что система $\{\Phi_k\}$ полна в пространстве \hat{L}_2 с точностью до конечномерного подпространства. Теорема доказана.

Замечание. Для того, чтобы сформулировать результат о полноте с конечным дефектом для исходной задачи (1.12–15), нужно проследить за обратным переходом от пучка $L(\lambda)$ из (2.4) к этой задаче.

Литература:

1. Копачевский Н.Д., Темнов А.Н. Свободные колебания вязкой стратифицированной жидкости в сосуде — Деп. в ВИНТИ 16.08.33, № 4531–83 ДЕП, 43 с.
2. Копачевский Н.Д., Темнов А.Н. Колебания стратифицированной жидкости в бассейне произвольной формы. — ЖВМ и МФ, 1986, т. 26, № 5.
3. Оразов М.Б. Некоторые вопросы спектральной теории несамосопряженных операторов и связанные с ними задачи механики. — Докт. Дисс., Ашхабад. 1983.
4. Ashirov A. On the problem about fluctuations of the system of a viscous stratified liquid in the elastic vessel. — The IV congress of the Turkic World mathematical society. Book of abstracts. Baku, Azerbaijan, 2011.
5. Краусс В.К. Внутренние волны. — Л., «Гидрометеиздат», 1968.

6. Аскеров Н.К., Крейн С.Г., Лаптев Г.И. Задача о колебаниях вязкой жидкости и связанные с ней операторные уравнения — функциональный анализ и его приложения, 1968, т. 2, № 2.
7. Бабский В.Г., Копачевский Н.Д., Мышкис А.Д., Слобожанин Л.А., Тюпцов А.Д. Гидромеханика невесомости. — М., «Наука», 1976.
8. Гохберг И. Ц, Крейн М.Г. Введение в теорию линейных несамосопряженных операторов, М., «Наука» 1965.
9. Радзиевский Г.В. Квадратичный пучок операторов. — Препринт, Киев 1976.

О задаче восстановления нестационарной стохастической зависимости по принципу дерева регрессий

Мангалова Е.С., магистрант

Сибирский государственный аэрокосмический университет им. акад. М.Ф. Решетнева

Введение

На сегодняшний день теория идентификации в основном посвящена вопросам построения моделей стационарных объектов, что является, как правило, результатом некоторой идеализации. Реальные технические объекты имеют не постоянные, а изменяющиеся во времени параметры, т.е. являются нестационарными, что может быть следствием нестабильной работы или старения оборудования. Существенным для анализа нестационарных систем фактором является закон изменения параметров, который отражает характер и скорость их изменения. В данной работе рассматривается класс объектов с периодически изменяющимися параметрами.

Пусть при моделировании исследователь располагает единственной реализацией выборки измерений $(x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^m, t_i, y_i)$, $i = \overline{1, n}$, где x_i^j — i -е измерение j -го входа объекта, y_i — i -е измерение выхода объекта, t_i — соответствующий момент времени. Параметры объекта изменяются во времени с некоторой известной периодичностью, а время наблюдений превышает этот период.

В [1] для решения поставленной задачи предлагается введение в непараметрическую оценку регрессии функции памяти ρ , позволяющей придавать «старой» информации меньший вес:

$$\hat{y}(\bar{x}, t) = \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{x_i^j - x^j}{c_n^j}\right) \rho(t - t_i) y_i}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{x_i^j - x^j}{c_n^j}\right) \rho(t - t_i)}, \quad (1)$$

где Φ — ядерная функция, c_n^j — параметр размытости, который удовлетворяет следующим свойствам:

$$c_n^j > 0, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} c_n^j = 0, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} n c_n^j = \infty.$$

Параметры размытости c_n^j определяются путем решения задачи минимизации квадратичного показателя соответствия выхода объекта и выхода модели:

$$I = \sum_{l=1}^{n^0} (y_l^o - \hat{y}(x_l^o, t_l^o))^2 \rightarrow \min_{c_n^j, j=\overline{1, m}},$$

где (x_l^o, t_l^o, y_l^o) , $l = \overline{1, n^0}$ — выборка наблюдений, не участвующих в построении модели $\hat{y}(\bar{x}, t)$ (экзаменующая выборка).

Одним из примеров $\rho(t - t_i)$ может служить функция

$$\rho(t - t_i) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{t - t_i}}, & t_i < t, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

также в качестве функции памяти возможно использование ядерной функции $\Phi\Phi$:

$$\hat{y}(\bar{x}, t) = \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{x_i^j - x^j}{c_n^j}\right) \Phi\left(\frac{t_i - t}{c_n^t}\right) y_i}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{x_i^j - x^j}{c_n^j}\right) \Phi\left(\frac{t_i - t}{c_n^t}\right)}. \quad (3)$$

Описание алгоритма

Идея предлагаемого в данной работе подхода основывается на том, что любой нестационарный объект на некотором конечном интервале можно описать стационарными моделями, тогда модель нестационарного объекта будет состоять из совокупности моделей стационарных интервалов, а задача будет сводиться к определению этих интервалов.

Введем понятие разбиения. Разбиением L на множестве T ($T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$) будем называть систему подмножеств, для которой выполняются условия:

$L^{(0)} = T$. Разбиение нулевого уровня — все множество T .

$L^{(0)} \supset L^{(1)} \supset \dots \supset L^{(p)}$. Каждое подмножество разбиения k -го уровня является подмножеством некоторого подмножества разбиения $(k-1)$ -го уровня ($k = 1, 2, \dots, p$).

$L^{(k)} = \{L_0^{(k)}, \dots, L_k^{(k)}\}$. Разбиение k -го уровня содержит $k+1$ подмножество.

$\bigcup_{i=0}^k L_i^{(k)} = T, k = 0, 1, \dots, p$.

$\bigcap_{i=0}^k L_i^{(k)} = \emptyset, k = 0, 1, \dots, p$.

для $\forall t_q \in L_r^{(k)}$ и $\forall t_s \in L_{r+1}^{(k)}$ справедливо $t_q < t_s, k = 1, 2, \dots, p, r = 0, 1, \dots, k-1$. Подмножества разбиения k -го уровня упорядочены по времени.

Каждому подмножеству $L_r^{(k)}$ разбиения $L^{(k)}$ поставим в соответствие две величины: начало ($l_r^{(k)}$) и конец ($h_r^{(k)}$) временного интервала:

$l_0^{(k)} = 0, \quad h_k^{(k)} = \max_i \{t_i \in L_k^{(k)}, \quad i = \overline{1, n}\}, \quad k = 0, 1, \dots, p,$

$l_r^{(k)} = h_{r-1}^{(k)} = \frac{\max_i \{t_i \in L_{r-1}^{(k)}, \quad i = \overline{1, n}\} + \min_i \{t_i \in L_r^{(k)}, \quad i = \overline{1, n}\}}{2},$

$k = 1, 2, \dots, p, \quad r = 1, 2, \dots, k.$

По выборкам измерений, компонента времени t которых принадлежит множеству $L_r^{(k)}$, строится частная модель $\hat{Y}_r^{(k)}(\bar{x})$, структура оценки поверхности регрессии имеет вид:

$$\hat{Y}^{(k)}(\bar{x}, t) = \sum_{r=1}^k \hat{Y}_r^{(k)}(\bar{x}) I^{(k)}(t, r), \quad (4)$$

где $I^{(k)}(t, r)$ — индикаторная функция:

$$I^{(k)}(t, r) = \begin{cases} 1 & l_r^{(k)} < t \leq h_r^{(k)} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}.$$

Класс частных моделей $\hat{Y}_r^{(k)}(\bar{x})$ выбирается исследователем. Это может быть как структура f , заданная с точностью до параметров $\bar{\theta}$:

$$\hat{Y}_r^{(k)}(\bar{x}) = f(\bar{x}, \bar{\theta}_r^{(k)}), \quad (5)$$

так и непараметрическая оценка регрессии:

$$\hat{Y}_r^{(k)}(\bar{x}) = \frac{\sum_{i: l_r^{(k)} < t_i \leq h_r^{(k)}} \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{x_i^j - x^j}{(c^j)_{n_r}^{(k)}}\right) y_i}{\sum_{i: l_r^{(k)} < t_i \leq h_r^{(k)}} \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{x_i^j - x^j}{(c^j)_{n_r}^{(k)}}\right)}. \quad (6)$$

Каждое разбиение производится из условия минимума суммы квадратов отклонений выхода модели от выхода объекта:

$$L^{(k)} = \arg \min_{L^{(k)}} \sum_{i=1}^n \left(e_i^{(k)} \right)^2, \quad (7)$$

где регрессионные остатки $e_i^{(k)}$ определяются как:

$$e_i^{(k)} = y_i - \hat{Y}_r^{(k)}(\bar{x}_i, t_i).$$

Разбиение k -го уровня при построении частных моделей в виде (6) и (5) характеризуется $(m(k+1) + k)$ и $(|\bar{\theta}|(k+1) + k)$ параметрами соответственно:

- k границ интервалов (из них $(k-1)$ граница известна из разбиения $(k-1)$ -го уровня);
- $m(k+1)$ параметров размытости на интервалах $m(k-1)m(k-1)$ параметров известны из разбиения $(k-1)$ -го уровня) для частных моделей вида (6) и $|\bar{\theta}|(k+1)$ параметров ($|\bar{\theta}|(k-1)$ параметров известно) для частных моделей вида (5).

Таким образом, оптимизация квадратичного критерия (7) производится по $(2m+1)$ и $(2|\bar{\theta}|+1)$ параметрам соответственно. При этом на стадии разбиения важным является определение границы разбиения. Поэтому при выборе частных моделей вида (6) в качестве приближенных оценок параметров размытости будем использовать величину:

$$(c^j)_{n_r}^{(k)} = \max_{1 \leq i \leq n_r - 1} \left((z_{i+1}^j)_r^{(k)} - (z_i^j)_r^{(k)} \right),$$

где $(z^j)_r^{(k)}$ – упорядоченные значения измерений входной величины x^j , компонента времени t которых принадлежит множеству $L_r^{(k)}$. Таким образом, оптимизация критерия (7) происходит по одному параметру – границе разбиения, а параметры размытости $(c^j)_{n_r}^{(k)}$ настраиваются после завершения процедуры разбиения.

Процедура разбиения может быть представлена бинарным деревом, в котором каждая вершина характеризуется временным интервалом, на котором строится частная модель, подмножеством наблюдений, принадлежащих этому интервалу, и самой частной моделью [2].

На основе анализа информационных критериев было получено условие предпочтения разбиения $L^{(k+1)}$ разбиению $L^{(k)}$ (условие остановки роста дерева):

$$\sigma_{\varepsilon}^2(k+1) < \sigma_{\varepsilon}^2(k). \quad (9)$$

Данное условие можно интерпретировать, как требование к последующему разбиению быть значимо лучше предыдущего.

Закон распределения регрессионных остатков зависит от вида нестационарности и в общем случае не является нормальным, поэтому для проверки статистической гипотезы (8) предполагается использование критериев, устойчивых к отклонениям от нормальности, например, критерия Левене [3].

Во избежание возможности построения модели по чрезмерно малому числу наблюдений, введем величину M , определяющую минимальное число точек, по которым может строиться частная модель:

$$M \leq \min_{0 \leq r \leq k} |L_r^{(k)}|,$$

где $|L_r^{(k)}|$ – мощность множества $L_r^{(k)}$. Пороговое значение M выбирается на основе имеющейся априорной информации.

Каждое разбиение сокращает область поиска следующей границы разбиения минимум на M точек, а максимально возможное число разбиений:

$$k_{max} = floor(n/M),$$

где функция $floor$ возвращает максимальное целое число, которое меньше аргумента функции.

Численные исследования

С целью определения эффективности предложенного алгоритма были проведены численные исследования. Поведение объекта имитировалось уравнением

$$y(x, t) = \sin(2 \pi x + \alpha(t)) + \varepsilon,$$

где ε – центрированная помеха, распределенная по нормальному закону, уровень которой равен 5% от уровня основного сигнала. Входное воздействие x принадлежит интервалу от 0 до 1. Отсчеты по t равномерны ($t_1 = 0.01$,

$$\Delta t = t_i - t_{i-1} = 0.01, i = \overline{2, 300}).$$

Исследование алгоритма (4) и его сравнение с (1) и (3) производились при различных функциях изменения параметра объекта $\alpha(t)$ (период изменения параметра объекта совпадает со временем наблюдения): скорость изменения параметра $\alpha(t)$ постоянна (см. Пример 1), скорость изменения параметра $\alpha(t)$ непостоянна (см. Пример 2).

За показатель качества полученных оценок была выбрана среднеквадратическая ошибка

$$E = \sqrt{\frac{1}{100} \sum_{l=1}^{100} (y^o_l - \tilde{y}(x^o_l, t^o_l))^2}, \text{ где } (x^o_l, t^o_l, y^o_l), l = \overline{1, 100} - \text{экзаменующая выборка, } \tilde{y}(x^o_l, t^o_l) - \text{полученная оценка регрессии в точке } (x^o_l, t^o_l).$$

Пример 1.

$\alpha(t) = t/3$, истинная зависимость выхода объекта от входного воздействия и времени представлена на Рис. 1. Частные модели строятся в виде (6). В результате применения процедуры разбиения было получено 4 временных ин-

тервала (дерево разбиений приведено на Рис. 2). На Рис. 3 представлен набор частных моделей $\hat{Y}^{(3)}(x, t)$ ($E = 0.07$), на Рис. 4 — модель нестационарного объекта вида (1) с функцией памяти вида (2) ($E = 0.14$). Среднеквадратическая ошибка при построении модели вида (3) составляет $E = 0.05$.

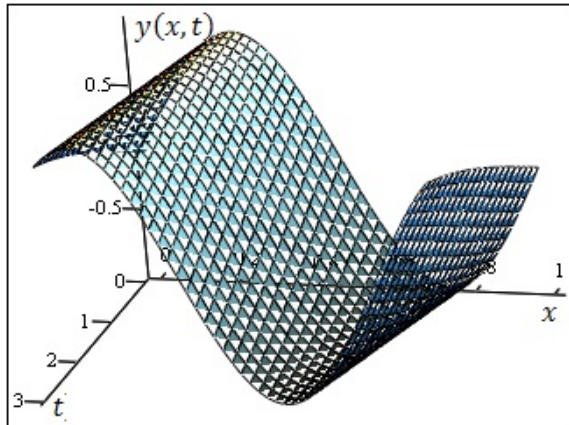


Рис. 1. Зависимость выхода объекта от входного воздействия и времени

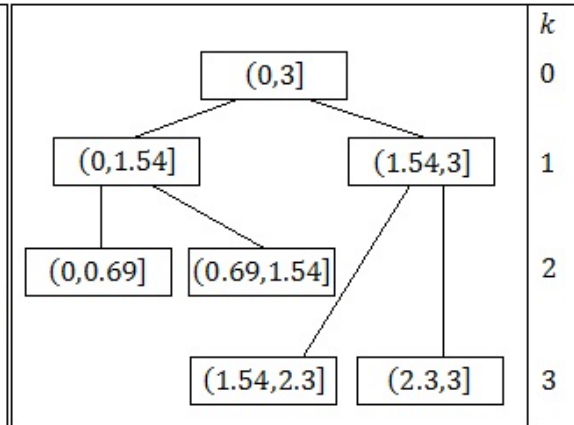


Рис. 2. Дерево регрессии

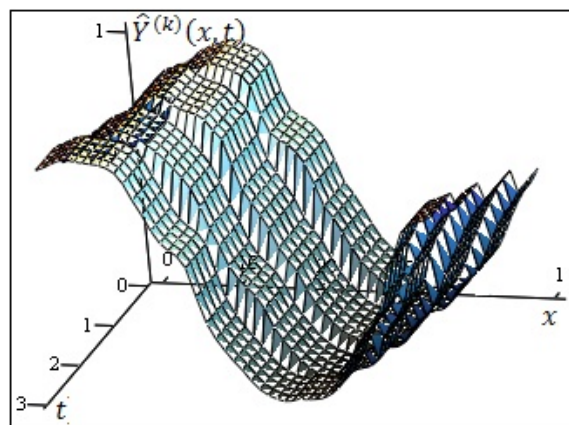


Рис. 3. Частные модели разбиения 3-го уровня

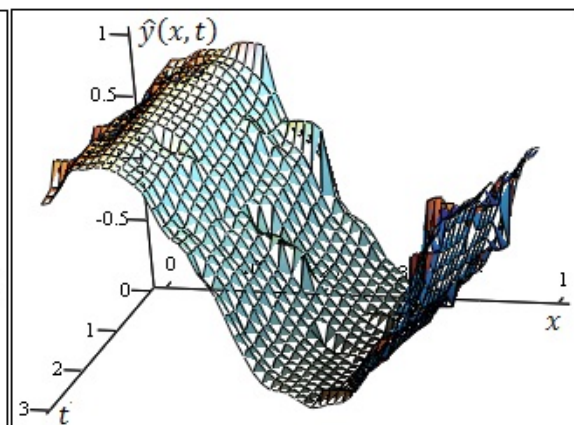


Рис. 4. Модифицированная непараметрическая оценка функции регрессии (1)

С уменьшением скорости изменения параметра $\alpha(t)$ сокращается число интервалов разбиения, а также происходит уменьшение значения среднеквадратической ошибки, как при построении модели, представляющей собой набор частных моделей, так и при построении модели вида (1) с функцией памяти вида (2) и модели вида (3).

Результаты численных исследований показали, что при равномерном изменении параметров объекта во времени значения выбранного показателя качества модели вида (4) и модели вида (3) соизмеримы. Одновременно с этим, построение модели, состоящей из совокупности частных моделей вида (6), позволяет упростить решение задачи настройки параметров размытости за счет того, что вместо одной модели с $(m + 1)$ параметром размытости строятся pp моделей с m параметрами. Модифицированная оценка регрессии (1) с функцией памяти, не имеющей настраиваемых параметров, является альтернативным способом снижения числа параметров, по которым производится оптимизация. Вследствие того, что функция памяти одинакова для объектов, параметры которых изменяются по разным законам и с разной скоростью, значения показателя среднеквадратической ошибки таких моделей превышает аналогичные показатели моделей вида (3) и (4).

Пример 2.

$\alpha(t) = \frac{1}{1+e^{-20(t-1)}} - \frac{0.5}{1+e^{-20(t-2)}}$, на Рис. 5 представлена истинная зависимость выхода объекта от входного воздействия и времени. Условие остановки процедуры разбиения было выполнено после 2-го разбиения (на Рис. 6 показано дерево разбиений). Набор частных моделей $\hat{Y}^{(2)}(x, t)$ представлен на Рис. 7 ($E = 0.07$), на Рис. 8 — модель

нестационарного объекта вида (1) с функцией памяти вида (2) ($E = 0.19$). Среднеквадратическая ошибка при построении модели вида (3) составляет $E = 0.1$.

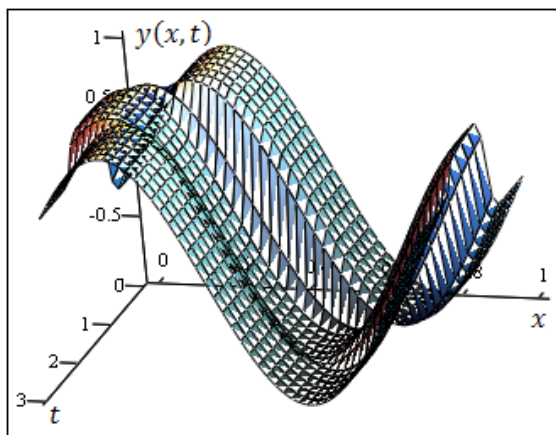


Рис. 5. Зависимость выхода объекта от входного воздействия и времени

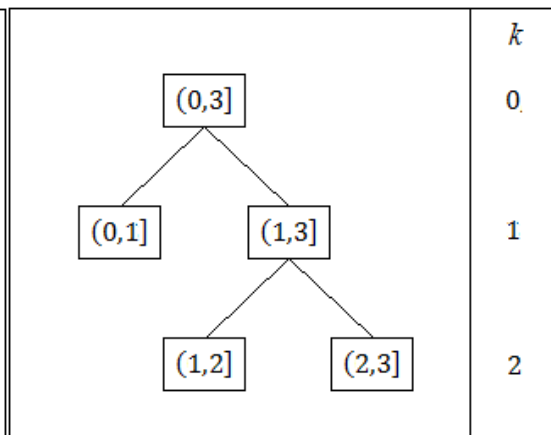


Рис. 6. Дерево регрессии

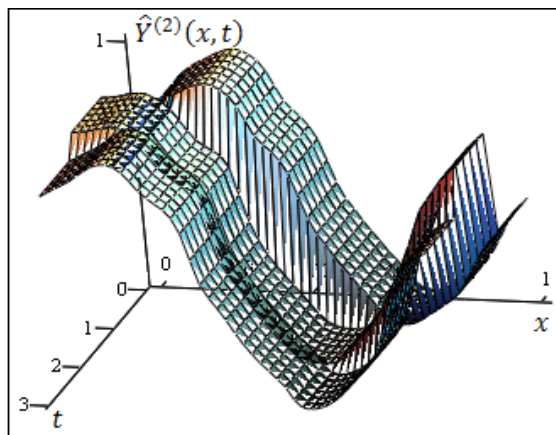


Рис. 7. Частные модели разбиения 2-го уровня

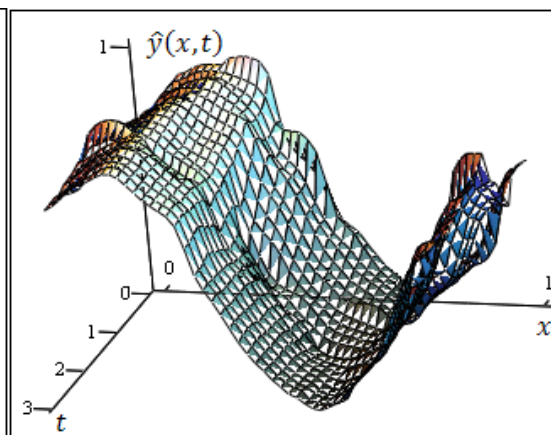


Рис. 8. Модифицированная непараметрическая оценка функции регрессии (1)

Результаты численных исследований показали, что при неравномерных изменениях параметров объекта во времени, а в особенности при наличии областей, в которых изменение параметров мало, предлагаемая оценка является более эффективной.

Заключение

В данной работе предложен способ восстановления нестационарной стохастической зависимости, основанный на рекуррентном разбиении временной области на квазистационарные интервалы, на которых производится построение частных моделей. Исключение времени из числа факторов, влияющих на выход каждой частной модели, позволяет сократить количество настраиваемых параметров.

Результаты могут быть распространены на динамические стохастические объекты.

Литература:

1. Медведев А.В., Фаустов А.В. О непараметрической оценке нестационарной функции регрессии по наблюдениям. / А.В. Медведев, А.В. Фаустов // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева: Сб. науч. тр.; СибГАУ. — Вып. 5. — Красноярск, 2010.
2. Hardle W. Applied Nonparametric Regression // Institut fur statistic and okonometrie, Berlin, 1994.
3. Levene H. Robust tests for equality of variances. // In I. Olkin and others (Eds): Contributions to probability and Statistics. Essays in Honor of Harold Hotelling. Stanford. — 1960. — pp. 278–292.

Решение интервальной задачи дробно-линейного программирования сведением к задаче линейного программирования

Левин В.И., доктор технических наук, профессор; Немкова Е.А., доцент
Пензенская государственная технологическая академия

В настоящее время широко разработаны вопросы традиционной оптимизации систем с детерминированными параметрами [1,2]. С математической точки зрения такая оптимизация есть отыскание экстремумов функции, параметры которых детерминированные (полностью определенные) величины. Однако на практике чаще встречаются системы с недетерминированными (не полностью определенными) параметрами. Такая оптимизация значит сложнее традиционной [1,2], так как для нее дополнительно необходимы обобщение понятия экстремума функции, выяснение условий существования экстремума недетерминированной функции и разработка специальных методов поиска экстремумов таких функций. В начале 1990-х годов в работах первого из авторов [3] был предложен некоторый общий подход к проблеме и на его основе дано решение недетерминированных версий ряда популярных задач оптимизации (линейное программирование, булево линейное программирование, транспортная задача, выпуклое нелинейное программирование, антагонистичная игра). В настоящей работе дано решение, на той же основе, недетерминированной версии еще одной прикладной задачи оптимизации задачи дробно-линейного программирования.

Общая задача дробно-линейного программирования в детерминированной постановке состоит в нахождении максимального значения дробно-линейной функции

$$F = \frac{\sum_{j=1}^n c_j x_j}{\sum_{j=1}^n d_j x_j} \quad (1),$$

$$\text{при условиях } \sum_{j=1}^n a_j x_j \leq b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

где c_j, d_j, b_i, a_j — некоторые постоянные числа. Также предполагается, что знаменатель функции $\sum_{j=1}^n d_j x_j \geq 0$ в

области неотрицательных решений системы линейных уравнений (2). Решение этой задачи имеет своей целью минимизировать себестоимость выпускаемых изделий.

Рассмотрим недетерминированный (интервальный) вариант задачи (1), (2), состоящий в определении максимального значения интервального обобщения функции (1)

$$\tilde{F} = \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{c}_j x_j}{\sum_{j=1}^n \tilde{d}_j x_j} \quad (3),$$

$$\text{при детерминированных условиях } \sum_{j=1}^n a_j x_j \leq b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}) \quad (4)$$

где \tilde{c}_i и \tilde{d}_i — интервалы вида $\tilde{c}_j = [c_{j1}, c_{j2}]$, $\tilde{d}_j = [d_{j1}, d_{j2}]$, в которых c_{j1} , d_{j1} — минимальные значения ин-

тервальных коэффициентов (нижние границы интервалов), а c_{j2} , d_{j2} — максимальные значения интервальных коэф-

фициентов (верхние границы интервалов), a_j — некоторые постоянные числа, $\sum_{j=1}^n \tilde{d}_j x_j \neq 0$.

Будем решать поставленную интервальную задачу методом детерминизации, т.е. сведением к двум аналогичным детерминированным задачам. Так как целевая функция является нелинейной и представляет собой отношение двух линейных функций, то нижняя граничная задача задачи (3), (4) может быть получена при замене всех интервальных коэффициентов числителя целевой функции (1) их нижними границами, а всех интервальных коэффициентов знаменателя целевой функции их верхними границами. Верхняя граничная задача задачи (3), (4) может быть получена при замене всех интервальных коэффициентов числителя целевой функции их верхними границами, а всех интервальных коэффициентов знаменателя целевой функции их нижними границами. В результате необходимых действий получим два решения двух введенных детерминированных задач. Решение нижней граничной задачи дает максимальное значение

F_{lmax} ее целевой функции F_1 , являющееся нижней границей интервала-решения исходной задачи (3), (4), решение верхней граничной задачи дает максимальное значение F_{2max} ее целевой функции F_2 , являющееся верхней границей интервала-решения исходной задачи (3), (4). Т.о. решение исходной задачи, т.е. максимум интервальной целевой функции \tilde{F} будет достигаться в некоторой точке $\dot{A}(x_1, x_2, \dots, x_n)$, а значение этого максимума целевой функции при заданных ограничениях будет $\tilde{F} = [F_1, F_2]$.

Итак, нам необходимо решить две граничные детерминированные оптимизационные задачи — нижнюю граничную и верхнюю граничную.

Задача 1 (нижняя граничная задача): Найти максимум функции

$$F = \frac{\sum_{j=1}^n c_{j1} x_j}{\sum_{j=1}^n d_{j2} x_j} \quad (5)$$

$$\text{при условиях } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}) \quad (6)$$

Сформулированная задача может быть сведена к задаче линейного программирования. Для этого обозначим

$$y_0 = \left\{ \sum_{j=1}^n d_{j2} x_j \right\}^{-1} \quad (7)$$

И введем новые переменные $y_j = y_0 \cdot x_j \quad (j = \overline{1, n})$ (8)

Используя введенные переменные, сведем задачу 1 к следующей задаче: найти максимум функции

$$F_1^* = \sum_{j=1}^n c_{j1} y_j \quad (9)$$

при условиях

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} y_j - b_i y_0 \leq 0 \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^n d_{j2} y_j = 1 \quad (11)$$

$$y_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}) \quad y_{01} \geq 0.$$

Задача (9)–(11) является задачей линейного программирования. Следовательно, ее решение можно найти соответствующими известными методами [1,2]. Зная оптимальный план решения этой задачи на основе соотношения (8) получаем оптимальный план решения задачи 1. Максимальное значение F_{lmax} целевой функции F_{max} задачи 1 — нижней граничной задачи исходной задачи (3), (4) — является нижней границей интервального максимального значения функции (3).

Задача 2 (верхняя граничная задача): Найти максимум функции

$$F = \frac{\sum_{j=1}^n c_{j2} x_j}{\sum_{j=1}^n d_{j1} x_j} \quad (12)$$

$$\text{при условиях } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}) \quad (13)$$

Сформулированная задача, как и задача 1, может быть сведена к задаче линейного программирования. Для этого обозначим

$$y_0 = \left\{ \sum_{j=1}^n d_{j1} x_j \right\}^{-1} \quad (14)$$

$$\text{и введем новые переменные } y_j = y_0 \cdot x_j \quad (j = \overline{1, n}). \quad (15)$$

Используя введенные переменные, сведем задачу 2 к следующей: найти максимум функции

$$F_2^* = \sum_{j=1}^n c_{j2} y_j \quad (16)$$

при условиях

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} y_j - b_i y_0 \leq 0, \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^n d_{j1} y_j = 1, \quad (18)$$

$$y_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}), \quad y_0 \geq 0.$$

Задачу (16)–(18), как и задачу (9)–(11), решаем известными методами решения задач линейного программирования.

В результате получаем максимальное значение F_{2max} целевой функции F_2 задачи 2 верхней граничной задачи исходной задачи (3), (4). Это значение является верхней границей интервального максимального значения F_{max} функции (3).

Так как система ограничений (4) интервальной задачи (3), (4) была детерминированной, то системы ограничений (6) и (13) задач 1 и 2 совпадают. При этом, оказалось, что точки максимума целевых функции в задачах 1 и 2 тоже совпадают. В результате решений задач 1 и 2 получаются граничные значения интервального максимума целевой функции \tilde{F} интервальной задачи (3), (4). Т.о. интервальный максимум значений целевой функции \tilde{F} (3) при заданных ограничениях (4) получается в виде $\tilde{F}_{max} = [F_{1max}, F_{2max}]$, где F_{1max} – решение задачи 1, F_{2max} – решение задачи 2.

Пример: Найти максимальное значение функции $F = \frac{\tilde{n}_1 x_1 + \tilde{n}_2 x_2 + \tilde{n}_3 x_3}{\tilde{d}_1 x_1 + \tilde{d}_2 x_2 + \tilde{d}_3 x_3}$ (19)

при условиях
$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 \leq 300 \\ x_1 + 2x_3 \leq 70 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 340 \end{cases} \quad (20)$$

$$\text{и } \tilde{c}_1 = [8, 9], \tilde{c}_2 = [3, 5], \tilde{c}_3 = [2, 3], \tilde{d}_1 = [1, 3], \tilde{d}_2 = [1, 4], \tilde{d}_3 = [1, 1].$$

Переменные x_i могут принимать только лишь неотрицательные значения.

Таким образом, математическая постановка задачи состоит в определении неотрицательного решения системы линейных неравенств (4), при котором достигается максимум функции F .

Решим нижнюю граничную задачу. Рассмотрим значение целевой функции при нижних границах интервалов коэффициентов \tilde{c}_i и верхних границах коэффициентов \tilde{d}_i .

$$F_1 = \frac{8x_1 + 3x_2 + 2x_3}{3x_1 + 4x_2 + x_3} \quad (21)$$

От неравенств перейдем к равенствам, введем дополнительные переменные

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 300 \\ x_1 + 2x_3 + x_5 = 70 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + x_6 = 340 \\ x_j \geq 0 \end{cases} \quad (22)$$

Введем новую переменную $y_0 = \frac{I}{3x_1 + 4x_2 + x_3}$, перейдем к новым переменным $y_j = x_j y_0$.

Целевая функция $f = 8y_1 + 3y_2 + y_3$

Запишем систему ограничений в новых переменных

$$\begin{cases} 2y_1 + y_2 + y_3 + y_4 - 300y_0 = 0 \\ y_1 + y_3 + y_5 - 70y_0 = 0 \\ y_1 + 2y_2 + y_3 + y_6 - 340y_0 = 0 \\ 3y_1 + 4y_2 + y_3 = I \\ y_i \geq 0 \end{cases} \quad (23)$$

Решив задачу симплекс-методом, получим следующие значения переменных $y_1 = I/3$, $y_2 = 0$, $y_3 = 0$, $y_0 = I/210$. Сделав возврат к исходным переменным, получим следующее решение в виде точки $x_1 = 70$, $x_2 = 0$, $x_3 = 0$. Значение целевой функции $F_1 = 8/3$.

Решим верхнюю граничную задачу. Рассмотрим значение целевой функции при верхних границах интервалов коэффициентов \tilde{c} и нижних границах интервалов коэффициентов \tilde{d} .

$$F_2 = \frac{9x_1 + 5x_2 + 3x_3}{x_1 + x_2 + x_3} \quad (24).$$

От неравенств перейдем к равенствам, введем дополнительные переменные

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 300 \\ x_1 + 2x_3 + x_5 = 70 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + x_6 = 340 \\ x_j \geq 0 \end{cases} \quad (25)$$

Введем новую переменную $y_0 = \frac{I}{x_1 + x_2 + x_3}$, перейдем к новым переменным $y_j = x_j y_0$

Целевая функция $f = 9y_1 + 5y_2 + 3y_3$

Запишем систему ограничений в новых переменных

$$\begin{cases} 2y_1 + y_2 + y_3 + y_4 - 300y_0 = 0 \\ y_1 + y_3 + y_5 - 70y_0 = 0 \\ y_1 + 2y_2 + y_3 + y_6 - 340y_0 = 0 \\ y_1 + y_2 + y_3 = I \\ y_i \geq 0 \end{cases} \quad (26)$$

Решив задачу симплекс-методом, получим следующие значения переменных $y_1 = I$, $y_2 = 0$, $y_3 = 0$, $y_0 = I/0$. Сделав возврат к исходным переменным, получим следующее решение в виде точки $x_1 = 70$, $x_2 = 0$, $x_3 = 0$. Соответствующее максимальное значение целевой функции $F_{2max} = 9$.

Искомый максимум F_{max} интервальной целевой функции \tilde{F} (3) при заданных ограничениях (4) находится в общей точке (70;0;0) решения двух граничных задач, а сам максимум целевой функции получаем соединением двух максимальных значений целевой функции двух граничных задач $\tilde{F} = [F_1, F_2] = \left[\frac{8}{3}, 9 \right]$.

Литература:

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: Высшая школа, 1986. 317 с.

2. Волошин Г.Я. Методы оптимизации в экономике. — М.: Дело и сервис, 2004. 320с.
3. Левин В.И. Интервальные методы оптимизации систем в условиях неопределенности. — Пенза: Изд-во ПТИ, 1999. 101с.

Непрерывные аналоги закона распределения простых чисел

Оразов М., кандидат физико-математических наук, докторант
Туркменский сельскохозяйственный университет им. С.А. Ниязова (г. Ашхабад)

The work considers the issue of minimal limitations which the Mellin transformation exponential of non-decreasing function $f(x)$ must be in accord with in order for asymptotic behaviour of this function for large x to be analogous to asymptotic behaviour of quantity of numbers not exceeding x .

Sufficient conditions which the Mellin transformation of non-decreasing function $f(x)$ must be in accord with in order for asymptotic formula $f(x) \approx x/eux$ where $x \rightarrow \infty$, have been obtained.

From the results obtained, in particular where $f(x) = \pi(x)$, here is contained the asymptotic law of distribution of prime numbers.

Работа содержит достаточные условия, которым должно удовлетворять преобразование Меллина неубывающей функции $f(x)$, чтобы была справедлива асимптотическая формула $f(x) \sim x/\ln x$ при $x \rightarrow \infty$.

Из полученных результатов, в частности, при $f(x) = \pi(x)$ здесь содержится асимптотический закон распределения простых чисел.

Пусть $f(x)$ — неубывающая функция, определенная при $x \geq 1$

$$M_f(s) = s \int_1^{\infty} \frac{f(x)}{x^{s+1}} dx, \quad F(s) = e^{M_f(s)}$$

Поставим вопрос о том, какие минимальные ограничения на функцию $F(s)$ обеспечивают асимптотическую формулу

$$f(x) \sim \frac{x}{\ln x}$$

аналог закона простых чисел.

Введем следующее определение. Будем говорить, что функция $P(s)$, регулярная при $\sigma > 1$, продолжима на прямую $\sigma = 1$, если для каждого фиксированного действительного t существует конечный предел

$$\lim_{\sigma \rightarrow 1+0} P(\sigma + it).$$

Если при этом стремление к пределу равномерно в каждом конечном промежутке изменения t , то продолжимость называется равномерной.

Лемма 1. Пусть интеграл $M_f(s)$ сходится при $\sigma > 1$, $F(s) = e^{M_f(s)}$. Если производная $F'(s)$ равномерно продолжима на прямую $\sigma = 1$, исключая точку $s = 1$,

$$F(s) = o\left(\frac{1}{(\sigma - 1)^{4/3}}\right)$$

при $\sigma \rightarrow 1 + 0$, то функция $F(s)$ не обращается в нуль в замкнутой плоскости $\sigma \geq 1$.

Доказательство. Из сходимости интеграла $M_f(s)$ при $\sigma > 1$, следует, что $F(s) = e^{M_f(s)} \neq 0$ при $\sigma > 1$. Далее

$$M_f(s) = s \int_1^{\infty} \frac{f(x)}{x^{s+1}} dx = - \int_1^{\infty} f(x) dx^{-s} = f(1) + \int_1^{\infty} x^{-s} df(x),$$

откуда следует при $\sigma > 1$

$$\begin{aligned} |F(\sigma)^3 F(\sigma + it)^4 F(\sigma + 2it)| &= \exp \operatorname{Re}(3M_f(\sigma) + \\ &+ 4M_f(\sigma + it) + M_f(\sigma + 2it)) = \exp(sf(1) + \int_1^{\infty} x^{-\sigma} (3 + 4\cos(t \ln x) + \\ &+ \cos(2t \ln x)) df(x)) = \exp(8f(1) + \int_1^{\infty} x^{-\sigma} (1 + \cos(t \ln x))^2 df(x)) \geq e^{8f(1)} > 0 \end{aligned} \quad (1)$$

С другой стороны, если $F(1 + it_1) = 0$, $t_1 \neq 0$, то при $\sigma > 1$

$$F(\sigma + it_1) = F(\sigma + it_1) - F(1 + it_1) = \int_1^{\sigma} F'(u + it_1) du.$$

Ввиду равномерной продолжимости производной $F'(s)$ на прямую $\sigma = 1$, имеем $F'(u + it_1) = O(1)$ при $1 \leq u \leq \sigma$, откуда следует

$$F(\sigma + it_1) = \int_1^{\sigma} F'(u + it_1) du = O(\sigma - 1)$$

при $\sigma \rightarrow 1 + 0$.

Отсюда согласно условию леммы вытекает

$$|F(\sigma)^3 F(\sigma + it_1)^4 F(\sigma + 2it_1)| = o\left(\frac{1}{(\sigma - 1)^4} \cdot (\sigma - 1)^4\right) = o(1)$$

в противоречии с неравенством (1).

Мы воспользовались тем, что из равномерной продолжимости $F'(s)$ следует равномерная продолжимость $F(s)$, так как при $1 < u_1 < u_2$

$$F(u_2 + it) - F(u_1 + it) = \int_{u_1}^{u_2} F'(u + it) du = O(u_2 - u_1),$$

что влечет за собой равномерную продолжимость функции $F(s)$, и следовательно, оценку

$$F(\sigma + 2it_1) = O(1), \quad (\sigma \rightarrow 1 + 0, \quad t_1 \neq 0).$$

Полученное противоречие показывает, что $F(1 + it_1) \neq 0$ при $t_1 \neq 0$. Лемма доказана.

Теорема 1. Если функция $F(s) = e^{M_f(s)}$ такова, что $F(s) = \frac{c}{s-1} + H(s)$, при $\sigma > 1$, причем $c \neq 0$, функция $H'(s)$ равномерно продолжима на прямую $\sigma = 1$, то

$$f(x) \sim \frac{x}{\ln x}.$$

Доказательство. Из наших условий следует, что

$$F(\sigma) = O\left(\frac{1}{\sigma-1}\right) = o\left(\left(\frac{1}{\sigma-1}\right)^{4/3}\right),$$

при $\sigma \rightarrow 1+0$.

Ввиду равномерной продолжимости функции $H'(s)$ из леммы 1 следует, что функция $F(s)$ не обращается в нуль в замкнутой полуплоскости $\sigma \geq 1$. Так как при $\sigma > 1$

$$F'(s) = -\frac{c}{(s-1)^2} + H'(s),$$

то

$$\begin{aligned} \frac{F'}{F}(s) + \frac{1}{s-1} &= \frac{(s-1)F'(s) + F(s)}{(s-1)F(s)} = \\ &= \frac{(s-1)\left(-\frac{c}{(s-1)^2} + H'(s)\right) + \frac{c}{s-1} + H(s)}{(s-1)F(s)} = \\ &= \frac{(s-1)H'(s) + H(s)}{(s-1)F(s)} \end{aligned}$$

Так как числитель и знаменатель последней дроби равномерно продолжимы на прямую $\sigma = 1$, причем знаменатель $(s-1)F(s)$ не обращается в нуль в полуплоскости $\sigma \geq 1$ (так как

$\lim_{s \rightarrow 1, \sigma > 0} (s-1)F(s) = c \neq 0$), то функция $\frac{F'}{F}(s) + \frac{1}{s-1}$ равномерно продолжима на прямую $\sigma = 1$.

Далее из равенства $F(s) = e^{M_f(s)}$ следует

$$\frac{F'}{F}(s) = M'_f(s) = -\int_1^\infty x^{-s} \ln x df(x) = -\int_1^\infty x^{-s} d\left(\int_1^x \ln u df(u)\right).$$

Функция $h(x) = \int_1^x \ln u df(u)$ очевидно неубывающая.

Применим к ней сформулированную ниже теорему Икеара.

Теорема. (Теорема Икеара [2]). Пусть $h(x)$ неубывающая функция, определенная при $x \geq 1$.

Если функция

$$\int_1^{\infty} x^{-s} dh(x) - \frac{1}{s-1}$$

равномерно продолжима на прямую $\sigma = 1$, то $h(x) \sim x$ при $x \rightarrow \infty$.

В нашем случае

$$\int_1^{\infty} x^{-s} dh(x) - \frac{1}{s-1} = -\frac{F'}{F}(s) - \frac{1}{s-1},$$

так что из предыдущего вытекает, что условия теоремы Икеара выполнены. Согласно этой теоремы

$$h(x) = \int_1^x \ln u df(u) \sim x, \quad (x \leftarrow \infty).$$

Отсюда следует

$$f(x) - f(2) = \int_2^x \frac{1}{\ln u} dh(u) = \frac{h(x)}{\ln x} - \frac{h(2)}{\ln 2} + \int_2^x \frac{h(u)}{u \ln^2 u} du,$$

откуда

$$f(x) = \frac{h(x)}{\ln x} - \frac{h(2)}{\ln 2} + f(2) = O\left(\int_2^x \frac{du}{\ln^2 u}\right) \sim \frac{x}{\ln x}.$$

Теорема доказана.

Литература:

1. Ингам А.Е. Распределение простых чисел. — ОНТИ, 1936.
2. Райков Д.А. Обобщение теоремы Икеара—Ландау. — Матем. сб. 8 (45), №3, 1938, 559—568.
3. Постников А.Г. Упрощение элементарного доказательства А.Сельберга асимптотического закона распределения простых чисел. — УМН, т.х., 1955, №4.

О некоторых задачах теории мультипликативных функций

Оразов М., кандидат физико-математических наук, докторант
Туркменский сельскохозяйственный университет им. С.А. Ниязова (г. Ашхабад)

The work is devoted to the issue surrounding the asymptotic behaviour of sum of values of multiplicative functions. A connection is identified between such sums for prime numbers and natural numbers.

The results obtained during the work process are based on research of analytical properties of specified sums and can be applied to the theory of free normative semi-groups.

Работа посвящена задачам, где изучается асимптотическое поведение суммы значений мультипликативных функций. Устанавливается связь между такими суммами по простым числам и натуральным числам.

Результаты, полученные в работе, основаны на исследовании аналитических свойств указанных сумм и имеют приложения в теории свободных нормированных полугрупп.

Пусть $\gamma(n)$ и $\beta(n)$ — неотрицательные мультипликативные функции. Определим функции $f(x)$ и $g(x)$ следующим образом:

$$f(x) = \sum_{\gamma(p) \leq x} \beta(p), \quad g(x) = \sum_{\gamma(n) \leq x} \beta(n)$$

(p — простые числа, n — натуральные числа).

Введем обозначения

$$M_f(s) = s \int_1^{\infty} \frac{f(x)}{x^{s+1}} dx; \quad M_g(s) = s \int_1^{\infty} \frac{g(x)}{x^{s+1}} dx.$$

Учитывая определения функции $f(x)$ и $g(x)$ имеем

$$M_f(s) = s \int_1^{\infty} \frac{f(x)}{x^{s+1}} dx = \int_1^{\infty} x^{-s} df(x) = \sum_{\gamma(p) \geq 1} \frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s};$$

$$M_g(s) = s \int_1^{\infty} \frac{g(x)}{x^{s+1}} dx = g(1) + \int_1^{\infty} x^{-s} dg(x) = \sum_{\substack{n=1 \\ \gamma(n) \geq 1}} \frac{\beta(n)}{\gamma(n)^s}.$$

Откуда

$$M_f(s) = \sum_p \frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s} - \sum_{\substack{p \\ \gamma(p) < 1}} \frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s};$$

$$M_g(s) = \sum_{n=1} \frac{\beta(n)}{\gamma(n)^s} - \sum_{\gamma(n) < 1} \frac{\beta(n)}{\gamma(n)^s}.$$

Предположим, что ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\beta(n)}{\gamma(n)^s}$ сходится в полуплоскости $\sigma > 1$.

Начиная с этого момента, мы предполагаем также, что $\gamma(n) \geq 1$ для всех натуральных n . Так как все члены ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\beta(n)}{\gamma(n)^s}$$

неотрицательные числа, то отсюда следует, что ряд для $M_g(s)$ (а следовательно и ряд для $M_f(s)$) при $\sigma > 1$ сходится абсолютно.

Так как для любого фиксированного s функция $\frac{\beta(n)}{\gamma(n)^s}$ мультипликативна по n , то в силу тождества Эйлера для мультипликативных функций имеем:

$$M_g(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\beta(n)}{\gamma(n)^s} = \prod_p \left(1 + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)^s} \right) = \left(\exp \sum_p \frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s} \right) \prod_p \left(1 + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)^s} \right) \times$$

$$\times \exp \left(- \frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s} \right),$$

откуда

$$e^{M_f(s)} = \exp \sum_p \frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s} = \Phi(s) M_g(s),$$

где

$$\Phi(s) = \prod_p \left(1 + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)^s} \right)^{-1} \exp \left(- \frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s} \right).$$

Чтобы получить намеченный результат мы должны обеспечить равномерную продолжимость производной $\Phi'(s)$ на прямую $\sigma = 1$. Для этого во всяком случае необходимо чтобы каждый из рядов

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)}$$

сходился и чтобы при $\sigma \geq 1$ было справедливо неравенство

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)} \neq -1.$$

Это условие будет выполнено, если мы потребуем, чтобы для всех простых p выполнялось неравенство

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)} < 1. \quad (1)$$

Действительно, в этом случае

$$\left| 1 + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)^s} \right| \geq 1 - \left| \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)^s} \right| = 1 - \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)^s} \geq 1 - \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)} > 0.$$

Далее

$$\ln \Phi(s) = \sum_p \left(\frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s} - \ln \left(1 + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)^s} \right) \right),$$

откуда

$$\begin{aligned} \frac{\Phi'(s)}{\Phi(s)} &= \sum_p \left(- \frac{\beta(p) \ln \gamma(p)}{\gamma(p)^s} + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\frac{\beta(p) \ln \gamma(p)}{\gamma(p)^s}}{1 + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)^s}} \right) = \\ &= \sum_p \left(\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r) \ln \gamma(p^r)}{\gamma(p^r)^s} + O \left(\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r) \ln \gamma(p^r)}{\gamma(p^r)^s} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)^s} \right) \right) \end{aligned} \quad (2)$$

Отсюда видно, что если наряду с условием (2) потребовать сходимость рядов

$$\sum_p \sum_{r=2}^{\infty} \frac{\beta(p^r) \ln \gamma(p^r)}{\gamma(p^r)} \quad \text{и} \quad \sum_p \frac{\beta^2(p) \ln \gamma(p)}{\gamma^2(p)},$$

то это обеспечит равномерную продолжимость функции $\frac{\Phi'(s)}{\Phi(s)}$ (а значит функции $\Phi'(s)$) на прямую $\sigma = 1$.

Теорема 1. Пусть $\beta(n)$ и $\gamma(n)$ – неотрицательные мультипликативные функции, причем $\gamma(n) \geq 1$ для всех n .

$$\sum_{\gamma(n) \leq x} \beta(n) = cx + O\left(\frac{x}{(\ln x)^{2+\varepsilon}}\right), \quad c \neq 0, \varepsilon > 0,$$

Тогда если ряды

$$\sum_p \sum_{r=2}^{\infty} \frac{\beta(p^r) \ln \gamma(p^r)}{\gamma(p^r)}$$

и

$$\sum_p \frac{\beta^2(p) \ln \gamma(p)}{\gamma^2(p)}$$

сходятся и

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)} < 1 \text{ для всех } p,$$

то

$$\sum_{\gamma(p) \leq x} \beta(p) \sim \frac{x}{\ln x}.$$

(доказательство теоремы из-за громоздких вычислений не приводится).

Рассмотрим несколько следствий теоремы 1.

Следствие 1. Пусть $\beta(n)$ – неотрицательная мультипликативная функция

$$\sum_{n \leq x} \beta(n) = cx + O\left(\frac{x}{(\ln x)^{2+\varepsilon}}\right), \quad c \neq 0, \varepsilon > 0.$$

Если ряды

$$\sum_p \sum_{r=2}^{\infty} \frac{\beta(p^r) \ln p^r}{p^r} \quad \text{и} \quad \sum_p \frac{\beta^2(p) \ln p}{p^2}$$

сходятся и

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{p^2} < 1 \text{ для всех простых } p,$$

то

$$\sum_{p \leq x} \beta(p) \sim \frac{x}{\ln x}.$$

В частности, этим условиям удовлетворяет функция $\beta(n) \equiv 1$. Поэтому отсюда следует закон простых чисел.

Следствие 2. Пусть $\gamma(n)$ – мультипликативная функция, $\gamma(n) \geq 1$ для всех неотрицательных n .

$$\sum_{\gamma(n) \leq x} 1 = cx + O\left(\frac{x}{(\ln x)^{2+\varepsilon}}\right), \quad c \neq 0, \varepsilon > 0.$$

Тогда если ряды

$$\sum_p \sum_{r=2}^{\infty} \frac{\ln \gamma(p^r)}{\gamma(p^r)} \quad \text{и} \quad \sum_p \frac{\ln \gamma(p)}{\gamma^2(p)}$$

сходятся и

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{\gamma(p^r)} < 1 \quad \text{для всех простых } p,$$

то

$$\sum_{\gamma(p) \leq x} 1 \sim \frac{x}{\ln x}.$$

Замечания.

1. В формулировке теоремы 1 и ее следствий условие

$$\sum_{\gamma(n) \leq x} \beta(n) = cx + O\left(\frac{x}{(\ln x)^{2+\varepsilon}}\right), \quad c \neq 0, \varepsilon > 0 \quad (3)$$

можно заменить более слабым ограничением

$$\sum_{\gamma(n) \leq x} \beta(n) = cx + R(x), \quad c \neq 0,$$

$$\int_1^{\infty} \frac{|R(x) \ln x|}{x^2} dx < \infty.$$

Так, например, в условии (3) достаточно иметь остаточный член

$$O\left(\frac{x}{\ln^2 x (\ln \ln x)^{l+\varepsilon}}\right), \quad \varepsilon > 0.$$

2. Вместо неравенства

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)} < 1$$

достаточно потребовать, чтобы при $\sigma \geq 1$ при любых простых p выполнялось условие

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\beta(p^r)}{\gamma(p^r)} \neq -1. \quad (4)$$

Последнее замечание играет роль в некоторых важных частных случаях. Пусть, например, в условиях теоремы 1 функции $\beta(n)$ и $\gamma(n)$ вполне мультипликативны. Тогда условие (4) означает, что

$$\sum_{r=1}^{\infty} \left(\frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s} \right)^r = \frac{\beta(p)}{\gamma(p)^s - \beta(p)} \neq -1,$$

что выполняется автоматически, поскольку $\gamma(p)^s \neq 0$, если только $\beta(p) < \gamma(p)$ для всех простых p .

Кроме того, в этом случае

$$\begin{aligned} \sum_p \sum_{r=2}^{\infty} \frac{\beta(p^r) \ln \gamma(p^r)}{\gamma(p^r)} &= \sum_p \sum_{r=2}^{\infty} \left(\frac{\beta(p)}{\gamma(p)} \right)^r \cdot r \ln \gamma(p) = \\ &= 2 \sum_p \ln \gamma(p) \left(\frac{\beta(p)}{\gamma(p) - \beta(p)} \right)^2. \end{aligned}$$

Таким образом справедлива следующая

Теорема 2. Пусть $\beta(n)$ и $\gamma(n)$ – неотрицательные, вполне мультипликативные функции, $\gamma(p) > \max(1, \beta(p))$ при всех простых p .

$$\sum_{\gamma(n) \leq x} \beta(n) = cx + O\left(\frac{x}{(\ln x)^{2+\varepsilon}}\right), \quad c \neq 0, \varepsilon > 0, \quad (5)$$

Тогда если ряд

$$\sum_p \frac{\beta^2(p) \ln \gamma(p)}{\gamma^2(p)}$$

сходится, то

$$\sum_{\gamma(p) \leq x} \beta(p) \sim \frac{x}{\ln x}.$$

Пусть m – любое фиксированное натуральное число, тогда из условия (5) следует

$$\beta(m) \leq \sum_{\gamma(m)-1 < \gamma(n) \leq \gamma(m)} \beta(n) = c + O\left(\frac{\gamma(m)}{(\ln \gamma(m))^{2+\varepsilon}}\right),$$

откуда

$$\beta(m) = O\left(\frac{\gamma(m)}{(\ln \gamma(m))^{2+\varepsilon}}\right)$$

для любого натурального m .

Поэтому

$$\begin{aligned}
& \sum_{\gamma(n) \leq x} \frac{\beta^2(n) \ln \gamma(n)}{\gamma^2(n)} \ll \sum_{\gamma(n) \leq x} \frac{\beta(n) \ln \gamma(n)}{\gamma(n)} \times \\
& \times \frac{1}{(\ln \gamma(n))^{2+\varepsilon}} = \sum_{\gamma(n) \leq x} \frac{\beta(n)}{\gamma(n) (\ln \gamma(n))^{1+\varepsilon}} = \\
& = \frac{1}{x (\ln x)^{1+\varepsilon}} \sum_{\gamma(n) \leq x} \beta(n) - \int_2^x \sum_{\gamma(n) \leq u} \beta(n) d \frac{1}{u (\ln u)^{1+\varepsilon}} \ll \\
& \ll - \int_2^x u d \left(\frac{1}{u (\ln u)^{1+\varepsilon}} \right) = - \int_2^x \frac{du}{u (\ln u)^{1+\varepsilon}} + O(1) = O(1).
\end{aligned}$$

Отсюда следует, что ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\beta^2(n) \ln \gamma(n)}{\gamma^2(n)}$$

сходится и тем более сходится ряд по простым числам.

Поэтому из теоремы 2 вытекает

Теорема 3. Пусть $\beta(n)$ и $\gamma(n)$ – неотрицательные мультипликативные функции, $\gamma(p) > \max(1, \beta(p))$ для всех простых p и выполнено условие (5).

Тогда

$$\sum_{\gamma(p) \leq x} \beta(p) \sim \frac{x}{\ln x}.$$

Литература:

1. Файнлейб А.С. Некоторые асимптотические формулы для сумм мультипликативных функций и их приложения. - Литовский матем. сборник, 7, № 13, 1967, 535–545.
2. Ингам А.Е. Распределение простых чисел. - ОНТИ, 1936.
3. Титчмарш Е.К. Теория дзета-функции Римана. - ИЛ, 1953.

О представлении натуральных чисел в виде разности двух последовательностей

Оразов М., кандидат физико-математических наук, докторант
Туркменский сельскохозяйственный университет им. С.А. Ниязова (г. Ашхабад)

The present work researches the density of sequence of natural numbers, belonging within a specified interval and presentable as a difference between members of two specified sequences of natural numbers U and V . Using the identical equation of N.P. Romanoff and the Romanoff-Erdős inequality asymptotic formulae, characterising the quantity of natural numbers presentable as a difference of $a^k - b^l$, where a and b – natural numbers, $k \geq 2, l \geq 2$ – whole numbers, have been obtained. Asymptotic formulae for the quantity of natural numbers, not exceeding a specified limit and presentable as a difference $u - d$, ($u \in U$ and $d \in V$) in one way only, have been obtained.

В данной работе изучается плотность последовательности натуральных чисел, принадлежащих заданному интервалу и представимых в виде разности членов двух заданных последовательностей натуральных чисел U и V . С помощью тождества Н.П.Романова и неравенства Романова–Эрдоша получены асимптотические формулы, характеризующие количество натуральных чисел, представимых в виде разности $a^k - b^l$,

где a и b – натуральные числа, $k \geq 2$, $l \geq 2$ – целые числа. Получены также асимптотические формулы для числа натуральных чисел, непревосходящих заданной границы и представимых в виде разности $u - g$, ($u \in U$ и $g \in V$) единственным образом.

Пусть U и V две последовательности натуральных чисел. Мы рассматриваем натуральные числа n представимые в виде $u - g$, где $u \in U$, $g \in V$ (в дальнейшем включения $u \in U$ и $g \in V$ подразумевается если явно не оговорено противное).

Применим тождество Романова к множеству W , образованному парами $(u, -g)$, где $0 < u - g \leq x$, $u \leq X$, $g \leq X$ и $0 < x \leq X$. Обозначим через $N_U(y)$ и $N_V(y)$ соответственно подсчитывающие функции последовательностей U , V , а через P – число пар из W . В этих обозначениях

$$\begin{aligned} P &= \sum_{\substack{u \leq X, g \leq X \\ 0 < u - g \leq x}} 1 = \sum_{g \leq X} \sum_{\substack{g < u \leq \min(X, x+g)}} 1 = \sum_{g \leq X} (N_U(\min(X, x+g)) - N_U(g)) = \\ &= \sum_{g \leq X-x} N_U(x+g) + \sum_{X-x < g \leq X} N_U(X) - \sum_{g \leq X} N_U(g) = \\ &= N_U(X)(N_V(X) - N_V(X-x)) + \int_0^{X-x} N_U(x+y) dN_V(y) - \\ &- \int_0^X N_U(y) dN_V(y) = N_U(X)(N_V(X) - N_V(X-x)) - \int_0^X N_U(y) dN_V(y) + \\ &+ \int_0^{X-x} N_U(x+y) dN_V(y). \end{aligned}$$

Обозначим через $r(n)$ число представлений натурального n в виде разности $u - g$, где $u \leq X$, $g \leq X$. Согласно тождеству Романова [1]

$$\sum_{n \leq x} r^2(n) = P + 2R,$$

где

$$\begin{aligned} R &= \sum_{\substack{u, u', g, g' \leq X \\ 0 < u - g \leq x \\ 0 < u' - g' \leq x \\ u - u' = g - g' > 0}} 1 = \sum_{g' < g \leq X} \sum_{\substack{u - u' = g - g' \\ g < u \leq \min(X, x+g) \\ g' < u' \leq \min(X, x+g')}} 1 \leq \\ &\leq M_U(x) \sum_{g' < g \leq X} 1 \leq \frac{1}{2} M_U(X) N_V^2(X), \end{aligned}$$

где

$$M_U(X) = \max_{0 < a \leq X} \sum_{\substack{u, u' \leq X \\ u - u' = a}} 1 = \max_{0 < a \leq X} \sum_{\substack{u \leq X \\ u - a \in U}} 1.$$

Пусть $N(x, X) = N(x, X, U, V)$ – число натуральных чисел $n \leq x$, представимых в виде разности $u - g$, где $u, g \leq X$, а $N_I(x, X) = N_I(x, X, U, V)$ – число натуральных чисел $n \leq x$, представимых в указанном виде единственным образом. В силу неравенства Романова–Эрдоша [1]

$$\begin{aligned}
N(x, X) &> N_I(x, X) \geq P - 2R \geq \\
&\geq N_U(X)(N_V(X) - N_V(X - x)) - \int_0^X N_U(y) dN_V(y) + \\
&+ \int_0^{X-x} N_U(x + y) dN_V(y) - M_U(X)N_V^2(X).
\end{aligned}$$

С другой стороны

$$N(x, X) \leq \sum_{n \leq x} r(n) = P.$$

Так как

$$\begin{aligned}
N_U(X)N_V(X) - \int_0^X N_U(y) dN_V(y) &= \\
= N_U(X)N_V(X) - \sum_{\mathfrak{g} \leq X} N_U(\mathfrak{g}) &= \sum_{\mathfrak{g} \leq X} (N_U(X) - N_U(\mathfrak{g})) = \\
= \sum_{\mathfrak{g} \leq X} \int_{\mathfrak{g}}^X dN_U(y) &= \int_0^X \sum_{\mathfrak{g} \leq y} 1 \cdot dN_U(y) = \int_0^X N_U(y) dN_V(y),
\end{aligned}$$

то

$$P = \int_0^X N_V(y) dN_U(y) + \int_0^{X-x} N_U(x + y) dN_V(y) - N_U(X)N_V(X - x).$$

Таким образом справедлива

Теорема 1. Имеют место соотношения

$$\begin{aligned}
N(x, X) &= \int_0^X N_V(y) dN_U(y) + \int_0^{X-x} N_U(x + y) dN_V(y) - \\
&- N_U(X)N_V(X - x) - \theta M_U(X)N_V^2(X);
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_I(x, X) &= \int_0^X N_V(y) dN_U(y) + \int_0^{X-x} N_U(x + y) dN_V(y) - \\
&- N_U(X)N_V(X - x) - \theta_I M_U(X)N_V^2(X),
\end{aligned}$$

где $0 \leq \theta \leq \theta_I \leq 1$.

Пусть $N(X)$ означает число натуральных чисел, представимых в виде разности $u - \mathfrak{g}$, где $u, \mathfrak{g} \leq X$, а $N_I(X)$ – число натуральных чисел, представимых в указанном виде единственным образом. Очевидно, $N(X) = N(X, X)$, $N_I(X) = N_I(X, X)$. Поэтому при $x = X$ из теоремы 1 следует

Теорема 2. В условиях теоремы 1

$$N(x) = \int_0^x N_V(y) dN_U(y) - \theta M_U(X) N_V^2(X)$$

и

$$N_I(x) = \int_0^x N_V(y) dN_U(y) - \theta_I M_U(X) N_V^2(X), \quad 0 \leq \theta \leq \theta_I \leq 1.$$

Ясно, что последний интеграл $\leq N_U(x) N_V(x)$. С другой стороны, если $\theta < Y < X$, то

$$\int_0^x N_V(y) dN_U(y) \geq \int_Y^x N_V(y) dN_U(y) \geq N_V(Y) (N_U(X) - N_U(Y)).$$

Если существует функция $Y = Y(X) \rightarrow \infty$ при $X \rightarrow \infty$, такая, что

$$N_U(y) = o(N_U(x)) \quad \text{и} \quad N_V(Y) \sim N_V(X),$$

то при $Y = Y(X)$ имеем

$$N_V(Y) (N_U(X) - N_U(Y)) \sim N_U(X) N_V(X)$$

и следовательно

$$\int_0^x N_V(y) dN_U(y) \sim N_U(X) N_V(X).$$

Если при этом $M_U(X) = o(N_U(X))$ и $N_V(X) = o\left(\frac{N_U(X)}{M_U(X)}\right)$,

то

$$M_U(X) N_V^2(X) = o(N_U(X) N_V(X)).$$

Таким образом, имеет место

Теорема 3. Пусть U и V – последовательности натуральных чисел такие, что

$$M_U(X) = o(N_U(X)), \quad N_V(X) = o\left(\frac{N_U(X)}{M_U(X)}\right)$$

и существует функция $Y = Y(X) \rightarrow \infty$ (при $X \rightarrow \infty$), такая, что

$$N_U(Y) = o(N_U(X)) \quad \text{и} \quad N_V(Y) \sim N_V(X).$$

Тогда при $X \rightarrow \infty$

$$N(X) \sim N_U(X)N_V(X)$$

и

$$N_I(X) \sim N_U(X)N_V(X).$$

Замечание. Как видно из определения величины R ,

$$R \leq \sum_{\substack{u, u', g, g' \leq X \\ u - u' = g - g' > 0}} 1.$$

Последняя сумма симметрична относительно U и V . Поэтому наряду с оценкой

$$R \leq \frac{1}{2} M_U(X) N_V^2(X),$$

полученной выше, справедливо также неравенство

$$R \leq \frac{1}{2} M_V(X) N_U^2(X).$$

Отсюда следует, что утверждение теоремы 2 остается справедливым, если в вычитаемых членах заменить $M_U(X)N_V^2(X)$ на $M_V(X)N_U^2(X)$.

Ввиду асимметрии исходной задачи относительно U и V , такая замена позволяет в ряде случаев получать новые результаты.

Применим теорему 2 к последовательностям степеней $U = \{m^k\}$, $V = \{m^l\}$, где k и l заданные целые числа ≥ 2 .

Тогда

$$N_U(X) = \left[X^{\frac{1}{k}} \right] = X^{\frac{1}{k}} + O(1),$$

$$N_V(X) = \left[X^{\frac{1}{l}} \right] = X^{\frac{1}{l}} + O(1).$$

Как было доказано в работе [1], в этом случае $M_U(X) = O(X^\varepsilon)$, $M_V(X) = O(X^\varepsilon)$, для любого фиксированного $\varepsilon > 0$.

По теореме 2

$$\begin{aligned} N(X) &= \int_0^X \left[y^{\frac{1}{l}} \right] d \left[y^{\frac{1}{k}} \right] + O \left(X^{\frac{2}{l} + \varepsilon} \right) = \\ &= \sum_{m^k \leq X} \left[m^{\frac{k}{l}} \right] + O \left(X^{\frac{2}{l} + \varepsilon} \right) = \sum_{m \leq X^{\frac{1}{k}}} m^{\frac{k}{l}} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + O\left(X^{\frac{1}{k}}\right) + O\left(X^{\frac{2}{l}+\varepsilon}\right) = \frac{\left(X^{\frac{1}{k}}\right)^{\frac{k}{l}+1}}{\frac{k}{l}+1} + \\
& + O\left(X^{\frac{1}{k}}\right) + O\left(X^{\frac{2}{l}+\varepsilon}\right) = \frac{1}{k+l} X^{\frac{1}{k}+\frac{1}{l}} + \\
& + O\left(X^{\frac{1}{k}}\right) + O\left(X^{\frac{2}{l}+\varepsilon}\right).
\end{aligned}$$

Если $\frac{2}{l} < \frac{1}{k} + \frac{1}{l}$, то есть $l > k$, то главный член не поглощается остатком, ввиду произвольной малости $\varepsilon > 0$.

В силу предыдущих замечаний второй остаточный член можно заменить на $O\left(X^{\frac{2}{l}+\varepsilon}\right)$. Это соответствует оценке $M_V(X)N_U^2(X)$.

Согласно теореме 2, точно также получается и оценка $N_I(X)$. Поэтому справедлива следующая

Теорема 4. Пусть k и l неравные друг другу целые числа ≥ 2 . Тогда число натуральных чисел, не превосходящих X и представимых в виде разности $a^k - b^l$, в котором уменьшаемое и вычитаемое также не превосходит X , а также число натуральных чисел, не превосходящих X и представимых в указанном виде единственным образом асимптотически равно

$$\frac{1}{k+l} X^{\frac{1}{k}+\frac{1}{l}} + O\left(X^{\frac{1}{k}}\right) + O\left(X^{\frac{2}{\max(k,l)}+\varepsilon}\right),$$

где ε – произвольно малое фиксированное положительное число.

Теоремы 2–4 относятся к случаю $x = X$.

Рассмотрим теперь задачу о натуральных числах $\leq x$, представимых в форме $a^k - b^l$, где k и l заданные целые числа, a и b натуральные числа $\leq X$, причем $x \leq X$. Применим теорему 1. Главный член в этой теореме равен

$$\begin{aligned}
& N_U(X)(N_V(X) - N_V(X-x)) + \int_0^{X-x} N_U(x+y) dN_V(y) - \\
& - \int_0^X N_U(y) dN_V(y) = N_U(X)(N_V(X) - N_V(X-x)) + \\
& + \sum_{y \leq X-x} N_U(x+y) - \sum_{y \leq X} N_U(y).
\end{aligned}$$

Если $U = \{m^k\}$, $V = \{m^l\}$, то последнее выражение равно

$$\begin{aligned} & \left[X^{\frac{l}{k}} \right] \left(\left[X^{\frac{l}{l}} \right] - \left[(X-x)^{\frac{l}{l}} \right] \right) + \sum_{m \leq (X-x)^{\frac{l}{l}}} \left[(x+m^l)^{\frac{l}{k}} \right] - \\ & - \sum_{m \leq X^{\frac{l}{l}}} \left[m^{\frac{l}{k}} \right] = \left(X^{\frac{l}{k}} + O(1) \right) \left(X^{\frac{l}{l}} - (X-x)^{\frac{l}{l}} + O(1) \right) + \\ & + \sum_{m \leq (X-x)^{\frac{l}{l}}} (x+m^l)^{\frac{l}{k}} + O\left((X-x)^{\frac{l}{l}}\right) - \sum_{m \leq X^{\frac{l}{l}}} \left[m^{\frac{l}{k}} \right] = \\ & = X^{\frac{l}{k} + \frac{l}{l}} + O\left(X^{\frac{l}{k}}\right) + O\left(X^{\frac{l}{l}}\right) + \int_0^{(X-x)^{\frac{l}{l}}} (x+z^l)^{\frac{l}{k}} dz - \\ & - X^{\frac{l}{k}} (X-x)^{\frac{l}{l}} - \int_0^{X^{\frac{l}{l}}} z^{\frac{l}{k}} dz = X^{\frac{l}{k}} \left(X^{\frac{l}{l}} - (X-x)^{\frac{l}{k}} \right) + \\ & + \frac{1}{l} \int_x^X t^{\frac{l}{k}} \cdot (t-x)^{\frac{l}{l}-1} dt + O\left(X^{\frac{l}{k}}\right) + O\left(X^{\frac{l}{l}}\right) - \frac{k}{k+l} X^{\frac{l}{k} + \frac{l}{l}}. \end{aligned}$$

Отсюда также, как при доказательстве предыдущей теоремы, имеем

$$\begin{aligned} N(x, X) &= X^{\frac{l}{k}} \left(X^{\frac{l}{l}} - (X-x)^{\frac{l}{l}} \right) - \frac{k}{k+l} X^{\frac{l}{k} + \frac{l}{l}} + \\ &+ \frac{1}{l} \int_x^X t^{\frac{l}{k}} (t-x)^{\frac{l}{l}-1} dt + O\left(X^{\frac{l}{k}}\right) + O\left(X^{\frac{l}{l}}\right) + O\left(X^{\frac{2}{\max(k,l)} + \varepsilon}\right). \end{aligned}$$

Аналогичные равенства справедливы для $N_l(x, X)$.

Литература:

1. Оразов М. Некоторые приложения неравенства Романова-Эрдоша. - Изв. АН Туркм. ССР, сер. физ.-техн., хим. и геол. Наук 1 (1978), 3-9.
2. Wirzing E. Eine Erweiterung des ersten Romanowschen Satzes. - Math., 9 (1958), 407-409.
3. Бредихин Б.М. Остаточный член в асимптотической формуле для $a^m + b^k$. - Изв. Высших учебных заведений СССР, Математика, 6 (19), 1960, 40-49.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Обмен данными между SCADA-системой и системой имитационного моделирования авиационных двигателей в процессе испытаний

Ахмедзянов Д.А., доктор технических наук, профессор;
Кишалов А.Е., кандидат технических наук, преподаватель; Суханов А.В., аспирант
Уфимский государственный авиационный технический университет

Применение современной теории газодинамических явлений и использование современной вычислительной техники совместно с математическим моделированием позволяет проводить большое количество численных экспериментов для различных вариантов конструкций газотурбинных двигателей (ГТД) с незначительными затратами времени и средств.

На сегодняшний день многими авиадвигателестроительными фирмами проводятся исследования направленные на создание методики «сквозного» математического моделирования, позволяющая полностью описать все процессы и физические явления, протекающие в газозооушном тракте ГТД и позволяющая существенно повысить качество проектирования и проводимых испытаний. Перед моделированием какого-либо технического объекта необходимо произвести идентификацию его модели. Процесс идентификации заключается в приведении параметров математической модели в соответствие с параметрами объекта на испытаниях. Поэтому разработка способа идентификации, позволяющего существенно повысить точность и надежность прогнозных оценок показателей ГТД, является актуальной и важной.

Для моделирования двигателя с его индивидуальными особенностями и характеристиками необходима индивидуальная модель двигателя. Для этого необходимо, чтобы математическая модель имела (выдавала) те же параметры, что и ГТД при его испытаниях. Если совпадение параметров ГТД и имитационной модели (ИМ) происходит в одной «точке», например, на номинальном или максимальном режиме, то такую модель называют «точечной». Если параметры ГТД и ИМ совпадают в нескольких «точках» (например, на дроссельной характеристике), то такую модель называют «статической» моделью двигателя. Набор точек, в которых ИМ описывает ГТД (поле точек, их диапазон) характеризует качество модели. Если параметры ГТД и ИМ совпадают не только в точках дроссельной характеристики (на линии установившихся режимов), но и в переходных процессах, то такую модель называют «динамической». Набор моделируемых режимов также характеризует качество модели.

От «точечной» до «динамической» модели сложность моделирования повышается многократно. Если «то-

чечную» модель мы можем получить и «вручную» при помощи «простых» вычислительных средств, то переход к «статической» и «динамическим» моделям возможен только на базе современной вычислительной техники и программных комплексов. Положительный эффект от применения математического моделирования с усложнением модели также возрастает многократно. Если при помощи «точечной» ИМ мы можем оценить параметры эффективности узлов, эффективность всего двигателя, оптимизировать его рабочий процесс под конкретные задачи и т.п., то при помощи «динамической» ИМ возможно моделировать переходные процессы протекающие в ГТД при различных внешних воздействиях, регулировках, прогнозировать различные критические ситуации, оптимизировать работу автоматики, оценить изменение характеристик отдельных узлов и двигателя в целом в процессе эксплуатации.

На сегодняшний день существуют множество универсальных и специализированных программных комплексов, способных моделировать работу авиационных ГТД. Это такие программные комплексы как JGTS (США), GasTurb (Германия), Gecat (США), GSP (Нидерланды), ГРАД (Россия, Казань), DVIgW (Россия, Уфа), АСТРА (Россия, Самара), модели ЦИАМ (Россия, Москва). Из них отметим систему имитационного моделирования (СИМ) DVIgW (и DVIg_OTLADKA, созданную на её базе), способную моделировать как сам ГТД, так и работу его автоматики с учётом настроек различных регулировочных элементов [1, 2].

Для получения индивидуальной ИМ ГТД необходимо осуществить передачу информации (параметры в узлах ГТД) полученную из эксперимента в СИМ. Для создания «точечной» модели, как уже упоминалось, данную операцию возможно выполнить и «вручную», но с усложнением модели, с переходом к «динамическим» моделям, объём передаваемой информации значительно увеличивается и требуется автоматизация процесса.

В данной статье описывается методика и общие подходы к проблеме обмена данными, полученными в результате эксперимента (SCADA-система) и СИМ работы авиационных ГТД (DVIg_OTLADKA).

Получение индивидуальной математической модели газотурбинного двигателя по результатам испытаний раз-

работывалось и апробировалось на стенде MiniLab, оснащённом SCADA-системой LabVIEW. На примере ТРД SR-30 рассмотрена методика передачи данных из SCADA-системы LabVIEW в СИМ DVIG_OTLADKA.

Решение задачи передачи данных при получении индивидуальной модели из SCADA-системы осуществляется следующим образом. Данные испытаний, полученные на стенде передаются в устройство сбора данных NI PXI (рис. 1). Здесь происходит их обработка программным обеспечением испытательного стенда. Данные выводятся на лицевую панель виртуального прибора (визуализируются) в виде графиков и стрелочных индикаторов. Одновременно с визуализацией происходит сохранение результатов эксперимента в файл обмена и передачи данных определенной структуры. Так как программы сбора и обработки данных испытаний и система имитационного моделирования написаны на разных языках, напрямую данные не передаются. Структура файла оп-

ределяется программным комплексом LabVIEW и позволяет дальнейшую обработку (аппроксимацию, статистическую обработку) данных в прикладной программе DIADEM. Так как частота опроса датчиков составляет 10 Гц, в программе DIADEM происходит осреднение данных, определяется значения параметров на установившемся рабочем режиме. Обработанные в среде DIADEM данные передаются в модель ГТД в СИМ DVIG_OTLADKA.

Топологическая модель двигателя SR-30 в СИМ DVIG_OTLADKA представлена на рис. 2.

Из-за особенностей СИМ DVIG_OTLADKA обработанные в DIADEM данные передаются в ИМ ГТД в два этапа [3, 4].

Все данные, полученные с эксперимента передаются в соответствующие структурные элементы (СЭ) двигателя. Данные подразделяются на 3 группы:

1 – входные для СЭ,



Рис. 1. Схема получения информации со стенда

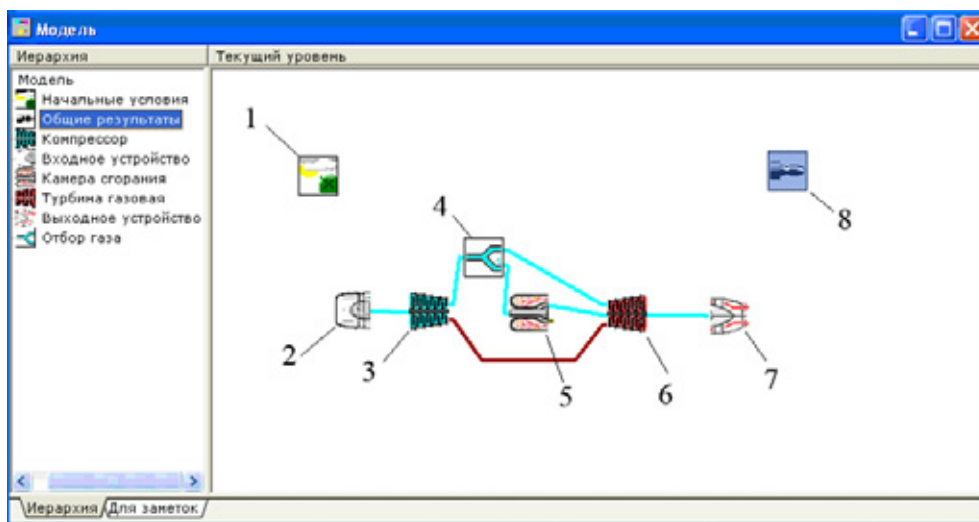


Рис. 2. Топологическая модель двигателя SR-30 в СИМ DVIG_OTLADKA, где 1 – начальные условия; 2 – входное устройство; 3 – компрессор; 4 – отбор газа; 5 – основная камера сгорания (ОКС); 6 – турбина; 7 – выходное устройство; 8 – общие результаты

2 — выходные для СЭ,

3 — выходные для всего двигателя (тяга, удельный расход топлива).

Данные первой группы напрямую присваиваются на вход соответствующих структурных элементов (начальные условия, входное устройство и т.п.), данные второй и третьей групп необходимо подбирать за счёт варьирования других величин (например, замеренный расход топлива подбирается за счёт изменения полноты сгорания). На первом этапе передаются те данные, которые являются входными для структурных элементов модели (степень повышения давления компрессора и т.д.). На втором этапе передаются параметры, которые являются выходными для структурных элементов модели (температуры и давления за основными узлами двигателя, тяга, удельный расход топлива и т.д.). Для того чтобы осуществить передачу (приём) индивидуальных данных двигателя, в модели двигателя в «Начальных условиях» (рис. 2, элемент 1) необходимо указать название и местоположение файла данных (рис. 3).

Также необходимо указать номер строки (время), с которой берутся данные. Параметры окружающей среды

(температура и давление воздуха) на входе в двигатель передаются в модель автоматически либо задаются пользователем вручную, используя соответствующие строки входных параметров.

На втором этапе данные передаются в структурные элементы, а затем значения данных параметров структурных элементов двигателя подбираются при помощи изменения других параметров структурных элементов.

Например, на первом этапе в структурный элемент «Входное устройство» (рис. 2, элемент 2) передаются значения давления и температуры. На втором этапе, по значению давления за «Входным устройством» (полученным экспериментально и переданным LabVIEW), определяется коэффициент восстановления полного давления «Входного устройства» согласно закону расчёта.

Аналогичным образом передаются данные в остальные структурные элементы (рис. 4).

Подбор значений на втором этапе осуществляется внутри каждого модуля. Подбор значений тяги, удельного расхода топлива осуществляется при помощи «Закона расчёта» (условия моделирования).

Условия моделирования на первом этапе представ-

Рис. 3. Входные параметры узла «Начальные условия»

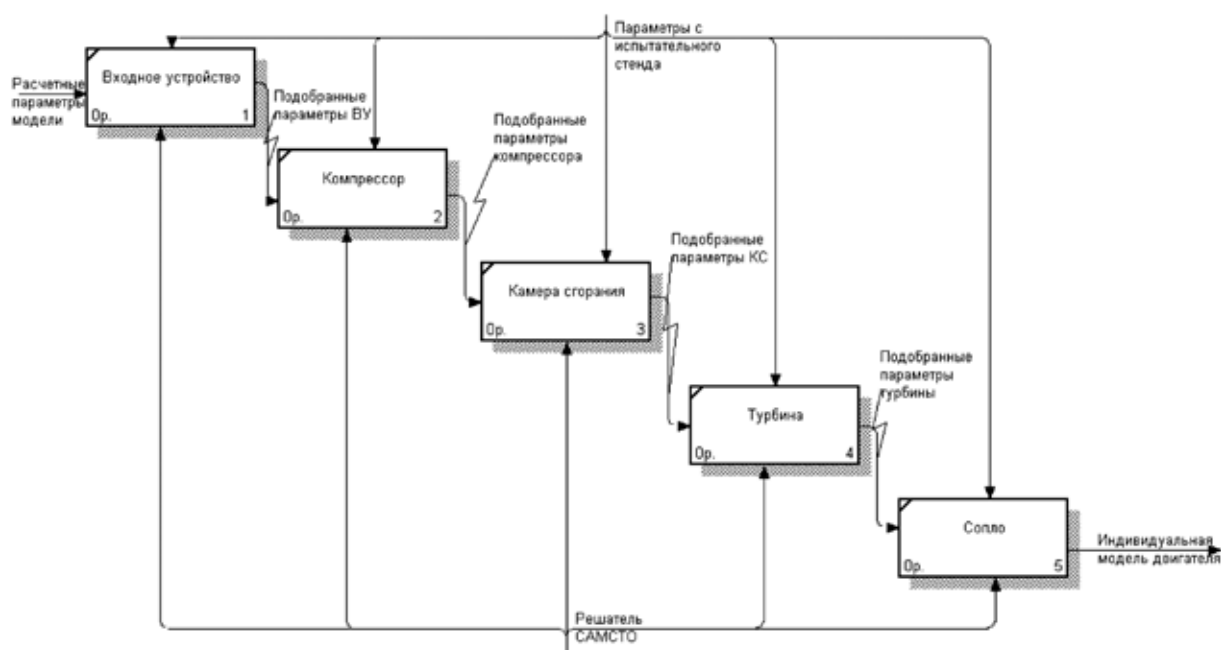


Рис. 4. Экспериментальные данные в структурных элементах математической модели

Таблица 1. Условия моделирования

Варьируемые параметры	Поддерживаемые параметры
η_T (ОКС)	$G_T/G_{T \text{ иден.}} \text{ (ОКС)} = 1$
$\eta_{\text{Кобр}}$ (Компрессор)	$T_T/T_{T \text{ иден.}} \text{ (Турбина)} = 1$
$\sigma_{\text{ОКС}}$ (ОКС)	$P/P_{\text{иден.}} \text{ (Общие результаты)} = 1$

лены в табл. 1. На первом этапе данные с испытаний передаются на вход СЭ (T_H^* ; P_H ; G_B ; p_B^* ; p_K^* ; n_K ; T_T^* ; p_T^* ; p_T^* ; $G_{\text{ТОКС}}$). Кроме перечисленных в таблице 1, внутри СЭ выполняются алгоритмы подбора следующих величин: η_T ; $\pi_{\text{Тобр}}$; $\pi_{\text{Кобр}}$; $n_{\text{Кобр}}$; $G_{\text{ВпрКобр}}$. У двигателя SR-30 нерегулируемое РС, что соответствующим образом отражается на наборе варьируемых и поддерживаемых параметров подбираемых внутри СЭ в отличие от методики из [4].

На втором этапе получения индивидуальной модели на вход соответственных узлов передаются (подобранные на первом этапе): η_T , $\eta_{\text{Кобр}}$, $\sigma_{\text{ОКС}}$. Таким образом, получив результаты испытания в виде файла отчета и обработав их

в среде DIADEM, можно создать индивидуальную модель ГТД в расчетной точке.

В результате разработки методики получения индивидуальной математической модели по результатам испытаний была получена математическая модель, описывающая поведение данного двигателя с погрешностью, не превышающей 0,3–0,5 %.

В ходе данной работы была описана методика обмена данными между SCADA-системой и СИМ DVIG_OTLADKA, продемонстрирована возможность реализации методики получения индивидуальной модели ГТД, изначально созданной для ТРДДФсм [4] для одновального ГТД SR-30 (американская ракета).

Литература:

1. Ахмедзянов, Д.А. Система термогазодинамического моделирования газотурбинных двигателей DVIGw (свидетельство об официальной регистрации) / Д.А. Ахмедзянов, И.А. Кривошеев, И.М. Горюнов и др.: Свидетельство об официальной регистрации № 2004610624. — Москва: Роспатент. — 2004.
2. Кишалов А.Е. Система имитационного моделирования DVIG_OTLADKA (свидетельство об официальной регистрации) / Д.А. Ахмедзянов, А.Е. Кишалов, И.А. Кривошеев: Свидетельство об официальной регистрации № 2009610324. — Москва: Роспатент. — 2009.
3. Кишалов, А.Е. Параметрическая идентификация математической модели ГТД в системе DVIGwp / А.Е. Кишалов, Е.С. Власова // Всероссийская НТК «Мавлютовские чтения», УГАТУ, Уфа, 2007. т.1. — С. 56–57.
4. Кишалов, А.Е. Повышение эффективности процесса отладки форсажных режимов при испытаниях ТРДДФ: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук; Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ); науч. рук. Д.А. Ахмедзянов, 2010. — 234 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта МК-30.2011.8.

Разработка методов и средств моделирования компрессоров авиационных ГТД в одномерной постановке

Михайлова А.Б., аспирант; Михайлов А.Е., аспирант;
Ахмедзянов Д.А., доктор технических наук, профессор
Уфимский государственный авиационный технический университет

В настоящее время ведутся работы над созданием двигателей новых поколений, которые должны обладать рядом характеристик, придающих качественно новый уровень летательному аппарату. Среди основных направлений развития компрессоров ГТД следует отметить сокращение числа ступеней при одновременном повышении суммарной степени повышения давления и адиабатичес-

кого КПД. Это может быть достигнуто за счет значительного повышения аэродинамической нагруженности и адиабатического КПД отдельных ступеней. Ведутся работы по снижению акустического шума ступеней компрессора. Для обеспечения широкого спектра требований к двигателям новых поколений, в условиях сокращения затрат (времени и материальных ресурсов) и повышения ка-

чества продукции для обеспечения конкурентоспособности на международном рынке происходит коренной пересмотр методологии проектирования с внедрением информационных технологий в рамках CALS — компьютерной поддержки жизненного цикла продукции, реализации системного и объектного подходов, широкого использования математического моделирования. За рубежом разрабатываются гибкие многодисциплинарные многоуровневые программные комплексы, обеспечивающие информационную поддержку жизненного цикла изделия. Для проектирования компрессоров используются программные комплексы, обеспечивающие интеграцию математических моделей различного уровня, размерности и функционального назначения, охватывающие весь цикл проектирования компрессора от технического задания до конструкторской и технологической документации.

Значительный интерес проявляется к трехмерным нестационарным математическим моделям турбулентных течений, которые позволяют с наибольшей достоверностью описать рабочий процесс в компрессоре. Однако данная математическая модель требует значительных затрат машинного времени и материальных ресурсов. Вместе с тем для информационной поддержки ранних стадий проектирования необходима разработка многоуровневого гибкого программного комплекса, базирующегося на одномерных и двухмерных моделях рабочего процесса, что позволит значительно сократить трудоемкость последующих стадий проектирования, а также экспериментальной доводки изделия.

Для разработки системы имитационного моделирования компрессоров авиационных ГТД в одномерной постановке использована разработанная в НИИ САПР-Д кафедры авиационных двигателей ФГБОУ ВПО УГАТУ

технология МетаСАПР САМСТО [1–3]. В технологии МетаСАПР САМСТО (система автоматизированного моделирования сложных технических объектов) реализован объектно-ориентированный подход к построению информационных систем, в том числе средств имитационного моделирования технических объектов, использующий язык UML (язык графического программирования).

На рис. 1 представлен проект системы моделирования COMPRESSOR в среде МетаСАПР САМСТО, основные структурные элементы, а также пиктограмма. При моделировании в МетаСАПР САМСТО моделируемый объект представляется в виде сетевого графа, состоящего из унифицированных структурных элементов, выступающих вершинами графа и унифицированных информационных взаимосвязей, выступающих ребрами графа. При этом каждый структурный элемент имеет четыре уровня:

- Визуальный уровень: пиктограмма.
- Топологический уровень: номенклатура и типы входных и выходных параметров; номенклатура входных и выходных информационных взаимосвязей.
- Текстовый уровень: наименование типа элемента, справочная информация.
- Алгоритмический уровень: алгоритм расчета значений параметров выходных данных и информационных взаимосвязей по значениям входных данных и информационных взаимосвязей.

Как и элементы математической модели, информационные взаимосвязи являются неделимыми информационными образованиями и имеют несколько уровней описания:

- Визуальный уровень: линия определенного цвета, соединяющая два структурных элемента математической модели через соответствующие соединительные звенья.

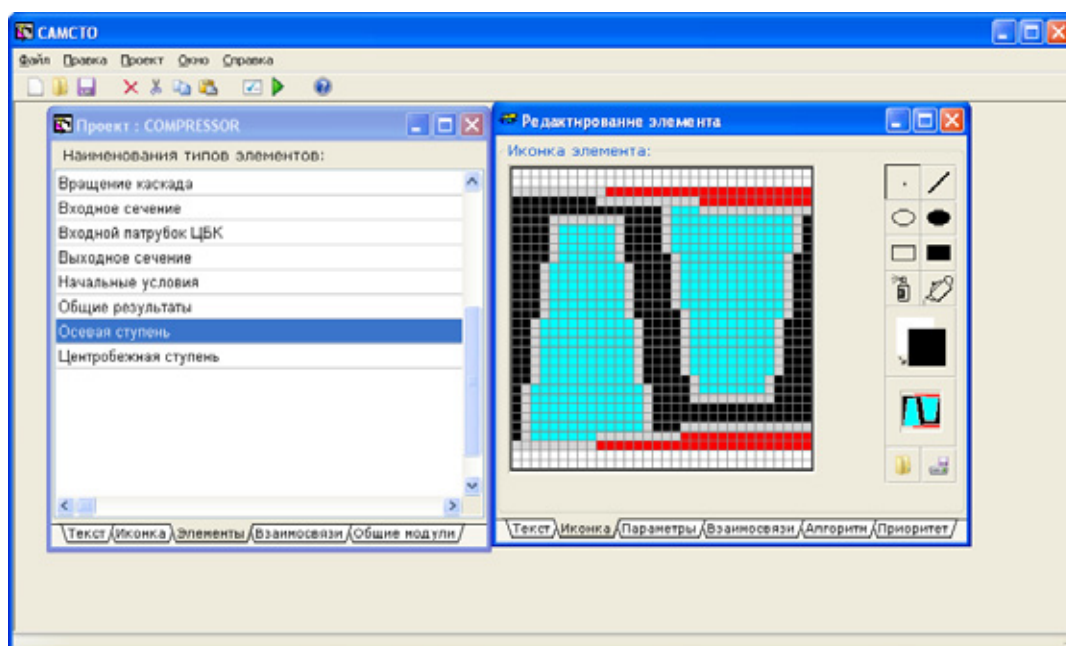


Рис. 1. Проект COMPRESSOR в среде МетаСАПР САМСТО



Рис. 2. Единая схема представления структурных элементов

- Топологический уровень: номенклатура и типы параметров информационной взаимосвязи.
- Текстовый уровень: наименование типа взаимосвязи, краткие обозначения и полные наименования параметров информационного потока, справочная информация.

При этом унифицированный характер структурных элементов обеспечивается единой схемой представления модулей (рис. 2).

Структура разрабатываемой системы имитационного моделирования представлена на рис. 3. СИМ COMPRESSOR имеет классическую архитектуру: препроцессор-процессор-постпроцессор. На этапе препроцессинга производится структурный и параметрический синтез имитационной модели компрессора. Процессор

СИМ позволяет решать различные прямые и обратные задачи проектирования компрессора за счет формирования условий анализа. В постпроцессоре производится отображение и анализ результатов моделирования.

Унифицированный подход, развиваемый в технологии МетаСАПР САМСТО позволяет разрабатывать математические модели рабочего процесса различного функционального назначения, уровня и размерности. На рис. 4 представлена трехуровневая функциональная модель компрессора в системах имитационного моделирования различной размерности и функционального назначения. При этом размерность математической модели обуславливает оптимальный уровень декомпозиции объекта моделирования: 0-D — интегральная модель типа «черный ящик»; 1-D — декомпозиция компрессора до уровня сту-

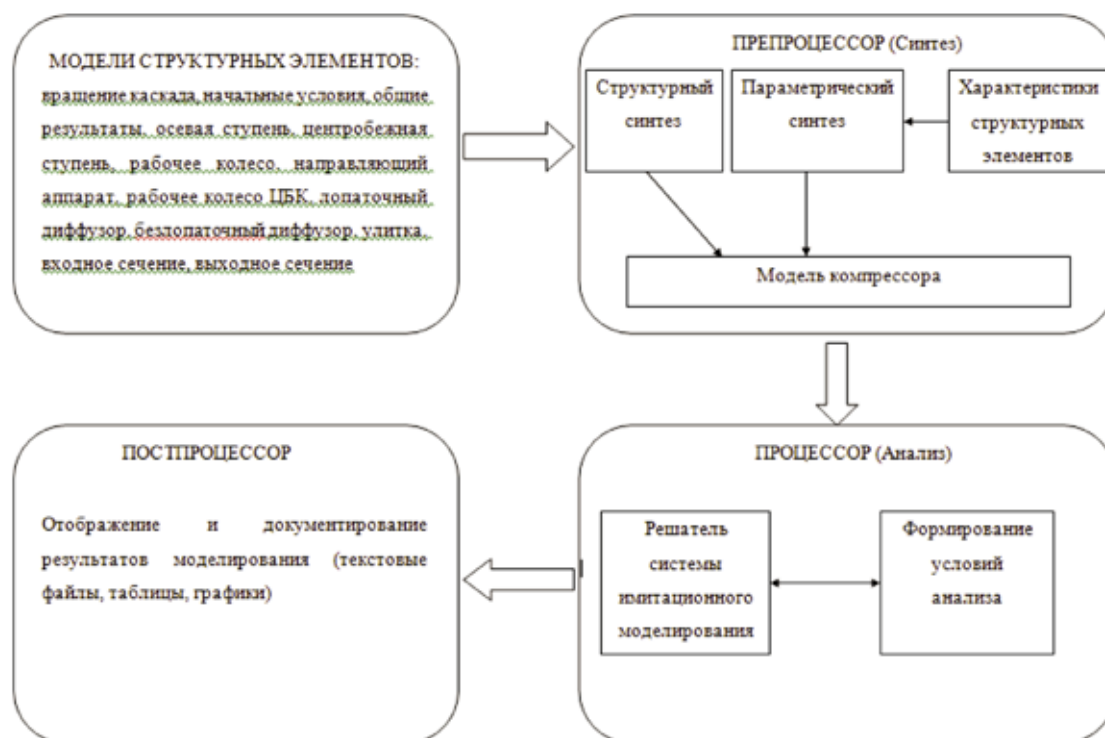


Рис. 3. Структура СИМ COMPRESSOR

пени; 2-D — декомпозиция компрессора до уровня лопаточного венца.

Одномерная математическая модель рабочего процесса в компрессоре, реализованная в системе имитационного моделирования [4, 5] базируется на методе плоских решеток [6–8].

СИМ COMPRESSOR позволяет решать обратные задачи при проектировании осевого многоступенчатого и центробежного компрессоров. На основе распределения

основных параметров по ступеням компрессора система моделирования позволяет определять основные кинематические и геометрические параметры компрессора. На рис. 5 представлена структурная схема осевого многоступенчатого компрессора и треугольник скоростей на среднем радиусе первой ступени. На рис. 6 представлена проточная часть шестиступенчатого компрессора, построенная по результатам моделирования в СИМ, а также геометрия межлопаточного канала на среднем радиусе первой ступени

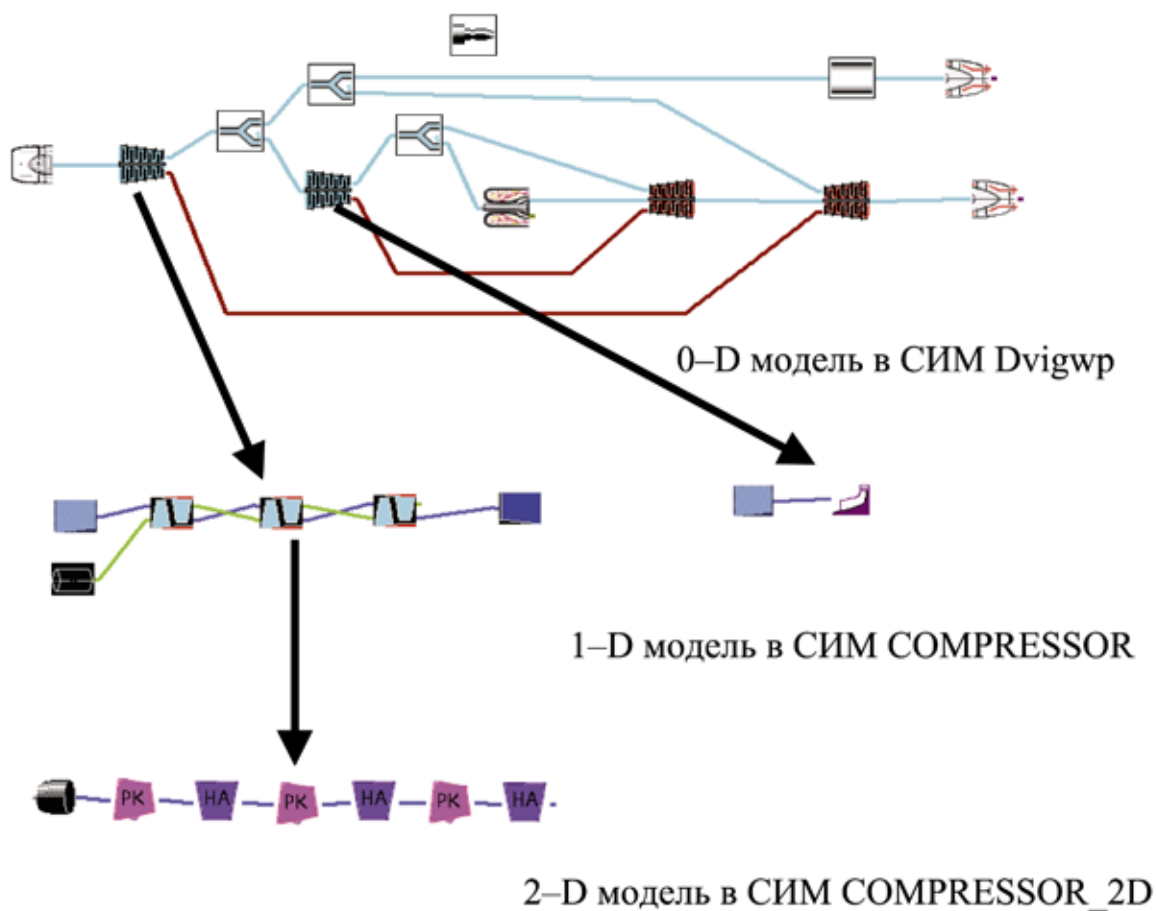


Рис. 4. Трехуровневая функциональная модель ГТД

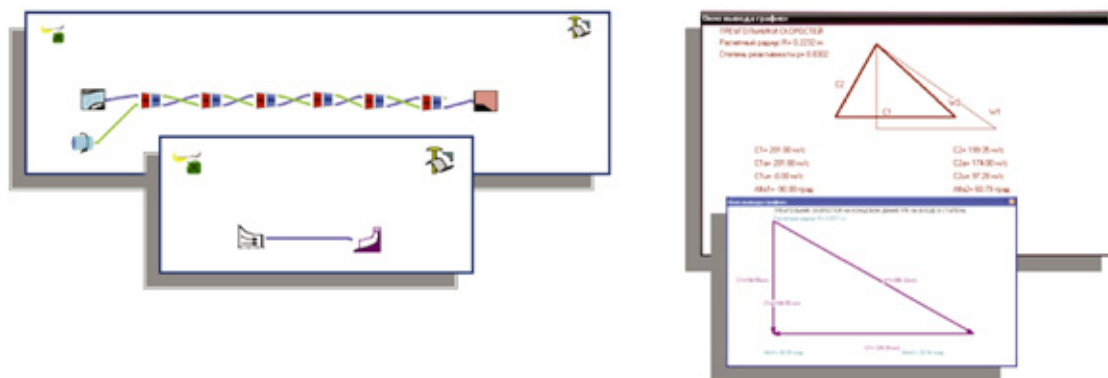


Рис. 5. Структурная схема имитационной модели и треугольники скоростей для многоступенчатого осевого и одноступенчатого центробежного компрессора

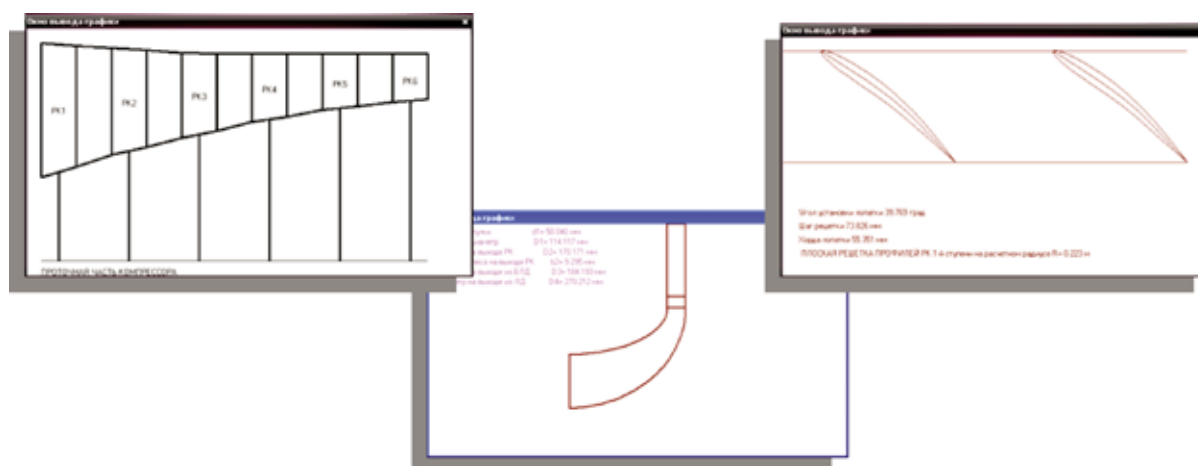


Рис. 6. Схема меридионального сечения осевого и центробежного компрессора и решетка профилей

пени компрессора. Система моделирования позволяет проводить распределение параметров по высоте проточной части компрессора и профилирование лопаточных венцов.

СИМ COMPRESSOR позволяет решать обратную задачу для центробежного компрессора. На рис. 5 представлена структурная схема центробежного компрессора и треугольник скоростей на входе в рабочее колесо на среднем радиусе. На рис. 6 представлена геометрия проточной части центробежного компрессора, состоящая из рабочего колеса, лопаточного диффузора и безлопаточного диффузора.

Система моделирования позволяет решать широкий спектр задач на ранних стадиях проектирования компрессоров ГТД: оптимизация распределения теоретического напора и КПД по ступеням многоступенчатого ком-

прессора; оптимизация распределения компонентов скоростей потока и кинематических параметров по ступеням компрессора; оптимизация геометрии проточной части компрессора исходя из различных целевых функций; разработка геометрических моделей компрессора исходя из обеспечения подобия режимов течения. Решение обратной задачи в СИМ COMPRESSOR является предварительным этапом для решения прямой задачи в одномерной постановке, позволяющей получить характеристику компрессора.

СИМ COMPRESSOR является первым компонентом разрабатываемого программного комплекса многомерного газодинамического моделирования для повышения эффективности решения прямых и обратных задач проектирования компрессоров авиационных ГТД.

Литература:

1. Ахмедзянов Д.А. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2011611712. САМСТО / Д.А. Ахмедзянов, И.А. Кривошеев, Д.Г. Кожин. М.: Роспатент, 2011.
2. Тунаков А.П. САПР газотурбинных двигателей / А.П. Тунаков, И.А. Кривошеев, Д.А. Ахмедзянов — Уфа: УГАТУ, 2005. — 272 с.
3. Ахмедзянов Д.А. Термогазодинамический анализ рабочих процессов ГТД в компьютерной среде DVIGw / Д.А. Ахмедзянов, И.А. Кривошеев [и др.]. Уфа: УГАТУ, 2003. — 162 с.
4. Михайлова (Козловская) А.Б. Методика расчета и моделирование осевых компрессоров авиационных ГТД / Д.А. Ахмедзянов, А.Б. Михайлова (Козловская). Уфа: Вестник УГАТУ. Т13. — № 1 (34) — 2009. с. 9–19.
5. Ахмедзянов Д.А. Методика расчета и моделирование центробежных компрессоров / Д.А. Ахмедзянов, А.Б. Козловская, Н.Б. Проскурина. Уфа: Вестник УГАТУ. Т14. — №3 (38) — 2010. с. 62–71.
6. Емин О.Н., Карасев В.Н., Ржавин Ю.А. Выбор параметров и газодинамический расчет осевых компрессоров и турбин авиационных ГТД: Учебное пособие, — М.: «Дипак», 2003. — 156 с.
7. Белоусов А.Н., Мусаткин Н.Ф., Радько В.М., Кузьмичёв В.С. Проектный Термогазодинамический расчет основных параметров авиационных лопаточных машин; Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2006. — 316 с.
8. Холщевников К.В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин: Учеб. для авиац. вузов. — М.: Машиностроение, 1970. — 610 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

Алгоритмы коррекции погрешностей тензометрических датчиков давления цифровыми вторичными преобразователями

Катков А.Н., аспирант

Пензенский государственный университет

Введение. Давление представляет собой важный информативный параметр многих физических процессов. Задача измерения давления решается различными измерительными приборами, важным классом которых являются датчики давления. Датчики давления основываются на различных принципах, среди них большую долю занимает тензорезистивный принцип измерения [1].

Преимуществом тензорезистивных датчиков давления является сравнительно низкая нелинейность, недостатком — значительная температурная погрешность. Непрерывно растущие требования к точности измерительной информации диктуют необходимость коррекции погрешностей тензометрических датчиков давления. Аналоговые методы коррекции погрешностей, основанные на аналоговых схемотехнических решениях, например, изложенные в [2, 3], не позволяют достичь высоких метрологических характеристик, поэтому в последние несколько лет все шире применяются цифровые методы коррекции погрешностей, выполняемые цифровыми вторичными преобразователями датчиков давления.

Алгоритмы коррекции нелинейности и температурной погрешности. Алгоритмы коррекции нелинейности и температурной погрешности, выполняемые цифровыми вторичными преобразователями сигналов тензометрических датчиков давления, основываются на математических моделях измерительных сигналов датчиков. Эти модели отражают существенные взаимосвязи между значениями измеряемой величины, значениями внешних воздействующих факторов и значениями выходного сигнала датчика.

Наибольший вклад в дополнительную погрешность тензометрических датчиков давления вносит температура. Влияние температуры вызывает изменение начального сигнала (аддитивная составляющая температурной погрешности) и чувствительности (мультипликативная составляющая) датчиков. Для коррекции температурной погрешности применяется метод вспомогательных измерений [4], заключающийся в добавлении чувствительного элемента температуры в структуру датчика давления. Требования к характеристикам чувствительного элемента температуры, а также теоретическая оценка нижней границы неисключенной температурной погрешности датчика давления исследованы в [5]. Измерительные сигналы давления и температуры подаются на АЦП, расположенный во вторичном преобразователе.

Зависимости изменений кодов АЦП начального сигнала от кодов АЦП температуры и относительных изменений чувствительности от кодов АЦП температуры, а

также зависимость кодов АЦП давления от давления определяются экспериментально на этапе совместной настройки датчиков и вторичных преобразователей, после чего аппроксимируются полиномами первой-третьей степеней либо кубическими сплайнами. Следует отметить, что аппроксимируется не сама зависимость кодов АЦП давления от давления, а обратная ей зависимость выходных кодов давления от кодов АЦП давления (рисунк 1).

Алгоритм коррекции нелинейности и температурной погрешности заключается в последовательном вычислении поправок для коррекции аддитивной и мультипликативной составляющей температурной погрешности, внесении их в результат измерения давления и коррекции нелинейности с одновременным нормированием сигнала к заранее заданным пределам изменения выходного кода давления. Для случая аппроксимации температурных характеристик полиномами второй степени и градуировки — кубическим сплайном пример реализации алгоритма на языке Си показан ниже.

```
// Вычислить поправку для коррекции аддитивной составляющей
dx = EvalParabola (t,AddParabola);
// Вычислить поправку для коррекции мультипликативной составляющей
k = EvalParabola (t,MultParabola);
// Вычислить промежуточный код давления
dp_t = ((dp - dx) - ZeroNcc)*k + ZeroNcc;
// Вычислить выходной код
Out_code = EvalSpline (dp_t,9,Grad,SG);
```

Подобный алгоритм изложен в [6] и может одинаково успешно применяться в датчиках абсолютного и избыточного давлений, а также в датчиках односторонней разности давлений. Для датчиков знакопеременной разности давлений рассмотренный алгоритм неприменим, потому что в таких датчиках, во-первых, начальному сигналу соответствует средняя точка градуировочной характеристики, а во-вторых, имеется две мультипликативных составляющих температурной погрешности (для положительного и отрицательного пределов измерений), в общем случае не подобных друг другу. Поэтому при коррекции погрешностей таких датчиков аппроксимируется зависимость изменений средней точки градуировки от кодов АЦП температуры и две зависимости относительных изменений чувствительности. Ниже приведен пример реализации алгоритма для случая аппроксимации всех характеристик кубическими сплайнами.

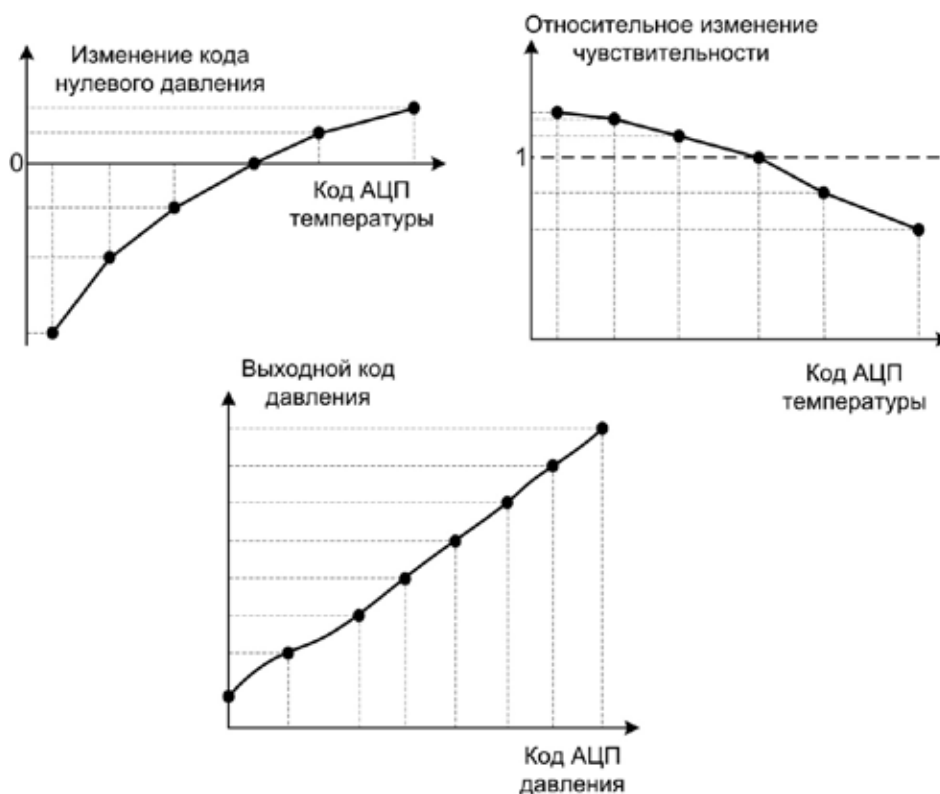


Рис. 1. Модель измерительных сигналов тензорезистивных датчиков

```
// Вычислить поправку для коррекции аддитивной составляющей
fx = SplineAdd (temp);
// коррекция аддитивной составляющей
adc_code -= fx;
// условие расчета коэффициента коррекции мультипликативных составляющих
if (adc_code >= ZERO_NCC_DP)
k = SplineMultPos (temp);
else if (adc_code < ZERO_NCC_DP)
k = SplineMultNeg (temp);
// коррекция мультипликативной составляющей
adc_code = (adc_code - ZERO_NCC_DP)*k + ZERO_NCC_DP;
// Вычислить выходной код
Out_code = SplineGrad (adc_code);
```

В тех случаях, когда датчик давления имеет низкую нелинейность, и требуется корректировать только температурную погрешность, целесообразно применять другой алгоритм, который заключается в аппроксимации температурных зависимостей нулевого и номинального сигналов полиномами или сплайнами и линейной аппроксимации градуировочной характеристики (рисунок 2):

На первом шаге алгоритма по коду АЦП температуры вычисляются коды АЦП нулевого и номинального давлений в текущей температуре, на втором шаге полученные коды принимаются за абсциссы концов отрезка, ординаты которых строго фиксированы, вычисляются коэффициенты прямой, используемые при вычислении вы-

ходного кода давления. Пример реализации такого алгоритма для случая аппроксимации полиномами третьей степени приведен ниже:

```
// Вычислить код нулевого давления в текущей температуре
N0 = EvalPoly3 (temp,ZeroPoly3);
// Вычислить код номинального давления в текущей температуре
NN = EvalPoly3 (temp,NominalPoly3);
// Коррекция температурной погрешности
// и вычисление выходного кода
Out_code = EvalOutCode (adc_code,N0,NN);
```

Анализ вычислительных затрат на реализацию алгоритмов аппроксимации характеристик тензометрических датчиков давления проведен в работе [7]. Показано, что вычисление коэффициентов аппроксимирующих кривых встроенным программным обеспечением вторичных преобразователей после включения питания целесообразно и занимает вполне приемлемое время — порядка единиц-десятков миллисекунд — с учетом того обстоятельства, что время готовности датчиков к работе обычно составляет единицы-десятки минут.

Методика автоматизированной настройки тензометрических датчиков давления изложена в работе [8], основана на вычислении коэффициентов аппроксимирующих функций встроенным программным обеспечением вторичных преобразователей и позволяет радикально снизить трудоемкость совместной настройки датчиков и вторичных пре-

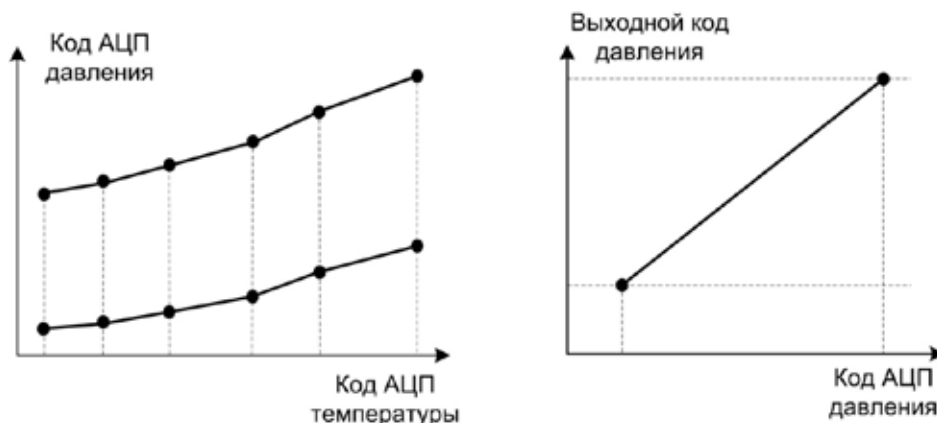


Рис. 2. Модель измерительных сигналов датчика давления с линейной градуировочной характеристикой

образователей по сравнению с методикой, изложенной в [6], за счет реализации командного режима работы вторичных преобразователей с арбитражем по номерам датчиков и проведения одновременной настройки нескольких (до 30) экземпляров датчиков на одинаковый предел измерений.

Заключение. Рассмотренные алгоритмы коррекции температурной погрешности и нелинейности тензометрических датчиков давления цифровыми вторичными преобразователями применимы к любым типам тензометрических датчиков — к полупроводниковым датчикам,

к тонкопленочным и другим. Датчики давления, оснащенные цифровыми вторичными преобразователями со встроенным программным обеспечением, выполняющим описанные алгоритмы, обладают высокими метрологическими характеристиками. Основная погрешность таких датчиков не превышает величины 0,1 %.

Следует отметить, что свойственные тензометрическим датчикам погрешности вариации и гистерезиса не могут быть скорректированы рассмотренными алгоритмами. Вариацию и гистерезис следует устранять конструктивно-технологическими методами.

Литература:

1. Проектирование датчиков для измерения механических величин / Под ред. Е.П. Осадчего. — М.: Машиностроение, 1979 г. — 480 с., ил.
2. Мартынов Д.Б., Стучебников В.М. Температурная коррекция тензопреобразователей давления на основе структур КНС // Датчики и Системы, №10, 2002, с. 6—12.
3. Тихоненков Е.В., Мишин В.А. Схемная минимизация аддитивной температурной погрешности тензорезисторных датчиков давления с мостовой измерительной цепью // Датчики и Системы, № 3, 2006, с. 14—17.
4. Земельман М.А. Автоматическая коррекция погрешностей измерительных устройств / М.: Изд-во стандартов, 1972 г. — 199 с.
5. Катков А.Н. Оценка достижимой погрешности цифровых датчиков и необходимой чувствительности измерения влияющих факторов // Известия Смоленского государственного университета, №2, 2011, с. 140—146.
6. Горбунов С.Ф., Цыпин Б.В. Линеаризация градуировочных характеристик емкостных датчиков давления // Измерительная техника, № 10, 2010, с. 23—25.
7. Катков А.Н. Анализ вычислительной сложности алгоритмов аппроксимации характеристик чувствительных элементов цифровых датчиков / Информационно-измерительная техника: межвуз. сб. науч. тр. Под ред. д.т.н., проф. Е.А. Ломтева. Вып. 36. — Пенза, Изд-во ПГУ, 2011. — 215 с., с. 166—177.
8. Катков А.Н. Методика автоматизированной настройки цифровых датчиков // Проблемы автоматизации и управления в технических системах: тр. Междунар. науч.-техн. конф. (г. Пенза, 19—22 апреля 2011): в 2 т. / под ред. д.т.н., профессора М.А. Щербакова. — Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. — 1 т. 318 с. с. 275—276.

Проектирование и документирование встроенного программного обеспечения вторичных преобразователей тензометрических датчиков давления

Катков А.Н., аспирант
Пензенский государственный университет

Введение. Современные вторичные преобразователи представляют собой весьма сложные измерительно-вычислительные устройства, развивающиеся на стыке измерительной и вычислительной техники, где идет процесс интеграции средств получения измерительной информации и средств ее обработки [1, 2]. При разработке вторичных преобразователей требуется не только сбалансированно распределять функции между аппаратными и программными средствами [3, 4], но и учитывать разнообразные, нередко противоречивые нефункциональные требования [5].

Алгоритмы цифровой обработки измерительных сигналов, применяемые для повышения метрологических характеристик датчиков физических величин, реализуются во встроенном программном обеспечении (ВПО) цифровых вторичных преобразователей. При разработке вторичных преобразователей возникает задача проектирования и документирования ВПО. Тщательно выполненное проектирование значительно снижает количество ошибок при реализации и длительность отладки. Документирование ВПО необходимо для облегчения последующих модификаций и повторного использования отдельных модулей и подпрограмм в дальнейшем в составе ВПО других преобразователей.

Проектирование. Проектирование ВПО начинается после построения математической модели измерительных сигналов, алгоритма коррекции погрешностей, разработки структурно-функциональной модели, структурно-временной диаграммы и функциональной схемы вторичного преобразователя [6], а также определения протокола информационного взаимодействия, содержащего перечень и форматы команд и ответов на команды. Множество команд определяет функциональность и эксплуатационные характеристики датчика давления с цифровым вторичным преобразователем.

Выполнение команд встроенным программным обеспечением требует реализации довольно сложной логики, которую удобно представлять графом переходов конечного автомата [7, 8]. В работе [9] изложен подход к построению схемы связей, множества состояний и функций переходов и выходов конечного автомата.

После построения конечного автомата реализуются отдельные подпрограммы, такие как драйверы аппаратных узлов, вычислительные функции, подпрограммы выполнения внешних команд. При разработке алгоритмов работы подпрограмм целесообразно использовать диаграммы Насси-Шнайдермана [10]. Их преимущества перед традиционными блок-схемами алгоритмов заключаются в наглядности, компактности, отсутствии соеди-

нительных линий со стрелками и простоте восприятия. Кроме того, при наличии многочисленных вложенных ветвлений соответствующая диаграмма Насси-Шнайдермана позволяет наглядно представить все пути в подпрограмме, что упрощает ее отладку и снижает количество ошибок.

При реализации подпрограмм возникает задача распределения переменных (каковые суть именованные совокупности ячеек памяти) в различных областях оперативной памяти, обусловленная особенностями архитектуры используемого микроконтроллера. Так, например, для микроконтроллеров архитектуры MCS-51 для хранения данных, используемых различными подпрограммами, представляется целесообразным использовать глобальные переменные, причем необходимо резервировать место для стека и регистров общего назначения.

Для оптимизации подпрограмм по критерию снижения объема объектного файла наряду с диаграммами Насси-Шнайдермана уместно использовать схему подчинения подпрограмм. Графическое представление подчинения позволяет выявить максимальную длину вызовов подпрограмм и определить требуемый объем памяти для стека (при этом необходимо учесть вызовы библиотечных функций и участков кода, выделенных компилятором при оптимизации).

Реализация. При реализации спроектированного таким образом ВПО целесообразно выделять операционную среду алгоритма коррекции погрешностей [11], которая представляет собой совокупность компонентов ВПО (в том числе аппаратно-зависимых), изолирующую модуль алгоритма от специфики построения аппаратных средств цифрового вторичного преобразователя. Это дает возможность использовать один и тот же модуль алгоритма в различных вторичных преобразователях, предназначенных для одинаковых тензометрических датчиков давления.

Кроме этого, выделение операционной среды влечет за собой два важных следствия. Во-первых, становится возможным выполнение процедуры метрологической аттестации программного модуля, реализующего алгоритм коррекции погрешностей для определенного типа тензометрического датчика давления. Во-вторых, становится возможным выполнение динамической реконфигурации цифровой части и измерительного канала цифровых вторичных преобразователей без изменений ВПО и, следовательно, возможность обеспечения адаптивности структуры цифровых вторичных преобразователей. Однако же, на настоящее время и метрологическая аттестация программного модуля, и адаптивность структуры вторичных

преобразователей являются малоизученными вопросами и требуют дальнейших исследований.

Документирование. Документированием ВПО нередко пренебрегают, тогда как это такой же важный этап, как и проектирование. Документация на ВПО представляет собой неотъемлемую часть текстовой документации на цифровой вторичный преобразователь, необходимую в производстве наравне с конструкторской документацией.

При всей сложности проектирования ВПО вторичных преобразователей его итоговый объем (в строках кода и килобайтах объектного файла) как правило, невелик, и в подавляющем большинстве случаев не превышает нескольких единиц тысяч строк и нескольких десятков кб объектного файла.

Прежде всего, следует отметить, что нормативных документов, адекватно оговаривающих состав документации на ВПО, нет. ГОСТы ЕСПД регламентируют только внешнее оформление документации, оставляя содержание на усмотрение и совесть программиста. Частично вопрос документирования ВПО рассмотрен в [12]. Представляется исчерпывающим излагаемый ниже комплект документации, часть которого создается на этапе проектирования ВПО, часть — после реализации и отладки.

Прежде всего, должен быть документ с описанием математической модели измерительных сигналов датчика давления и алгоритма коррекции погрешностей. В конструкторской документации обязательно имеется схема электрическая функциональная (Э2). Один из ее узлов — устройство цифровой обработки сигналов, в простейшем случае — микроконтроллер с цифровым процессорным ядром и периферией. Граница между аппаратной и программной частью проходит через регистры, управляющие периферийными узлами микроконтроллера. Поэтому в программной документации должна быть структурная схема используемой периферии с указанием используемых областей памяти, внешних аналоговых и цифровых цепей и источников прерываний (фактически — подробная структурно-функциональная схема одного блока

Э2). Следующий документ — описание конечного автомата (схема связей, множество состояний, граф переходов, функции переходов и выходов). Также необходим документ со схемой подчинения подпрограмм и диаграммами Насси-Шнайдермана алгоритмов работы подпрограмм. Отдельный документ, при тщательной подготовке остальных — носящий скорее справочный характер, — текст ВПО. И последний документ, не имеющий никакого отношения к проектированию и очень важный практически, — описание условий компиляции и загрузки. В этом документе обязательно должны быть указаны: характеристики персонального компьютера, на котором разрабатывалось ВПО (архитектура, вид и версия операционной системы и пакетов обновлений), среда разработки (язык, компилятор, сборщик, их версии, перечислены используемые библиотеки от поставщика микроконтроллеров — названия, версии библиотек и даже размеры и даты создания их файлов), настройки среды разработки (модель памяти, уровень оптимизации кода, настройки эмулятора и т.д.), описание загрузки объектного файла в память программ микроконтроллера с указанием программатора, коммуникационного порта, схемы подключения программатора к микроконтроллеру, ПК и среде разработки, а также описание условий питания программатора и микроконтроллера при загрузке объектного файла.

Делать UML-диаграмму взаимодействия на уровне подпрограмм едва ли оправданно из-за ее неприемлемо большого размера даже для несложного ВПО.

Заключение. Проектирование ВПО цифровых вторичных преобразователей тензометрических датчиков давления — важный практический вопрос, в значительной степени определяющий итоговые метрологические и эксплуатационные характеристики вторичных преобразователей. Рассмотренный в статье подход к проектированию и документированию ВПО неоднократно проверен на практике и доказал свою состоятельность.

Литература:

1. Финкелстайн Л. Наука об измерениях: анализ состояния и направления развития // Датчики и Системы, №2, 2010, с. 53–58.
2. Катков А.Н., Шахов Э.К. Интеллектуализация измерительных систем. Состояние вопроса // Информационно-измерительная техника : тр. ун-та. Межвуз. сб. науч. тр. / под ред. профессора Е.А. Ломтева. — Вып. 33. — Пенза: ИИЦ ПензГУ, 2008. — 124 с., с. 37–41.
3. Гришин Ю.П., Казаринов Ю.М., Катиков В.М. Микропроцессоры в радиотехнических системах / М.: Радио и связь, 1982. — 280 с., ил.
4. De Micheli G., Gupta R.K. Hardware/Software co-design // Proceedings of IEEE, v. 85, № 3, p. 349–365.
5. Семенов Ю.П. Датчиковая аппаратура в ракетно-космической технике // Приборы и Системы управления, №4, 1990, с. 4.
6. Катков А.Н. Методика модельно-управляемого проектирования цифровых датчиков / Катков А.Н. / Известия ЮФУ. Технические науки. №5 (118). 2011. — Таганрог. Изд-во ТТИ ЮФУ. — С. 94–99.
7. Катков А.Н. Применение switch-технологии при разработке встроенного программного обеспечения ДПА / Катков А.Н. //Вычислительные системы и технологии обработки информации: межвуз. сборник науч. трудов. — Вып 8 (31). — Пенза: ИИЦ ПензГУ, 2008. — 174 с., с. 118–121.

8. Катков А.Н. Практика применения switch-технологии при разработке встроенного программного обеспечения ДПА / Катков А.Н. // Вычислительные системы и технологии обработки информации. Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 9 (32). Изд-во ПГУ, 2010, с. 145–149.
9. Катков А.Н. Имитационная модель цифрового датчика давления // Молодой Ученый, №6, Т. 1, 2011, с. 58–66.
10. Nassi I., Shneiderman B. Flowchart Techniques for Structured Programming. / SIGPLAN Notices 8, 8, 1973, p. 12–26.
11. Катков А.Н. Операционная среда для встроенного программного обеспечения цифровых датчиков / Датчики и системы: сборник докладов XXIX всеросс. научн.-практ. конф. молодых ученых и специалистов (30–31 марта 2010 г.), Пенза: ОАО «НИИФИ», 2010. – 235 с., с. 91–93.
12. Катков А.Н. Разработка встроенного программного обеспечения цифрового датчика разности давлений ДРЭ-001 / Катков А.Н. // Компьютерные науки и информационные технологии: Материалы международной научной конференции – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2009. – 256 с., ил., с. 108–111.

Структуры цифровых вторичных преобразователей тензометрических датчиков давления

Катков А.Н., аспирант
Пензенский государственный университет

Введение. В современном датчикостроении для повышения метрологических характеристик широко используется цифровая коррекция погрешностей. Применимость цифровой обработки измерительной информации и получаемые при этом преимущества детально рассмотрены в работе [1]. Алгоритмы коррекции погрешностей выполняются цифровыми вторичными преобразователями. Структуры таких преобразователей недостаточно освещены в литературе, за исключением работ [2–5].

Структуры цифровых вторичных преобразователей. Цифровой вторичный преобразователь содержит измерительный канал ИК, аналого-цифровой преобразователь АЦП, цифровой процессор ЦП, энергонезависимую память ЭППЗУ и цифровой интерфейс ЦИ (рисунок 1).

Тензомост ТМ располагается в датчике давления и осуществляет первичное преобразование измеряемого давления в электрический выходной сигнал, обрабатываемый вторичным преобразователем. Преимуществами такой структуры являются простота построения, независимость от времени и влияющих факторов, высокие метрологические и эксплуатационные характеристики. Датчик с преобразователем подключается к цифровой шине передачи данных и работает в режиме ведомого по

командам системы сбора измерительной информации. Рассмотренная структура подробно описана в [5], для емкостного датчика – в [4].

Однако же, в настоящее время эксплуатируется большой парк измерительных систем, построенных на аналоговых каналах передачи измерительной информации напряжением или током. Структура вторичного преобразователя с дополнительным аналоговым интерфейсом показана на рисунке 2. Аналоговый выходной сигнал может быть представлен напряжением 0–6 В, током 0–5 мА или 4–20 мА или каким-либо другим диапазоном. Недостатком такой структуры являются дополнительные аппаратные затраты на реализацию аналогового интерфейса, подверженность аналогового сигнала помехам при передаче и необходимость подведения отдельного кабеля к каждому датчику.

Структура вторичного преобразователя для широко применяемого в измерительных системах двухпроводного интерфейса «токовая петля» 4–20 мА показана на рисунке 3. Значительный недостаток этой структуры – ограничение на потребляемый схемой ток – не более 4 мА. Это ограничение сдерживает совершенствование технических характеристик преобразователя, главным образом

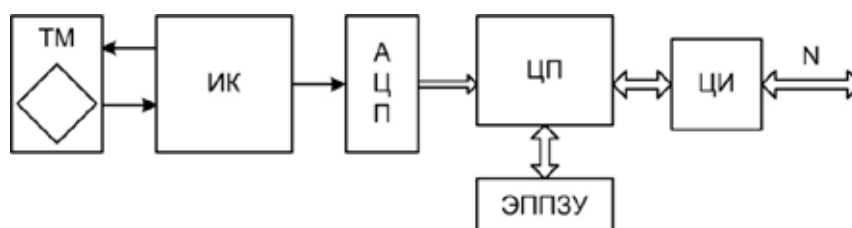


Рис. 1. Структурная схема вторичного преобразователя

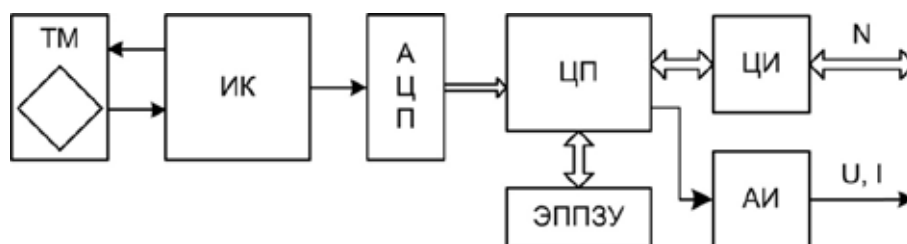


Рис. 2. Структурная схема вторичного преобразователя с дополнительным аналоговым выходом

быстродействия, и усложняет алгоритм работы встроенного программного обеспечения. Вторичные преобразователи подобной структуры описаны в работах [2, 3].

Структуры измерительных каналов вторичных преобразователей. Измерительный канал вторичного преобразователя выполняет аналоговую обработку измерительных сигналов датчика — фильтрацию и усиление. На рисунке 4а показана структура измерительного канала давления. Тензомост питается стабилизированным током (напряжением) от стабилизатора тока (напряжения) СТ (СН). Выходное напряжение тензомоста поступает на операционный усилитель, который усиливает напряжение в G раз и смещает его на величину $E_{см}$. Выходное напряжение усилителя является функцией давления и температуры.

Для коррекции температурной погрешности требуется измерительный сигнал температуры. Датчиком температуры в составе полупроводникового тензометрического датчика давления может быть как сам тензомост (рисунок 4б), так и отдельный терморезистор, выполненный на одном кристалле с тензомостом (рисунок 4в). Спро-

тивление моста меняется с температурой, поэтому при питании постоянным током напряжение в верхней точке моста является функцией температуры. Это напряжение сквозь согласующий делитель подается на АЦП и служит измерительным сигналом температуры.

При наличии на кристалле терморезистора измерительный канал температуры строится делителем напряжения, питаемым постоянным напряжением. Как правило, чувствительность такого датчика температуры выше, чем при использовании напряжения в верхней точке моста. Однако же, на деформируемом давлением кристалле практически нет областей, свободных от механических напряжений, поэтому с изменением давления изменяется сопротивление терморезистора, т.е. возникает погрешность измерения температуры от давления.

В тонкопленочных тензометрических датчиках давления оба рассмотренных способа построения измерительного канала температуры неприменимы, потому что изменение сопротивления тензомоста слишком мало, а терморезистор из-за жестких габаритных ограничений размещать негде. Поэтому в таких датчиках используется

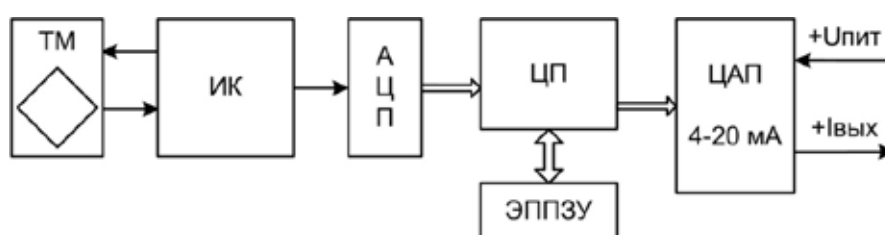


Рис. 3. Структурная схема вторичного преобразователя для токовой петли 4–20 мА

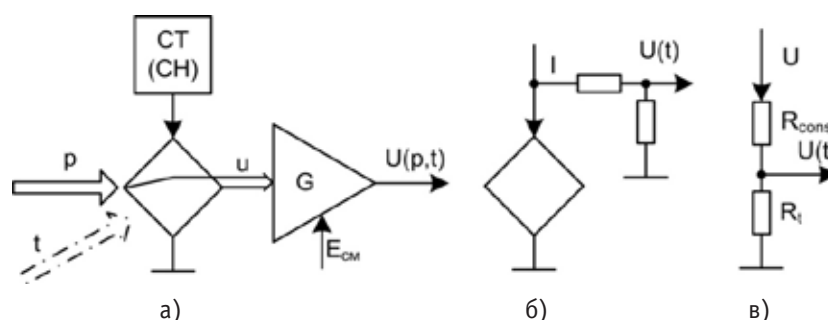


Рис. 4. Структуры измерительных каналов давления и температуры

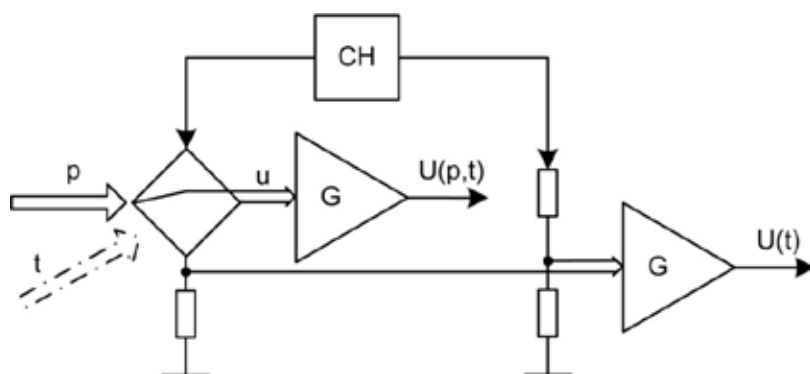


Рис. 5. Структура измерительного канала для тонкопленочного тензорезистивного датчика давления

так называемый «двойной мост» (рисунок 5). Тензомост, измеряющий давление, окружается тремя резисторами, включенными в мостовую схему, одно плечо которой изменяется при изменении температуры. Чувствительность внешнего моста невысока, поэтому приходится использовать дополнительный операционный усилитель для получения измерительного сигнала температуры. При этом двойной мост питается стабилизированным напряжением, а сопротивления всех ветвей необязательно должны быть равными. Требуется только равенство сопротивлений нижних плеч делителей и тензомоста и верхнего плеча делителя, формирующего внешний мост.

Воздействие температуры на аналоговые узлы электроники приводит к отклонениям действительных значений сопротивлений, напряжений и токов от номинальных. Особенно ярко это проявляется при питании тензомостов стабилизированным током. Исследование температурной

погрешности тока питания тензомоста и структурно-алгоритмический способ автоматической коррекции этой погрешности (включая структуру аналого-цифро-аналоговой обратной связи и алгоритм подстройки управляющего напряжения) изложены в работе [6].

Заключение. В статье рассмотрены структуры цифровых вторичных преобразователей тензометрических датчиков давления, указаны их преимущества и недостатки, а также приведены структуры измерительных каналов.

Наиболее перспективным вариантом представляется структура, показанная на рисунке 1. Это объясняется грядущим повсеместным применением цифровых каналов связи в измерительных системах. Структуры с дополнительными аналоговыми интерфейсами являются промежуточным этапом, нужным на время переходного периода от аналоговых каналов к цифровым.

Литература:

1. Новиков В.Н., Чувыкин Б.В. Системы цифровой обработки измерительной информации и моделирование в датчикопреобразующей аппаратуре // Датчики и Системы, № 9, 2005, с. 24–28.
2. Белов Л.И., Жестков А.В., Ларионов В.А., Логиновский А.А. Электронные преобразователи для микропроцессорных датчиков давления «МЕТРАН» // Датчики и Системы, №11–12, 2000 г., с. 14–15.
3. Юровский А.Я., Ушаков Л.В. Датчики давления серии «МЕТРАН» // Датчики и Системы, №11–12, 2000 г., с. 10–14.
4. Горбунов С.Ф., Новиков В.Н., Цыпин Б.В. Малогабаритный цифровой емкостный датчик давления / Информационно-измерительная техника: тр. ун-та. Межвуз. сб. науч. тр. / под ред. профессора Е.А. Ломтева. — Вып. 32. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. — 180 с. : ил., с. 153–159.
5. Катков А.Н., Новиков В.Н. Малогабаритный цифровой полупроводниковый датчик абсолютного давления / Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации: Материалы международной научной конференции (г. Пенза, 20–22 октября 2010 г.), с. 213–215.
6. Катков А.Н. Применение обратной связи с цифровым звеном и самодиагностика цифровых датчиков давления / Проблемы автоматизации и управления в технических системах: тр. Междунар. науч.-техн. конф. (г. Пенза, 20–23 октября 2009) под ред. д.т.н., профессора М.А. Щербакова — Пенза: Изд-во ПГУ. — 450 с. с. 173–176.

Сравнительный анализ современных датчиков тока

Клименко К.А., аспирант

Омский государственный технический университет

В данной работе проведен сравнительный анализ различных типов датчиков тока, получивших наиболее широкое применение в промышленности. Рассмотрено применение датчиков тока на все классы напряжения. Описаны достоинства и недостатки современных датчиков тока.

Ключевые слова: сила тока, датчик Холла, оптоволоконные датчики тока, трансформатор тока, резистивный датчик тока.

На современном этапе развития электроэнергетики при повсеместном использовании электрооборудования и электроприборов наиболее актуальным является достоверное измерение силы тока для обеспечения высокой надежности и безопасности промышленных систем и сетей. Для осуществления мониторинга и диагностики цепей, запуска схем защиты, обнаружения отказов электрооборудования и аварийных состояний различных типов нагрузки применяются различные типы датчиков тока.

Современные датчики тока подразделяются на следующие типы:

1. резистивные датчики (токовые шунты);
2. датчики тока на эффекте Холла;
3. трансформаторы тока;
4. волоконно-оптические датчики тока (ВОДТ) на эффекте Фарадея;
5. пояс Роговского;
6. токовые клещи.

Достоинства и недостатки различных типов датчика тока определяют области их применения.

Датчик тока на основе пояса Роговского в основном применяется для измерения импульсных токов большой величины, но он обладает невысокой точностью и при его использовании появляется необходимость в интегрирующем устройстве. Эти недостатки ограничивают область применения датчиков тока такого типа.

Токовые клещи за счет малой точности измерения широкого применения в промышленности не получили.

В промышленности наиболее часто применяются первые четыре типа датчиков тока [1]. Анализ характеристик таких датчиков тока проведен для трех классов напряжения (низкого до 1 кВ, среднего — 6–35 кВ, высокого — 110–750 кВ). Полученные данные сведены в таблицы: **табл. 1** — напряжение до 1 кВ, **табл. 2** — напряжение 6–35 кВ, **табл. 3** — напряжение 110–750 кВ.

На напряжение до 1 кВ (**табл. 1**) применяются 3 типа датчиков тока:

1. резистивные датчики;
2. датчики тока на эффекте Холла;
3. трансформаторы тока.

Широкий диапазон измеряемых токов имеется у трансформатора тока и резистивного датчика тока. Однако резистивный датчик тока обладает явными преимуществами, выраженными в низкой стоимости и возможностью изме-

рять как переменный, так и постоянный токи. Главным недостатком резистивного датчика тока является необходимость подключать датчик непосредственно в цепь измерения. Главным недостатком трансформатора тока является измерение только переменных токов промышленной частоты. Датчик тока на основе эффекта Холла обладает рядом преимуществ, которые заключаются в возможности измерения как постоянных, так и переменных токов, и малых размерах. К их главным достоинствам следует отнести отсутствие вносимых с системой потерь мощности, широкий диапазон частот. Недостатком является необходимость внешнего источника питания и зависимость от температуры.

При данном классе напряжений (**табл. 2**) используется только трансформаторы тока, датчик Холла не используется за счет невысоких значений напряжений изоляции данных датчиков [2].

При высоком классе напряжения (**табл. 3**) используются трансформаторы тока и волоконно-оптические датчики тока. Главными недостатками трансформатора тока являются:

1. опасность размыкания вторичной измерительной обмотки;
2. значительная масса, в том числе за счет изоляционного материала (масла), который, к тому же, является горючим веществом.

Этих недостатков лишены волоконно-оптические датчики тока. Данные датчики обладают очень широким диапазоном измеряемых токов (до 500 кА), высоким классом точности, широким частотным диапазоном, пожаробезопасностью. Но для использования этих датчиков в РЗА необходимы специальные терминалы, что ведет к дополнительному увеличению их стоимости [3].

В результате проведенного анализа установлено следующее:

1. Наиболее распространенным средством измерения силы тока в системах электроснабжения является трансформатор тока. Он способен работать в широком диапазоне температур и номинальных токов, обладает достаточной для практики точностью и может применяться в широком диапазоне номинальных напряжений. Трансформатор тока обеспечивает гальваническую развязку вторичных цепей [4]. Основным недостатком данного датчика заключается в том, что размыкание вторичной измерительной обмотки не допускается, т.к. это приводит к

Таблица 1. Номинальное напряжение до 1 кВ

Характеристика	Трансформатор тока	Резистивный датчик тока	Датчик тока на Эффекте Холла	Оптоволоконный датчик тока
Диапазон рабочих температур, С	-45--+50	-40--+60	-40--+150	Не применяется
Номинальное напряжение, кВ	до 0,66	до 1 кВ	до 6 кВ	
Номинальные токи, А	5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 80; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 5000; 6000; 15000; 25000	0,3; 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 7,5; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 500; 600; 1000; 1500; 2500; 4000; 6000; 7500; 10000; 15000	Открытого типа: $\pm 57... \pm 950$ А Компенсационного типа: $\pm 5... \pm 1200$ А С логическим выходом: 0,5, 3,5, 5,0, 7,0, 10,0 и 54,00 А	
Класс точности	0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1	0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5	от 0,1 до 0,8	
Масса, кг	от 0,5 до 170	от 0,1 до 35	до 1 кг	
Время эксплуатации, года	30	15	20	
Рабочая частота	50, 60 Гц	> 500 кГц	Открытого типа: < 100 кГц Компенсационного типа: > 1 МГц	
Гальваническая развязка вторичных цепей	электромагнитная	Нет	Абсолютная	
Стоимость, руб	высокая	Низкая	средняя/высокая	

Таблица 2. Номинальное напряжение 6–35 кВ

Характеристика	Трансформатор тока	Резистивный датчик тока	Датчик тока на Эффекте Холла	Оптоволоконный датчик тока
Диапазон рабочих температур, С	-45--+50	Не применяется	Не применяется	Не применяется
Номинальное напряжение, кВ	10			
Номинальные токи, А	5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 750, 800, 1000; 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 5000; 6000			
Класс точности	0,2S; 0,5S; 0,5			
Масса, кг	от 20 до 90			
Рабочая частота, Гц	50, 60			
Гальваническая развязка вторичных цепей	Электромагнитная			
Параметры выходных данных вторичной цепи	1А; 5 А			
Стоимость, руб	Высокая			

аварийной ситуации, обусловленной высоким перенапряжением и нагревом.

2. Для целей измерения тока в низковольтных цепях постоянного и переменного тока широко используется резистивный датчик тока. Данный датчик является самым простым в исполнении и обладает высокой точностью из-

мерения, однако главный недостаток состоит в наличии гальванической связи с измерительными цепями, что ограничивает область их применения.

3. Из проведенного анализа следует, что в последние время для измерения постоянного и переменного тока находят наиболее частое применение датчики тока на эф-

Таблица 3. Номинальное напряжение 110–750 кВ

Характеристика	Трансформатор тока	Резистивный датчик тока	Датчик тока на Эффекте Холла	Оптоволоконный датчик тока
Диапазон рабочих температур, С	-60+55	Не применяется	Не применяется	-50+60
Номинальное напряжение, кВ	110–750			110–750
Номинальные токи, А	100; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600; 750; 800; 1000; 1200; 1500; 1600; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 5000; 6000; 8000; 9000; 10000; 12000; 15000; 18000			100–500 000
Класс точности	0,2; 0,5			0,2
Масса, кг	450–7500			от 40 до 400
Время эксплуатации, года	30			30
Гальваническая развязка вторичных цепей	Электромагнитная			Абсолютная
Стоимость, руб	Высокая			Высокая

фекте Холла. Основными недостатками данного датчика является зависимость показаний от температуры, невысокий, по сравнению с трансформатором тока, диапазон номинальных напряжений.

4. Для измерения сверхбольших токов при высоких напряжениях в последнее время все чаще применяются оптоволоконные датчики тока.

Литература:

1. Данилов А. Современные промышленные датчики тока / А. Данилов // Современная электроника. — 2004. — октябрь. С. 26–35.
2. Волович Г. Интегральные датчики Холла [Электронный ресурс] / Г. Волович // НПФ Электропривод. — Режим доступа: www.gearmotor.ru/holl.htm. — Загл. с экрана.
3. Окоси Т. Волоконно-оптические датчики / Т. Окоси, К. Окамото, М. Оцу; под ред. Т. Окоси; пер. с япон. — Л.: Энергоатомиздат, 1990. — 256 с.
4. Афанасьев В.В. Трансформаторы тока / В.В. Афанасьев и [др.], Н.М. Адоньев, В.М. Кибель, И.М. Сирота, Б.С. Стогний. — Л.: Энергоатомиздат, 1989. — 416 с.

Моделирование дальности действия и пропускной способности базовой станции мобильных сетей LTE

Кукса Е.А., магистрант

School of Technology, Oxford Brookes University, Великобритания

В данной статье рассматривается метод моделирования дальности действия и пропускной способности базовой станции в мобильной сети Long-term Evolution (LTE) с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Приводятся результаты моделирования.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, мобильные сети, беспроводные технологии.

Keywords: computer modelling, mobile networks, wireless technologies, LTE.

В последнее десятилетие спрос на высокоскоростные мобильные коммуникации сильно возрос. Абоненты мобильных операторов хотят иметь возможность пользоваться интернет-сервисами, требующими высокой ско-

рости соединения, такими как электронная коммерция, скачивание видео, видеоконференции и игровые приложения, не обременяя себя необходимостью проводного подключения своего переносного устройства к ста-

ционарным персональным компьютерам или к сторонним сетям Wi-Fi. Четко понимая это желание, партнерский проект 3GPP выпустил релиз под номером 8, в котором впервые были описаны сети LTE. В декабре 2009 года был выпущен релиз 9, в который были включены обновления и дополнения.

Основными мотивирующими факторами для создания LTE сетей выступили необходимость в снижении задержки прохождения сигнала, повышении скорости передачи данных, улучшении пропускной способности и дальности действия, а также снижение стоимости реализации.

Одна из главных особенностей сетей LTE — это использование многопользовательской технологии OFDMA (Orthogonal Frequency Multiple Access), в которой пользователям назначается набор каналов с ортогональными частотами. Использование ортогональных частот позволяет снизить интерференцию между каналами с соседними частотами и таким образом улучшить эффективность использования частотного спектра. В технологии LTE спектральная эффективность в 2–4 раза лучше, чем в сетях 3G, описанных в релизе 6 проекта 3GPP. Также в сетях LTE имеется возможность использования многоантенной технологии MIMO (Multiple Input Multiple Output). В зависимости от класса пользовательского оборудования, в LTE возможно использовать 4x4 MIMO, т.е. сочетание четырех передающих и четырех принимающих антенн. Использование четырех независимых потоков позволяет существенно повысить скорость передачи данных. Однако, следует отметить, что применение четырех антенн возможно только в пользовательском оборудовании высшей, пятой категории. В связи с крайне высокими требованиями этой категории, появление на рынке оборудования, отвечающего требованиям этой категории, маловероятно в ближайшее время.

Следующая отличительная черта сетей LTE — это применение изменяемой полосы частот (1,4, 3, 5, 10, 15 и 20 МГц). Это означает, что базовой станции может быть выделена любая из указанных полос частот.

Для планирования сетей LTE выпускаются дорогое и сложное программное обеспечение, но вероятно, что инженеры, студенты или продвинутые пользователи будут заинтересованы в простом инструменте для оценки пропускной способности и дальности действия базовой станции сети LTE. Для этой цели был разработан программный инструмент на основе листа Microsoft Excel который способен рассчитать дальность действия и пропускную способность выраженную в мегабитах в секунду на основе введенных параметров сети и оборудования. Максимальные и минимальные значения для параметров представлены.

Для оценки дальности действия сети необходимо составить бюджет мощности. К основным статьям мощностного бюджета следует отнести мощность передатчика базовой станции (данная цифра ограничена стандартами 3GPP) и усиление антенны, как зависимость ее направленности. Здесь следует отметить, что в сетях LTE пла-

нируется использование адаптивных антенных решеток с возможностью фокусирования луча на оборудование пользователя. Такие антенны способны определить направление прихода сигнала и сформировать узкий пучок по этому направлению, что позволит сильно снизить интерференцию и как следствие получить значительное усиление сигнала. Сумма мощности передатчика и усиления антенны, из которой вычтены потери в кабелях и разъемах носит название эффективная изотропно-излучаемая мощность (ЭИИМ). Из этой цифры необходимо вычесть чувствительность приемника в оборудовании пользователя, которая формируется из коэффициента шума приемника, теплового шума и отношения сигнал/шум, а также учесть все прочие потери, такие как потери из-за проникновения сигнала в автомобиль или в здание. Полученное в итоге число будет обозначать максимальные потери, которые сигнал может претерпеть при распространении от базовой станции до оборудования пользователя и всё еще быть распознан мобильным устройством. Это число будет использовано в модели по прогнозу затухания радиоволны для различных условий. Так для прогноза радиуса действия базовой станции в мелких городах и загородных областях, используется модель Hata. Математическая формула данной модели записывается следующим образом [1, 408]:

$$L_H = 69.55 + 26.26 \log(f) - 13.87 \log(h_b) - a(h_m) + [44.9 - 6.55 \log(h_b)] \log R,$$

Где L_H — потери в дБ, f — операционная частота в МГц, h_b — высота антенны базовой станции в метрах, $a(h_m)$ — коэффициент, зависящий от высоты антенны мобильного устройства и R — радиус действия в километрах.

Выразив из этой формулы R и подставив наибольшие возможные потери в L_H , возможно получить максимальный радиус действия базовой станции.

Для прогнозирования радиуса действия в условиях центра города использована модель COST231 Вальфич/Икегами. Эта модель состоит из трех компонентов: потери в открытом пространстве, дифракция крыша-улица и потери на рассеяния и много-экранные потери. Эта модель более сложная, чем Hata и представляет собой комбинацию эмпирической и детерминистической модели. Она учитывает не только высоту антенн передатчика и приемника, но также высоту зданий, расстояние между зданиями и ширину улицы. Таким образом, данная модель может с достаточной степенью точности предсказать радиус действия базовой станции, расположенной в центре города.

В таблице 1 представлен бюджет мощности базовой станции. Количество ресурсных блоков, используемых для передачи применяется для расчета теплового шума приемника, который зависит от используемого частотного диапазона:

$$P_{\text{тепл}} = 10 \cdot \log_{10}(k_B \cdot T \cdot \Delta f \cdot 1000), \text{ дБм},$$

где k_B — постоянная Больцмана $1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, T — абсолютная температура и Δf — полоса частот, Гц.

В таблице 2 представлены параметры моделей для расчета дальности действия базовой станции. Рассмотрен

Таблица 1. Бюджет мощности

	Базовая станция	Мин	Значение	Макс
	Кол-во ресурсных блоков	1	6	100
a	Мощность передатчика, дБм	43	43.0	48
b	Усиление антенны, дБ	15	18.0	21
c	Потери в кабелях, дБ	1	2.0	6
d	Усиление адаптивной антенной решеткой, дБ	0	0.0	10
e	ЭИИМ ($a + b - c + d$), дБм		59.0	
f	Кэф. Шума приемника, дБ	6	9.0	11
g	Тепловой шум, дБм	-121.3	-113.5	-100.8
h	Уровень шума приемника ($f + g$), дБм		-104.5	
i	Отношение сигнал/шум, дБ	-5.1	-5.1	18.6
j	Чувствительность приемника ($h + i$)		-112.6	
k	Поправка на интерференцию, дБ	2.5	2.5	8
l	Усиление антенны мобильного устройства, дБ	-5	0.0	10
m	Поглощение сигнала телом, дБ	3	3.0	5
n	Поглощение кузовом автомобиля, дБ	0	0	6
o	Поглощение стенами здания, дБ	0	0	20
	Бюджет		166.1	dB

Таблица 2. Параметры моделей для расчета дальности действия

Частота, МГц	704	2000	2620
Высота антенны мобильного устройства, м	1	1.5	10
Высота антенны базовой станции, м	10	30	200
Загородные условия (Модель Hata)	Радиус действия, км		8.140
Высота крыши, м		9	
Ширина улицы, м		25	
Расстояние между зданиями, м		40	
Городские условия (Модель Cost231)	Радиус действия, км		3.041

случай с типичными значениями высот антенн. Параметры модели COST231 предполагают нахождение базовой станции в городе с низкоэтажной, довольно редкой застройкой, что позволяет сигналу распространяться на расстояние более трех километров.

Радиусы действия, указанные в таблице 2, рассчитанные на основе набора параметров, указанных в таблице 1, представляют собой наибольшие возможные значения, при которых мобильное устройство сможет принять и декодировать сигнал от базовой станции, но скорость передачи данных будет минимальной.

Высокие скорости передачи данных в сетях LTE достигаются путем применения модуляций высокого порядка. В сетях LTE предусматривается использование трех видов модуляции сигнала: квадратурная фазовая модуляция (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK) и два вида квадратурной амплитудной модуляции (Quadrature Amplitude Modulation, QAM) — 16QAM и 64QAM. Модуляция

QPSK позволяет передавать два бита в одном символе, модуляция 16QAM — 4 бита в символе и 64QAM — 6 бит в одном символе. Однако, для квадратурной амплитудной модуляции, состояние радио-канала должно быть достаточно хорошим, и требования к соотношению сигнал/шум очень высокие. Чем выше порядок модуляции, тем больше должно быть соотношение сигнал/шум в приемнике, для того, чтобы сообщение было успешно декодировано.

Для защиты передаваемой информации, в LTE предусмотрена система коррекции ошибок методом упреждения (Forward Error Correction, FEC также именуется Channel Coding), которая заключается в том, что информационным битам добавляются контрольные биты, по которым, в случае потери бит информации, можно будет восстановить начальное сообщение. Чем хуже состояние радио-канала (чем ниже соотношение сигнал/шум), тем больше контрольных бит будет добавлено в начальное сообщение. Очевидно, что контрольные не информаци-

Таблица 3. Соотношения сигнал/шум плюс интерференция для различным техник модуляции и FEC, [2]

Модуляция	FEC	SINR, дБ	IM, дБ	SINR+IM, дБ
QPSK	1/8	-5,1	2,5	-2,6
	1/5	-2,9		-0,4
	1/4	-1,7		0,8
	1/3	-1		1,5
	1/2	2		4,5
	2/3	4,3		6,8
	3/4	5,5		8,0
	4/5	6,2		8,7
16QAM	1/2	7,9	3	10,9
	2/3	11,3		14,3
	3/4	12,2		15,2
	4/5	12,8		15,8
64QAM	2/3	15,3	4	19,3
	3/4	17,5		21,5
	4/5	18,6		22,6

Таблица 4. Расчет эффективных радиусов действия

Модуляция	FEC	SINR, дБ	SINR+IM, дБ	REFSENS, дБм	Максимальные потери, дБ	Радиус действия (Модель COST231), м	Радиус действия (Модель HATA), м
QPSK	1/8	-5.1	-2.6	-112.60	166.10	3041	7393
16QAM	1/2	7.9	10.9	-99.60	153.10	1383	3160
64QAM	4/5	18.6	22.6	-88.90	142.40	723	1570

онные биты снижают полезную скорость передачи данных. В LTE применяются следующие коэффициенты кодирования: 1/8, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 2/3, 3/4 и 4/5. Эти соотношения показывают количество контрольных бит в сообщении. К примеру, соотношение 2/3 показывает, что из 3-х передаваемых бит, два бита являются информационными и один — контрольным.

Для каждого сочетания модуляционной техники и соотношения FEC, существует требуемое значение отношения сигнал/шум. Очевидно, что чем выше порядок модуляции и чем меньше добавлено контрольных бит, тем выше требуемое соотношение сигнал/шум в приемнике, следовательно, тем ближе приемник должен находиться к передающей базовой станции.

Для каждого сочетания модуляционной техники и степени кодирования возможно рассчитать относительную чувствительность (Reference Sensitivity) приемника, воспользовавшись следующей формулой [2, 522]:

$$\text{REFSENS} = P_{\text{тепл}} + \text{NF} + \text{SINR} + \text{IM} - 3, \text{ дБм},$$

где $P_{\text{тепл}}$ — тепловой шум в дБм, NF (Noise figure) — коэффициент шума в дБ, SINR (Signal to Noise and Interference Ratio) — отношение сигнала к шуму и интерференции в дБ, IM (Implementation Margin) — запас на реализацию в дБ и ЗдБ соответствуют усилению за счет применения технологии MIMO.

В таблице 3 представлены значения SINR для расчета относительной чувствительности приемника. Из таблицы видно, что наивысшие требования по соотношению сигнал/шум плюс интерференция предъявляются к высоким порядкам модуляции с наименьшим количеством контрольных бит.

При подстановке относительной чувствительности в мощностной бюджет возможно рассчитать радиус, в котором будет еще будет действовать та или иная техника модуляции. Очевидно, что наименьшим радиус будет для модуляции 64QAM с небольшим количеством контрольных бит.

В таблице 4 представлены значения эффективных радиусов действия различных типов модуляции с указанным соотношением контрольных и информационных бит. Как видно из таблицы, модуляция наивысшего порядка с наименьшим числом контрольных бит доступна только в областях, прилегающих к базовой станции, а значит наивысшие скорости передачи данных доступны только там.

Для расчета пропускной способности базовой станции в LTE сети для начала необходимо ознакомиться со структурой организации данных. Во временной области данные организованы в десяти миллисекундные радиопакеты (Radio frame). Каждая из таких ячеек состоит из десяти одно-миллисекундных под-ячеек (Subframe), ко-

Таблица 5. Моделирование пропускной способности базовой станции

Параметр	Мин	Значение	Макс
Количество ресурсных блоков	6	15	100
Частотный диапазон, МГц	1.4	3	20
Модуляция		QPSK	
Бит в символе		2	
Степень кодирования		1/3	
Информационных бит в символе		0.667	
Защитный интервал		Нормальный	
Ресурсных элементов в ресурсном блоке		84	
Количество контрольных символов РНССН	1	1	4
Количество характеристических символов	8	8	24
Количество ресурсных элементов для данных пользователя в одном ресурсном блоке		74	
Пропускная способность (Мбит/с)		1.48	

Таблица 6. Моделирование пропускной способности базовой станции

Пропусная способность (Мбит/с)	Количество ресурсных блоков					
Модуляция / Степень кодирования	6	15	25	50	75	100
QPSK 4/5	1.310	3.55	5.92	11.84	17.76	23.68
16QAM 4/5	2.61	7.10	11.84	23.68	35.52	47.36
64QAM 4/5	3.92	10.66	17.76	35.52	53.28	71.04

торые, в свою очередь делятся на два слота продолжительностью 0.5мс. В частотной области данные сгруппированы в группы по 12 под-несущих (Sub-carrier) частот, каждая из которых имеет диапазон в 15 кГц, что дает в сумме 180 кГц на группу. Группа из двенадцати под-несущих частот продолжительностью в один слот называется ресурсный блок (Resource Block). Наименьшая ресурсная единица в LTE представляет собой одну под-несущую частоту продолжительностью в один слот и именуется как ресурсный элемент (Resource Element). В зависимости от типа защитного интервала (Cyclic Prefix) — нормальный или расширенный, один ресурсный блок состоит из 84 или 72 ресурсных элементов соответственно. Один ресурсный элемент, в зависимости от модуляционной техники может содержать 2 бита для QPSK, 4 бита для 16QAM и 6 бит для 64QAM, как это уже было сказано ранее.

Таким образом, на основании этих данных возможно рассчитать максимальную теоретическую пропускную способность базовой станции. Если мы предположим выделение базовой станции максимального частотного диапазона — 20МГц, соответствующего 100 ресурсных блоков, использование модуляции 64QAM и стандартного защитного интервала Cyclic Prefix, скорость передачи данных может быть рассчитана следующим образом. Каждый из 100 ресурсных блоков будет состоять из 84 ре-

сурсных элементов, каждый из которых, в свою очередь, несет в себе 6 бит информации. Продолжительность ресурсного элемента — 0.5 мс. Таким образом, скорость передачи данных базовой станцией будет составлять:

Скорость данных = $100 [\text{ресурсных блоков}] \cdot 84 [\text{Ресурсных элементов}] \cdot 6 [\text{Бит}] / 0.5 [\text{мс}] = 100.8 \text{ Мбит/с}$

Однако, рассчитанная скорость передачи данных будет значительно превосходить полезную скорость передачи, так как в данном расчете учитываются все передаваемые биты, включая контрольные биты системы коррекции ошибок (FEC), а также биты контрольной информации, передаваемой базовой станцией.

Мгновенная пользовательская скорость передачи данных будет зависеть от количества ресурсных блоков определенных пользователю, используемой модуляции и степени кодирования.

В таблице 5 представлен расчет пропускной способности базовой станции, имеющей диапазон частот 3 МГц, соответствующий пятнадцати ресурсным блокам. Предполагая, что будет использована модуляция QPSK со степенью кодирования 1/3, пропускная способность данной базовой станции составит 1.48 Мбит/с. Имея в своем распоряжении полосу частот, соответствующую 15 ресурсным блокам, базовая станция сможет одновременно обслуживать максимум 15 пользователей с предоставлением каждому одного ресурсного блока, таким образом,

каждому пользователю будет доступен канал со скоростью передачи данных приблизительно 100 кбит/с.

Определенное количество ресурсов отводится базовой станцией для контрольной информации. Так, логическому каналу PDCCCH (Physical Downlink Control Channel) может быть отведено от 1 до 3 (от 2 до 4 в случае минимального частотного диапазона 1.4 МГц) символов в первом слоте каждой под-ячейки (Subframe). Таким образом, контрольная информация может занимать от 7.14% до 28.5% от всей информации в одном ресурсном блоке.

Ресурсы также выделяются под характеристические символы, которые равномерно распределены по ресурсному блоку и несут в себе информацию о базовой станции. Количество таких символов может составлять 8, 12 или 24 символа, что в результате отнимает от 4.8% до 14.3% от общего числа символов в одном ресурсном блоке.

В таблице 6 показаны пропускные способности базовой станции при различных частотных диапазонах и

при использовании трех модуляционных техник с фиксированной степенью кодирования. Как видно из таблицы, максимальная возможная скорость передачи данных составляет около 71 Мбит/с, что приблизительно на 30% ниже заявленной максимальной скорости 100 Мбит/с. Это означает, что приблизительно треть ресурсов используется для защиты пользовательской информации от повреждения при передаче и для контрольной информации, передаваемой базовой станцией для всех пользователей в радиусе ее действия.

В заключении, можно сказать, что разработанная модель позволяет оценить радиус действия и пропускную способность базовой станции сети LTE и использовать эти данные для моделирования различных сценариев загрузки базовой станции. Этот инструмент является доступным и не требующим больших ресурсов персонального компьютера, что позволяет использовать его в учебных и познавательных целях.

Литература:

1. Smith C. 3G Wireless Networks: Учеб. пособие / C. Smith, D. Collins. — Нью Йорк, 2007. — 408 с.
2. Sessia. S. LTE — The UMTS Long Term Evolution: Учеб. пособие / S. Sessia, I. Toufic, M. Baker. — Чичестер, Великобритания, 2009. — 522 с.

Моделирование динамики мехатронных преобразователей

Малащенко А.Ю., студент

Иркутский государственный технический университет

Основная функция мехатронных систем состоит в целенаправленном перемещении тела, обладающего массой. Основой для этого, в большинстве случаев, служит двустороннее преобразование энергии из механической в электрическую, и наоборот. Двустороннее преобразование энергии создает ключевое условие для главной цели системы — целенаправленного перемещения. Имеющиеся сегодня в распоряжении разнообразные физические принципы преобразования энергий, например, электростатика, пьезоэффект или электромагнетизм, позволяют создать их функциональную конструктивно компактную интеграцию в одном устройстве — преобразователе. При этом электромеханические преобразователи применяются в мехатронике не только в качестве приводов, но и в качестве датчиков. В представленной статье рассматриваются некоторые вопросы, связанные с созданием и исследованием компьютерных моделей мехатронных преобразователей на основе использования языка Modelica.

1. Свойства мехатронных преобразователей. Создание моделей преобразователей, являющихся ядром мехатронной системы, является актуальной проблемой при конструировании мехатронных модулей и систем. Наличие компактных, точных, удобных в использовании мо-

делей позволит сократить затраты на проектирование и разработку мехатронных устройств, а также позволит оценить пригодность системы для практического использования без создания опытных образцов.

Построение модели мехатронного преобразователя подразумевает объединение частей, относящихся к различным физическим областям. При этом модель должна работать в обоих направлениях, выполняя функции датчика и привода. Конечной целью моделирования является построение унифицированных наглядных абстрактных моделей. Поэтому, для удобного отображения процессов, происходящих в элементарном мехатронном преобразователе (далее — ЭМП), в качестве базовой структуры выбрана четырехполюсная модель, содержащая два механических фланца и два электрических контакта (рисунок 1). Сам ЭМП, при этом, представляет собой блок, в котором происходят преобразования энергии из механической в электрическую, и наоборот [1].

При работе преобразователя в режиме привода, на него подается электрический сигнал, характеризуемый током Δi_w и напряжением Δu_w . Электрический сигнал преобразовывается в ЭМП в механическую силу ΔF_w , вызывающую перемещение подвижного элемента преобразователя Δx .

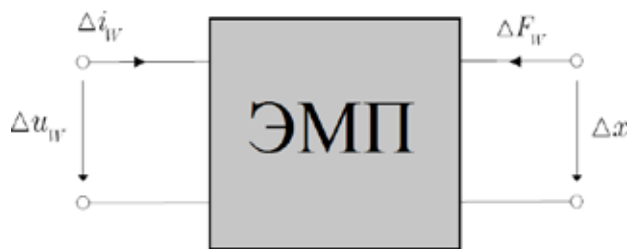


Рис. 1. Четырехполюсная структура модели элементарного мехатронного преобразователя

При работе преобразователя в режиме датчика, на вход подается внешнее воздействие в виде силы или перемещения, которое вызывает изменение электрических характеристик преобразователя.

При разработке унифицированных моделей мехатронных преобразователей серьезные трудности представляют разнородность процессов, происходящих в разных видах преобразователей, большое разнообразие конструкций, и отсутствие единого математического описания. Также проблемой при моделировании является мультидоменный характер преобразователей, то есть, необходимость объединения в одной модели элементов из разных физических областей.

Главными требованиями к моделям являются возможность реализации на базе одной модели как функций датчика, так и привода, а также возможность многократного использования моделей при проектировании мехатронных устройств. Эти условия предъявляют нетривиальные требования к средствам и методам моделирования.

2. Сравнение существующих средств моделирования.

В современных инструментах компонентного моделирования систем можно выделить два основных направления:

- направление «блочного» моделирования;
- направление «физического» моделирования.

Инструменты так называемого «блочного моделирования» ориентированы на графический язык иерархических блок-схем. Элементарные блоки являются либо predetermined, либо могут конструироваться с помощью некоторого специального вспомогательного языка более низкого уровня, как правило, Си или Fortran, не поддерживающего объектно-ориентированное программирование. Собранный блок можно объявить типовым блоком следующего уровня или подсистемой [2]. Модель можно собрать из имеющихся блоков с использованием направленных связей и параметрической настройки. Для некоторых специальных наборов блоков возможно использование и ненаправленных связей [2, 3].

Этот подход является несколько устаревшим, однако он доминирует в настоящее время. Наиболее известными современными представителями этого направления являются: подсистема SIMULINK пакета MATLAB (MathWorks, Inc.), EASY5 (MSC Software); VisSim (Visual Solution); MBTU (МГТУ им. Н.Э.Баумана) [2].

Этот подход не может быть использован для компонен-

тного моделирования мехатронной системы, так как:

- имеет направленные связи (модель может выполнять функции только датчика или только привода);
- поддержка мультидоменного компонентного моделирования с ненаправленными связями только для некоторых специальных наборов блоков;
- нет возможности описания новых компонентов средствами входного языка;
- несоответствие структуры моделируемого объекта и структуры модели;
- нет поддержки объектно-ориентированного описания моделей.

Направление «физического» моделирования представлено пакетами, поддерживающими новый унифицированный язык моделирования физических систем Modelica. Modelica — это объектно-ориентированный язык моделирования, основанный на математическом описании моделей сложных природных или искусственных систем, и предназначенный для компьютерной симуляции динамических процессов [5, 6]. Этот язык специально создан для моделирования физических систем. Он обеспечивает возможность эффективного расширения библиотек и облегчения повторного использования знаний, приобретенных при создании предыдущих моделей. Язык Modelica уже хорошо зарекомендовал себя в самых разных областях промышленности. Toyota, BMW, Ford и многие другие крупные производители используют его в своих проектных подразделениях для создания моделей двигателей, трансмиссий и электронных систем управления.

При этом язык является свободно распространяемым, и на его основе созданы уже немало инструментальных средств промышленного уровня качества, среди которых также есть свободно распространяемые. Например, OpenModelica или SimulationX Student Edition. Ограничения студенческой версии SimulationX касаются только собственных программных блоков, тогда как библиотеки Modelica остаются полностью свободно используемыми и редактируемыми. При этом главным плюсом среды является наличие удобного визуального дизайнера новых Modelica-блоков.

3. Язык Modelica.

Рассмотрим основные свойства «физического» объектно-ориентированного моделирования на примере языка Modelica, определяющие пригодность данного при-

нции для создания моделей мехатронных преобразователей [7,8].

Данный язык основывается на уравнениях, взамен операций присваивания. Моделирование на базе уравнений расширяет возможности повторного использования уже созданных объектов, так как уравнения не определяют направление потока данных. Например, в любом императивном языке запись « $x=y*z$ », означает: вычислить произведение y и z , а затем присвоить полученное значение ячейке памяти с адресом x . В Modelica же это означает то же самое что в математике, то есть знак « $=$ » — это не знак присваивания, а именно знак равенства. То есть, записав в Modelica « $x=z*y$;», мы записали именно уравнение. В этом кроется незаметное на первый взгляд преимущество: записав одно уравнение, мы описываем сразу три варианта его использования. Неважно, какие две из трех переменных будут известны, программа всегда вычислит значение третьей. Тогда как, при описании этого уравнения на основе языка программирования с машинной семантикой оператора присваивания, для полного описания модели, характеризующейся данным уравнением, нам необходимо описывать все три возможные формы данного равенства, что многократно увеличивает трудоемкость при создании больших систем.

Modelica — представитель класса декларативных языков. Принципиальное отличие декларативного языка — описание не способа решения задачи, а самой задачи. То есть, мы записываем в программе не алгоритм решения задачи, а только ее описание. В основе языка Modelica лежит концепция соединяемых блоков. При соединении в соответствии с требуемой схемой автоматически генерируются соответствующие уравнения. Это делает язык простым для понимания и использования специалистами самых различных профилей и квалификаций.

Язык имеет возможность мультидоменного моделирования, то есть компоненты модели могут относиться к различным областям, таким как электротехника, механика, термодинамика и т.д., и эти компоненты могут связываться между собой. Также существует возможность объединения компонентов разной природы в одном блоке, для создания моделей преобразователей одного типа энергии в другой. Например, электромеханических или термодинамических.

Modelica имеет большой набор встроенных библиотек, с возможностью их свободного расширения. Пользователь также может создавать свои собственные компоненты, используя при этом внутренний язык описания блоков. При этом могут использоваться встроенные типы или также созданные пользователем. Благодаря объектно-ориентированному подходу модели, созданные на языке Modelica, легко модернизируются. Это позволяет создавать на их основе более сложные модели.

Исходя из цели моделирования, состоящей в создании унифицированных наглядных абстрактных моделей мехатронных преобразователей двустороннего действия,

принцип физического моделирования на языке Modelica имеет все необходимые свойства для придания моделям требуемых качеств.

4. Модели преобразователей. После разработки концепции создания мультидоменных моделей преобразователей с помощью языка Modelica автором была реализована библиотека моделей мехатронных преобразователей четырех типов: электростатических, пьезоэлектрических, электромагнитных и электродинамических. Для проверки соответствия свойств созданных моделей заявленным требованиям и сравнения результатов моделирования с реальными системами были созданы модели систем, включающих в себя мехатронные преобразователи.

5. Электростатический преобразователь. Для демонстрации результатов возьмем пример электростатического преобразователя, являющегося стандартным компонентом мехатронных систем, где он используется для выработки усилий и измерения величин движения. По причине очень малых вырабатываемых перемещений и сил, электростатические преобразователи нашли применение только в микроустройствах. Примерами применения ЭСП являются привод читающей головки CD-привода и электростатический акселерометр. Создание моделей данных преобразователей является очень актуальной задачей, так как создание опытных образцов микропреобразователей требует больших затрат, а практика показывает, что применение компьютерных моделей позволяет получить результаты очень близкие к реальным [9].

Конструктивно ЭСП, в общем случае, представляет собой конденсатор с перемещающимися относительно друг друга обкладками (рисунок 2). Изменение межэлектродного расстояния определяет трансформацию электрической энергии в механическую, и наоборот [1]. Возникающие между зарядами силы передаются через электроды на механическую систему. Емкость преобразователя, как и направление, и величина электростатической силы зависят от конструкции и используемых материалов.

$F_{el}(x, u_w)$ — электростатическая сила; d — межэлектродное расстояние; ϵ — диэлектрическая проницаемость диэлектрика; x — перемещение электрода; $C(x)$ — емкость преобразователя; i_w и u_w — ток и напряжение преобразователя соответственно; m — масса подвижного электрода; A — площадь поверхности электрода; k — жесткость эластичной связи.

По причине того, что электростатическая сила всегда направлена так, чтобы увеличить емкость (на притяжение), то подвижный электрод должен иметь эластичную связь с механической структурой (рисунок 2).

Для данного преобразователя характерна следующая особенность. Для того чтобы, при отсутствии внешних воздействий, преобразователь находился в стабильном рабочем положении, сила растянутой пружины, связывающей подвижный электрод, должна равняться силе, вырабатываемой преобразователем. Это возможно при значениях управляющего напряжения меньше критического

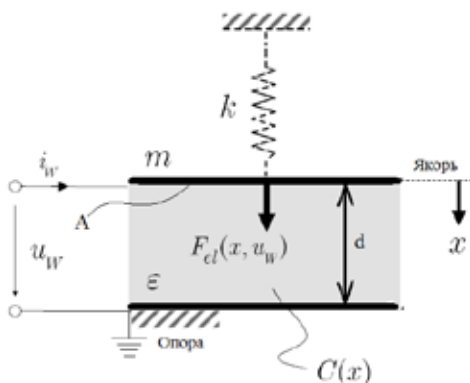


Рис. 2. Электростатический преобразователь [1]

и при перемещении якоря меньше, чем на треть от общего межэлектродного расстояния. При нарушении этих условий подвижный электрод преобразователя неудержимо устремляется к неподвижному. Это явление получило название эффекта втягивания электрода (в англоязычной литературе Pull-in-phenomenon).

6. Проверка свойств модели. Для проверки явления втягивания электрода, была создана модель системы, состоящая из модели пластинчатого электростатического преобразователя а также элементов базовых библиотек Modelica: источника напряжения, заземления, двух фиксированных фланцев, пружины и демпфера (Рисунок 3).

В качестве параметров модели преобразователя были приняты параметры микроэлектромеханического преобразователя фирмы Analog Devices, выполненного по 6-микронной технологии из кремния, с интегрированной электроникой [9]:

$$d = 1.5 \text{ мкм};$$

$$A = 0.0678 \text{ мм}^2$$

$$\varepsilon = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ Ас/Вм}$$

$$k = 8 \text{ Н/м.}$$

$$m = 5.63 \cdot 10^{-9} \text{ кг.}$$

$$\text{Коэффициент демпфирования } c = 10.$$

Теоретическое значение критического напряжения втягивания для данного вида преобразователя определяется по формуле [1]:

$$U_{pi} = \sqrt{\frac{8\beta^3 k}{27A\varepsilon}} =$$

$$= \sqrt{\frac{8 * 1.5^3 * 10^{-18} * 8}{27 * 0.0678 * 8.854 * 10^{-12}}} = 3.65 \text{ В}$$

Для проверки значения критического напряжения втягивания, сначала в качестве параметра модели источника напряжения было установлено значение 3.65 Вольт, затем была проведена симуляция и сохранены полученные результаты. Затем было установлено значение напряжения 3.66 Вольт, и симуляция была повторена.

Результаты показаны на рисунке 4. Первая линия соответствует напряжению питания 3,65 Вольт, а вторая — 3,66 Вольт. При напряжении питания 3,65 Вольт якорь занимает стабильное положение покоя, близкое к трети межэлектродного расстояния. При напряжении 3.66 Вольт градиент электростатической силы начинает пре-

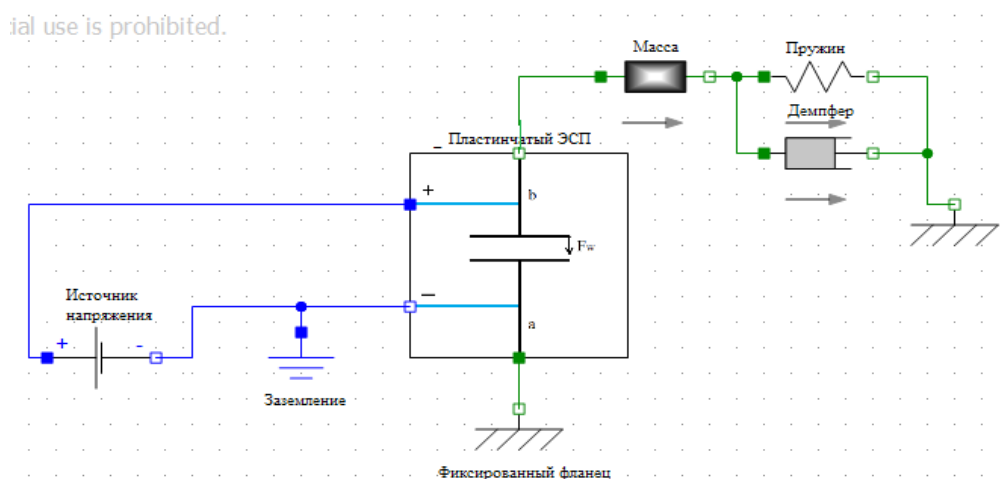


Рис. 3. Модель для проверки эффекта втягивания электрода

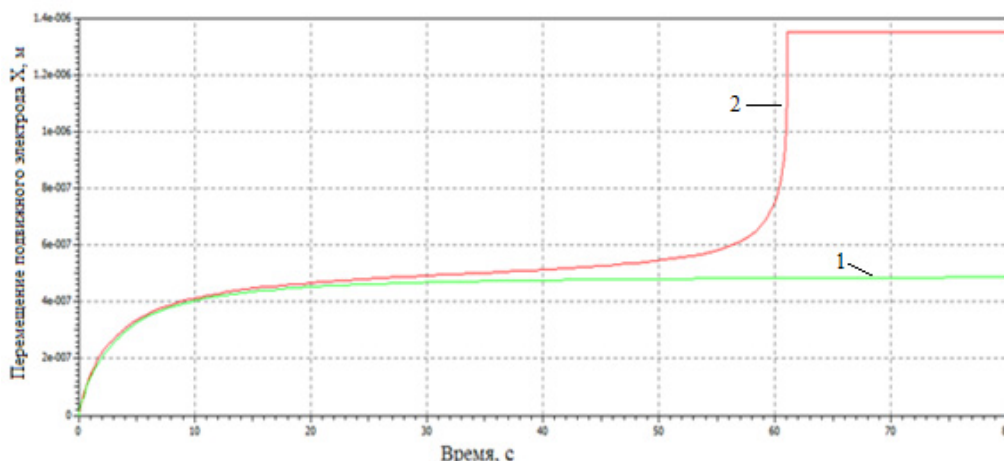


Рис. 4. Перемещение подвижного электрода при разных напряжениях: 1 – напряжение 3,65В, 2–3,66В

обладать над силой создаваемой пружиной, и подвижный электрод устремляется к неподвижному, то есть, возникает эффект втягивания электрода.

Результаты эксперимента подтвердили теоретическое значение критического напряжения втягивания и показали, что созданная модель функционирует корректно и пригодна для моделирования реальных преобразователей.

Для проверки возможности преобразователя выполнять функции датчика и демонстрации наличия постоянной связи между его электрической и механической частями была разработана модель для моделирования пассивного демпфирования колебаний. Термин «пассивное» демпфирование означает, что механическая часть модели не содержит каких-либо демпфирующих элементов. То есть движение происходит без потерь. Демпфирование колебаний при этом осуществляется за счет электромеханической связи, обеспечиваемой преобразователем. Механическая энергия рассеивается с помощью последовательного включения в электрическую цепь преобразователя резистора.

На рисунке 5 представлена модель для моделирования пассивного демпфирования колебаний. Ядром модели является модель электростатического преобразователя с параметрами из предыдущего примера. Модель также содержит новые элементы стандартных библиотек Modelica: резистор и сила, управляемая ступенчатым сигналом. Механическая часть модели не содержит демпфирующих элементов.

Оптимальное значение сопротивления определяется по формуле:

$$R^{max} = \frac{1 - X_R}{\Omega_0 C_0} \left\{ \frac{1 - 3X_R}{1 - X_R} \right\}^{1/4} =$$

$$= \frac{1 - 0,2}{37700 * 4 * 10^{-13}} \left\{ \frac{1 - 3 * 0,2}{1 - 0,2} \right\}^{1/4} = 45 * 10^6,$$

где $\Omega_0 = \sqrt{k/m}$ – частота собственного резонанса механической системы; C_0 – емкость преобразователя при нулевом перемещении подвижного электрода;

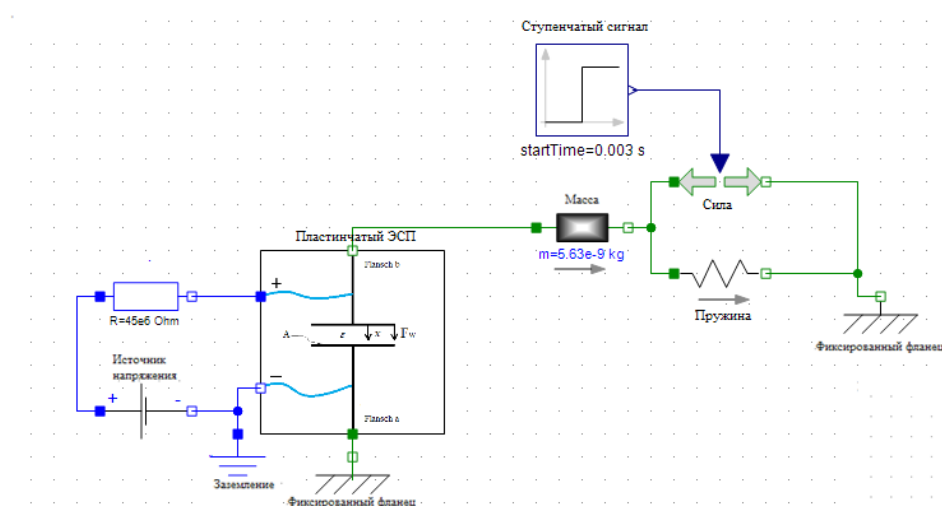


Рис. 5. Модель для моделирования пассивного демпфирования колебаний

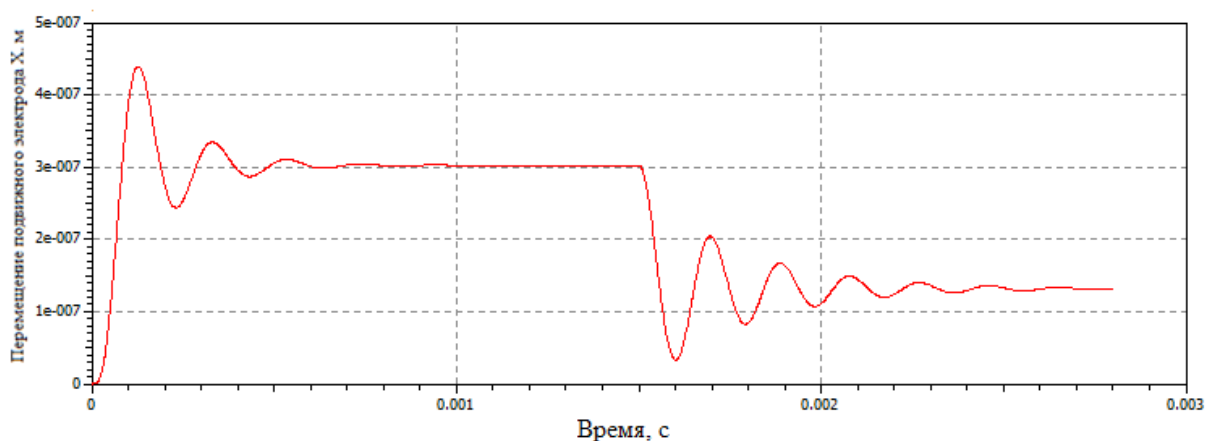


Рис. 6. Перемещение подвижного электрода при моделировании пассивного демпфирования колебаний

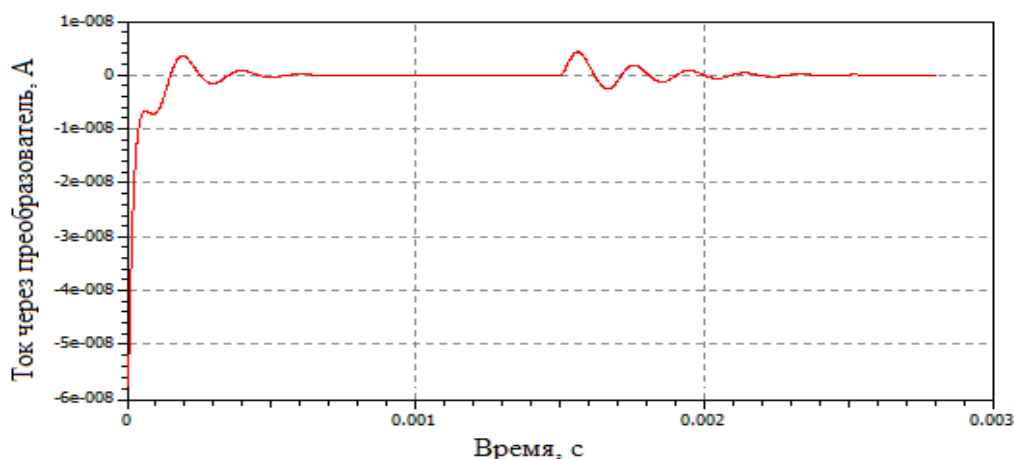


Рис. 7. Ток, проходящий через преобразователь при пассивном демпфировании колебаний

$X_R = 0, 2X_R = 0,2$ — отношение занятого положения равновесия при данном напряжении и общего межэлектродного расстояния.

На преобразователь подается напряжение $U_0 = 3.4$ В. При этом собственные колебания системы, создаваемые пружиной, гасятся за счет потерь на резисторе и подвижный электрод занимает положение покоя при перемещении $3e - 7 \mu m$, то есть, его перемещение равно одной пятой от общего межэлектродного расстояния. Это значение является оптимальным для осуществления демпфирования колебаний [1]. Затем, в момент времени $t = 0,0015$ с на якорь начинает действовать внешняя сила равная $0,8e - 6$ Н. Система выходит из равновесия, а затем её колебания также гасятся за счет активного сопротивления электрической части системы и подвижный электрод занимает новое положение покоя. Результаты симуляции показаны на рисунке 6.

Также на этом примере можно показать возможность выполнения моделью функций датчика. На рисунке 7 показано изменение тока через преобразователь. Сравнив графики, представленные на рисунках 6 и 7, можно уви-

деть, что в ответ на перемещение электрода преобразователь вырабатывает соответствующий ток. Преобразовав значение тока можно получить значение отслеживаемой величины движения.

Результаты доказывают наличие постоянной связи между электрической и механической частями системы и возможность моделей, созданных с помощью языка Modelica, выполнять как функции приводов, так и датчиков.

Заключение. Разработанные модели предлагается использовать при конструировании мехатронных модулей, проектировании датчиков, а также для исследования свойств различных типов преобразователей. Наличие библиотеки моделей преобразователей позволяет также подобрать оптимальные приводы для устройств с большим количеством перемещаемых деталей. Примером такого устройства является телескоп с адаптивной оптикой. В дальнейшем планируется найти больше параметров реальных систем для проверки адекватности каждой конкретной модели преобразователя.

Литература:

1. Janschek K. Systementwurf mechatronischer Systeme/ Janschek K. — Heidelberg: Springer, 2010. — 842 с.
2. Колесов Ю.Б. Объектно-ориентированное моделирование сложных динамических систем. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. — 239 с.
3. Арайс Е.А., Дмитриев В.М. Автоматизация моделирования многосвязных механических систем. М.: Машиностроение, 1987. — 240 с.
4. Черных И.В. Simulink: среда создания инженерных приложений. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. — 496 с.
5. Modelica — A Unified Object-Oriented Language for Physical Systems Modeling. Language Specification. Version 2.0, July 10, 2002.
6. Modelica — A Unified Object-Oriented Language for Physical Systems Modeling. Tutorial. Version 2.0, July 10, 2002.
7. Fritzson P. Introduction to Object-Oriented Modeling and Simulation with OpenModelica. 2006. — 139 с.
8. Fritzson P. Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 2.1.-Wiley-IEEE Press, 2006. — 939 с.
9. Charge control of parallel-plate, electrostatic actuators and the tip-in instability/ Seeger J.I., Boser B.E. // JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, 2003. — №5. — С. 20–36.

Испытание ограничителей перенапряжений

Мальцев М.С., аспирант

Иркутский государственный университет путей сообщения

Условия работы электрической изоляции по мере развития науки и техники все более усложняются, а требования к ней повышаются. В связи с этим возрастает роль испытаний.

Испытания охватывают ряд задач:

1. Изготовление или отбор образцов и их подготовка к испытаниям (кондиционирование);
 2. Измерение электрических и неэлектрических величин, характеризующих основные свойства изоляционного материала или изделия.
 3. Установление экспериментальным путем закономерностей, характеризующих изменение свойств материала под влиянием:
 - а) электрических воздействий (напряженность и род электрического поля, частота и т.п.);
 - б) климатических воздействий (температуры, давление, влажность и т.п.);
 - в) механических воздействий (вибрации, ускорение и т.п.);
 - г) физико-химических воздействий (радиация, агрессивные среды и т.п.);
 - д) срока службы при тех или иных условиях.
 4. Установление наличия остаточных изменений параметров материала или изделия в наиболее тяжелых условиях, имитирующих возможные при эксплуатации смены режимов работы.
 5. Установление внешних и внутренних дефектов, наличия загрязнений, примесей или посторонних включений, а также структурных изменений.
- Возникают вопросы относительно видов профилактических испытаний, периодичности их и нормативов.

Профилактические испытания проводятся в условиях эксплуатации: они имеют целью установить, сохранил ли находящийся в эксплуатации изоляционный элемент требуемые свойства и может ли он допускаться к дальнейшей эксплуатации.

Эксплуатационные испытания должны проводиться со следующей периодичностью:

- измерение тока проводимости под рабочим напряжением — один раз в год перед грозовым сезоном;
- измерение тока проводимости искрового элемента ОПНИ-500У1 — один раз в год перед грозовым сезоном;
- измерение пробивного напряжения искрового элемента ОПНИ-500У1 — один раз в 3 года, а также в случаях, когда при измерении тока проводимости обнаружено изменение более чем на 20% по сравнению с данными, приведенными в паспорте, или с данными первоначальных измерений в эксплуатации;
- проверка электрической прочности изолированного вывода ОПНИ — один раз в 3 года или один раз в 6 лет до сих пор вопрос не решенный;
- измерение сопротивления — один раз в 6 лет;
- тепловизионный контроль:
 - а) 35 кВ и ниже — один раз в 3 года;
 - б) 110–220 кВ — один раз в 2 года;
 - в) 300–750 кВ — ежегодно.

В таблице 1 представлены объемы эксплуатационных испытаний ОПН из различных инструкций и указаний.

В заключение хочется отметить, что вопрос по испытанию ОПН не до конца решен. Много противоречий между разными указаниями и инструкциями. Энергетические предприятия стараются руководствоваться указаниям Ростехнадзора, что не совсем правильно.

Таблица 1

Правила устройств электроустановок	Объёмы и нормы испытаний	Инструкция по эксплуатации средств защиты от перенапряжений	Сборник по контролю состояния электрооборудования
1. Измерение сопротивления ограничителей перенапряжения. 2. Измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений. 3. Проверка элементов, входящих в комплект приспособления для измерения тока проводимости ограничителя перенапряжений под рабочим напряжением.	1. Измерение сопротивления ограничителей перенапряжения. 2. Измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений. 3. Проверка элементов, входящих в комплект приспособления для измерения тока проводимости ограничителя перенапряжений под рабочим напряжением. 4. Тепловизионный контроль ОПН.	1. Измерение тока проводимости под рабочим напряжением. 2. Измерение тока проводимости искрового элемента ОПНИ-500У1. 3. Измерение пробивного напряжения искрового элемента ОПНИ-500У1. 4. Проверка электрической прочности изолированного вывода ОПНИ.	1. Измерение сопротивления ограничителей перенапряжения. 2. Измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений. 3. Измерение пробивного напряжения искрового элемента. 4. Проверка электрической прочности изолированного вывода ограничителя перенапряжений.

Литература:

1. Казарновский Д.М., Тареев Б.М. Испытание электроизоляционных материалов и изделий — Л.: Энергия, 1980;
2. Инструкция по эксплуатации средств защиты от перенапряжений (РД 34.35. 514);
3. Объем и нормы испытаний электрооборудования (РД 34.45—51.300—97) — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2008;
4. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007;
5. Сборник методических пособий по контролю состояния электрооборудования — М.: 1999.

Разработка программного обеспечения для промышленной видео системы

Мартынов И.А., студент-выпускник

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

За счет возрастания сложности решаемых научно-технических задач, получение, автоматическая обработка и анализ визуальной информации становятся все более актуальными вопросами. Существует множество смежных областей науки и техники, в которых данные технологии крайне востребованы. Такими областями являются: интеллектуальные робототехнические комплексы, системы управления движущимися аппаратами, системы управления процессами, системы организации информации (индексация баз данных изображений), системы моделирования объектов или окружающей среды (картография, анализ медицинских изображений, топографическое моделирование), системы взаимодействия (например, устройства ввода для системы человеко-машинного взаимодействия), биометрия и множество других. Однако, тремя основными направлениями исследований и разработок в области компьютерного зрения неизменно являются: анализ и обработка графического изображения, а так же распознавание образов.

Независимо от типа и сложности поставленной задачи, первым шагом на пути ее решения является получение цифровой графической информации, представленной одним снимком или серией изображений (в том числе, видеопотоком). Типовое решение системы компьютерного зрения на данном этапе включает в себя следующие компоненты:

- устройство для преобразования оптического изображения в цифровой поток графических данных (одна или несколько цифровых или аналоговых видеокамер)
- специализированный источник света
- приложение программного обеспечения для получения, обработки изображений и обнаружения соответствующих видеоустройств.

Программное обеспечение под названием CamCap (сокр. от CameraCapture) для осуществления захвата, обработки и сохранения изображений разработано для симулятора космического аппарата (рисунок 1), задачей которого является навигация на основе визуальной информации об окружающей аппарат среде.

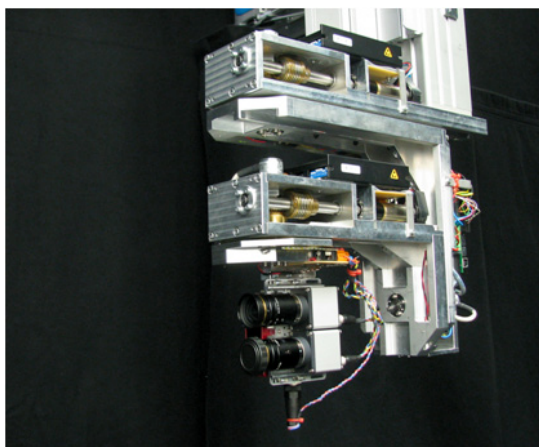


Рис. 1. Манипулятор симулятора с закрепленной на нем видеосистемой из двух цифровых камер (цветной и монохромной)



Рис. 2. Компактные цифровые промышленные камеры семейства uEye

При разработке программного обеспечения была использована цифровая, промышленная видеокамера GigE uEye UI-5240SE немецкой компании IDS (рисунок 2.), специализирующейся в сферах промышленной автоматизации, системах контроля качества, системах безопасности и научных исследований. Модель UI-5240SE с разрешением 1,3 Мегапикселя (1280x1024) оснащена цветной 1/1.8-дюймовой КМОП-матрицей, обеспечивает частоту кадров 50 fps. и время экспонирования 9мкс. На вход устройства подается постоянное напряжение 12 В.

Камера использует пакетную технологию передачи данных Gigabit Ethernet. Передача данных осуществляется при помощи протокола **GigE Vision**. **GigE Vision** — протокол передачи данных, разработанный ассоциацией AIA (Advanced Imaging Association) для стандартизации методов передачи изображения и управления промышленных видеокамер с сетевым интерфейсом Gigabit Ethernet. **Данный протокол определяет правила нахождения видеокамеры в сети (Device Discovery Mechanism), правила передачи команд (GigE Vision Control Protocol) и правила передачи изображений (GigE GigE Vision Stream Protocol).**

Необходимость создания программного обеспечения для управления видеосистемой обусловлено отсутствием готовых соответствующих программных решений для работы с видеокамерами семейства uEye, с необходимой функциональностью и поддержкой операционных систем семейства Linux. Кроме того, необходим доступ к исходному коду с целью совершенствования программного обеспечения.

В ходе разработки приложения реализованы три режима работы камеры:

- работа в режиме самовозбуждения
 - непрерывная передача изображений
 - передача одного отдельного кадра
- работа по сигналу
 - программный сигнал
 - аппаратный сигнал

— режим готовности к работе.

В режиме самовозбуждения матрица преобразует спроецированные на неё оптические изображения по порядку с заранее заданной частотой регенерации изображения. При этом процессы экспонирования, считывания и переноса оптического изображения и информации о нем протекают одновременно. В этой связи, достигается высокая частота регенерации изображения. Время экспозиции и частота регенерации устанавливаться независимо друг от друга и зависят от модели камеры и факторов, определяемых окружающей камеру средой в данный момент времени.

В режиме работы по сигналу матрица находится в состоянии ожидания и при подаче на нее триггерного сигнала начинается процесс облучения светочувствительного материала матрицы (экспонирование). Триггерный сигнал может быть представлен в виде программной команды или аппаратным сигналом, который подается через цифровой вход камеры.

При активировании режима работы по сигналу, представленному программной командой (рисунок 3), захват изображения осуществляется путем вызова соответствующих API-функций камеры, после чего можно сохранить изображение на устройство хранения. В этом случае захват изображений происходит без остановки и по порядку с заданной частотой.

Если сигнал представлен аппаратной командой (рисунок 4), то на каждый подаваемый сигнал происходит отклик камеры и осуществляется захват изображения с возможностью его последующего сохранения. При использовании этого метода камера непрерывно находится в режиме ожидания сигнала.

Разработанное приложение позволяет осуществлять синхронизацию всех подключенных к сети камер. При подаче сигнала на цифровой вход группы камер, текущие захваты изображений останавливаются и запускаются новые (см. рисунок). Этот способ используется, чтобы синхронизировать несколько видеоустройств,

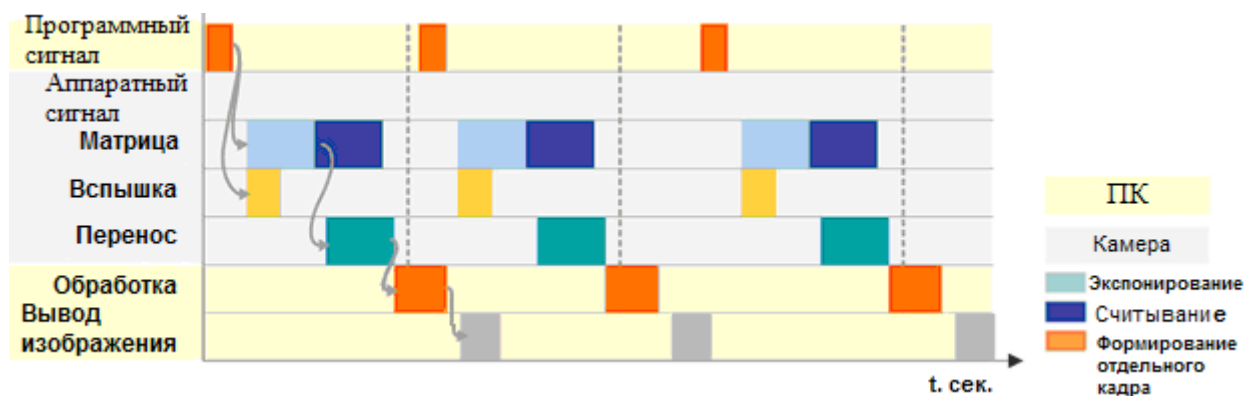


Рис. 3 Режим работы матрицы по программному сигналу

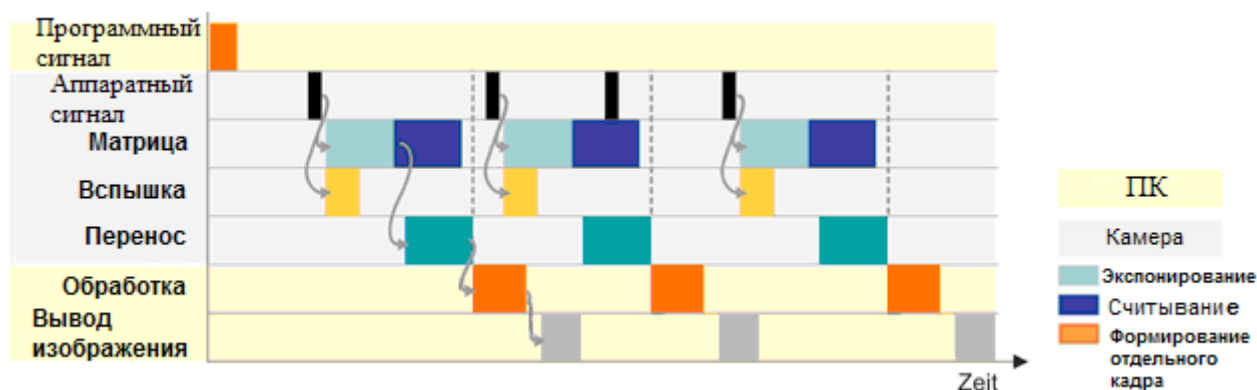


Рис. 4. Режим работы матрицы по аппаратному сигналу

когда они работают в режим непрерывного захвата изображений.

Приложение CamCar позволяет переводит iEye-камеры в ждущий режим, при котором они потребляют меньший ток. Достигается это путем отключения в случае ПЗС-матрицы — самой матрицы, а в случае КМОП-матрицы — времязадающей платы (англ. *timing board*). При переходе в ждущий режим связь с камерой не теряется. Видеоустройство доступно на протяжении всего времени и может быть опрошено по сети. Благодаря использованию данного режима камера остывает и количество видимых «горячих» пикселей (англ. *hot pixels*) при длительной выдержке сокращается.

Перед захватом кадра, осуществляется опрос сети на наличие подключенных видеоустройств. Посредством выбора необходимой камеры из сформированного списка доступных устройств, производится ее инициализация. После активации команды о подключении камеры, компьютер посылает соответствующему видеоустройству запрос на подключение. После того как она просигнализирует о готовности к соединению, осуществляется проверка действительности ее IP-адреса. Если адрес не корректен, компьютер посылает устройству набор действительных IP-адресов. Из отправленных адресов, камера выбирает свободный (не использующийся в сети) и сообщает об этом ПК, после чего текущий IP-адрес привязывается к данному устройству и работа может быть

продолжена. После установления связи с управляющим компьютером, инициализация связи с каким-либо ПК, находящимся в сети, невозможна. После успешного образования связи, управляющий компьютер отправляет в сеть на адрес подключенного устройства специальные блоки данных частотой 1Гц, которые в свою очередь принимаются и обрабатываются камерой. Если сигнал прерывается, камера перезапускается. После этого соединение может быть установлено с любым другим компьютером данной сети. Если отсутствует сигнал, подаваемый камерой, управляющий компьютер прерывает соединение и удаляет ее из списка подключенных устройств.

Для графического представления изображения реализован метод аппаратно-независимого растра. Цветовая таблица и массив пикселей сохраняются непосредственно в выделенном блоке памяти, доступ к которым осуществляется при помощи указателя. Размер области определяется на основании физических размеров и глубины цвета изображения. Затем, выделенная память маркируется как активная и осуществляет запись графической информации. Разработанное приложение позволяет сохранять полученные снимки в форматах PNG, Jpeg и BMP. Графический вывод изображения на экран, а также графический интерфейс пользователя реализованы при помощи библиотек инструментария для разработки программного обеспечения — Qt. Главное окно приложения CamCar представлено на рисунке 3.

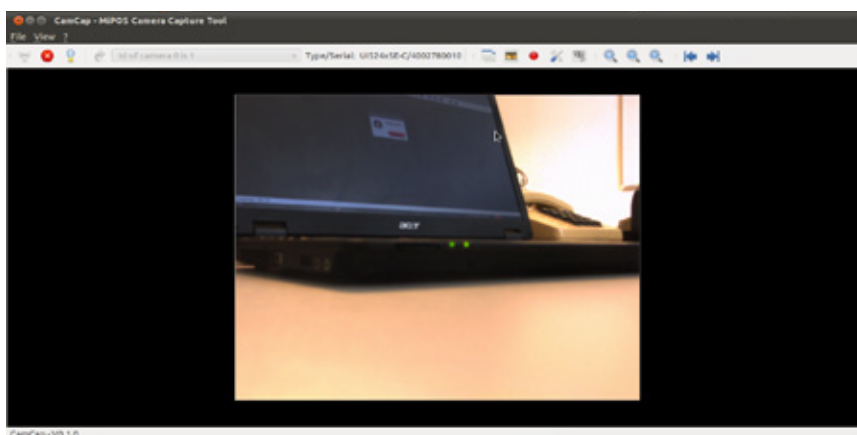


Рис. 5 Главное окно приложения CamCap

Разработанное приложение наряду с коррекцией цвета и яркости на данном этапе позволяет так же исправлять дефекты горячих пикселей. Реализованный алгоритм работает на основе карты расположения дефектных точек, т.е. с использованием метода вычитания темного фрейма. Темный фрейм — это изображение, снятое при полном отсутствии внешнего света. Фрейм создает карту распределения дефектных пикселей для каждого изображения, которые устраняются на захваченном снимке при помощи фильтров.

Созданное приложение поддерживает управление работой всех камер компании IDS семейства GigE uEye с интерфейсом Gigabit Ethernet. Программа работает под управлением операционной системы Linux. CamCap поддерживает частоту кадров до 40 Гц в зависимости от мо-

дели камеры и режима получения фотоснимков, позволяет получать графическую информацию, представленную одним снимком или серией изображений (в том числе видеоряда). Необходимые частота и количество снимков, в случае серии кадров, устанавливаются пользователем. Также CamCap позволяет строить цветовые гистограммы полученных изображений. Гистограммы являются основным способом анализа изображений и применяются для определения параметров экспозиции, условий съемки и проведения тоновой коррекции полученных фотографий.

Дальнейшим направлением расширения программы является реализация методов сравнения и сопоставления изображений, распознавание образов, 3D-реконструкция с использованием библиотеки алгоритмов компьютерного зрения и обработки изображений OpenCV.

Литература:

1. Лысенко О.О. Машинное зрение // Компоненты и технологии. — М.: Файнстрит. 2007. — №1. — С. 20–27.
2. Бобровский С.В. Машинное зрение // Когда машины прозреют. М.: Файнстрит. 2008. — №7. — С. 13–16.
3. Визильтер Ю.В. Обработка и анализ цифровых изображений / Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В. — М.: ДМК Пресс, 2007. — 174 с.
4. Davies E.R. Machine Vision : Theory, Algorithms, Practicalities. — Academic Press, 2004. — 190 с.
5. IDS Imaging Development Systems. uEye Kamera-Handbuch. — Obersulm: IDS, 2010. — 340 с.

Статистическая обработка результатов гидравлического эксперимента

Снежко В.Л., кандидат технических наук, доцент
Московский государственный университет природообустройства

Хусни С.И., кандидат технических наук, инженер
Сирийская Арабская Республика

Обеспечение надежности и безопасности функционирования объектов и систем в настоящее время является одной из основных задач, стоящих перед инженерно-технической практикой. Особенности работы напорных трубопроводов, будь то гидротехнические во-

додовы, водовыпуски плотинных гидроузлов или трубопроводы систем водоснабжения следует учитывать не только во время эксплуатации, но и на этапе проектирования и расчета. Надежность напорного трубопровода — это не только отсутствие внезапных отказов, часто на-

зываемых авариями, но и постепенных отказов, которые можно интерпретировать как отклонения от расчетных параметров функционирования. Снижение напора вследствие ухудшения пропускной способности трубопровода может вызвать нарушение условий водоподачи; занижение коэффициента расхода системы на этапе проектирования часто приводит к неоправданной установке дополнительного насосного оборудования или перерасходу воды; смещение гидравлических характеристик водопропускных сооружений гидроузлов в лучшем случае влечет за собой ухудшение экологии зарегулированных водотоков. В гидротехнике своевременное обнаружение и технологически правильное устранение именно постепенного отказа напорного водовода может предотвратить внезапный отказ, последствия которого часто бывают катастрофичны.

При выполнении гидравлических исследований сопротивлений напорных турбулентных потоков можно выделить три основных класса задач [4]:

- Определение коэффициента Дарси, эквивалентной шероховатости стенок модельного трубопровода и зоны гидравлических сопротивлений, в которой работает исследуемый водовод.

- Определение коэффициентов единичных местных сопротивлений и сравнение полученных значений со справочными данными (если это возможно), выяснение зоны гидравлических сопротивлений, в которой работает изучаемый элемент трубопроводной арматуры.

- Определение коэффициента сопротивления узла, состоящего из нескольких местных сопротивлений, расположенных в пределах участка стабилизации (зоны влияния местного сопротивления), и зоны гидравлических сопротивлений, в которой работает изучаемый узел.

В пределах указанных задач, как правило, измеряют расход воды, проходящий через модель, исследуют распределение скоростей по высоте поперечного сечения и длине трубопровода, снимают давление и строят пьезометрические линии, определяют длины влияния местных сопротивлений и т.д. В любом случае основное условие проведения эксперимента по определению гидравлических сопротивлений в напорных потоках — выполнение исследований в некотором диапазоне чисел Рейнольдса (отвечающем критериям подобия), на котором возможно отследить динамику функций $\lambda=f(Re)$ и $\zeta=f(Re)$ и получить статистически достоверные регрессионные уравнения для определения соответствующих коэффициентов сопротивлений.

При работе в квадратичной области гидравлических сопротивлений эмпирические зависимости $\lambda=f(Re)$ и $\zeta=f(Re)$ серии должны быть параллельны оси абсцисс, то есть быть постоянными и не зависеть от числа Рейнольдса [1]. Если есть основания предполагать наличие квадратичной зоны, то объем выборочных исследований определяется достаточно просто, так как конечная цель эксперимента — получение оценки среднего значения изучаемого параметра и границ его доверительного интервала с за-

данным уровнем надежности γ (часто $\gamma=95\%$). При этом величина $1-\gamma$ не должна быть больше суммарной ошибки косвенных измерений.

По теореме Чебышева определить генеральную среднюю \bar{x} возможно по данным случайной выборки. Эту теорему дополняет теорема Ляпунова, которая позволяет рассчитать максимальную ошибку выборочной средней. При достаточно большом числе независимых наблюдений в генеральной совокупности с конечной средней и ограниченной дисперсией [2]:

$$P(|X_n - \bar{x}| < t\mu) = \Phi(t)$$

Где Φ — интеграл Лапласа или удвоенная нормированная функция Лапласа

$$\Phi(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-t}^{+t} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Величина $t \cdot \mu$ называется предельной ошибкой выборки $\Delta_{\bar{x}}$:

$$\Delta_{\bar{x}} = t\mu_{\bar{x}}$$

где $\Delta_{\bar{x}}$ — предельная (максимально возможная) ошибка средней; μ — величина средней квадратической стандартной ошибки.

В зависимости от принятой вероятности γ определяется значение коэффициента кратности t по удвоенной нормированной функции Лапласа в случае выборки большого объема (если в серии будет исследовано больше, чем 30 уровней), отдельные значения которой приведены в Таблице 1.

Для любого значения γ величина t также может быть получена с помощью функции нормального стандартного распределения (которая реализуется функцией НОРМСТОБР (γ) Microsoft Excel [3]).

В условиях большой выборки ($n>30$) величина средней ошибки выборки для простого случайного отбора рассчитывается по формулам:

$$\mu_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \text{ при случайной повторной выборке}$$

$$\mu_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} \text{ при случайной бесповторной}$$

выборке,

здесь σ — среднее квадратическое отклонение для генеральной совокупности, которое неизвестно, но в условиях большой выборки ($n>30$) может быть заменено выборочной дисперсией s . Тогда ошибки простой случайной выборки будут определяться следующие ошибки:

Средняя ошибка для средней при случайной повторной выборке:

$$\mu_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} \quad (1)$$

Таблица 1. Значения коэффициента кратности средней ошибки t для выборки большого объема ($n > 30$)

Надежность	Уровень надежности $\gamma = \Phi(t)$	Коэффициент кратности средней ошибки t
Прикидочная	0,504	0,68
Ориентировочная	0,605	0,85
	0,702	1,04
	0,803	1,29
Приближенная	0,901	1,65
Обыкновенная	0,95	1,96
	0,955	2,0
Повышенная	0,97	2,17
	0,98	2,33
	0,99	2,59

при случайной бесповторной выборке:

$$\mu_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} \quad (2)$$

Предельная ошибка для средней при случайной повторной выборке:

$$\Delta_{\bar{x}} = t \sqrt{\frac{s^2}{n}} \quad (3)$$

при случайной бесповторной выборке:

$$\Delta_{\bar{x}} = t \sqrt{\frac{s^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} \quad (4)$$

Тогда доверительный интервал для генеральной средней при простом случайном отборе будет записан в виде $\bar{x} - \Delta_{\bar{x}} \leq \bar{x}_e \leq \bar{x} + \Delta_{\bar{x}}$.

Объем выборки для простого случайного повторного отбора следует определять по формуле:

$$n = \frac{t^2 \cdot s^2}{\Delta_{\bar{x}}^2} \quad (5)$$

Объем выборки для простого случайного бесповторного отбора определяют по формуле:

$$n = \frac{t^2 \cdot N \cdot s^2}{\Delta_{\bar{x}}^2 \cdot N + t^2 \cdot s^2} \quad (6)$$

Если в генеральной совокупности единицы располагаются случайным образом по отношению к изучаемому признаку, то механический (систематический) отбор можно рассматривать как разновидность случайного бесповторного отбора и для оценки ошибки систематической выборки и определения ее объема использовать формулы простого бесповторного случайного отбора.

В практике гидравлического эксперимента часто встречаются случаи, когда планируется выполнить наблюдения менее чем на 30 уровнях в пределах одной серии, тогда выборка будет считаться малой ($n < 30$) и использование для нее значений t , приведенных в Таблице 1, и формул 1–6 неправомерно.

Дисперсию малой выборки s следует вычислять по формуле, включающей поправку Бесселя. Предельная ошибка для средней при случайной бесповторной выборке малого объема:

$$\Delta_{\bar{x}_{м.в.}} = t \cdot \mu_{\bar{x}_{м.в.}}$$

Средняя ошибка для средней при случайной бесповторной выборке малого объема:

$$\mu_{\bar{x}_{м.в.}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

Вероятность того, что генеральная средняя находится в определенных границах будет равна:

$$P[\bar{x} - \Delta_{\bar{x}_{м.в.}} \leq \bar{x}_e \leq \bar{x} + \Delta_{\bar{x}_{м.в.}}] = 2S_{(t)} - 1,$$

где $S_{(t)}$ — значение функции Стюдента, определяемое по формуле

$$S_{(t)} = \frac{(\gamma + 1)}{2}$$

По таблице распределения Стюдента в зависимости от значения функции $S_{(t)}$ и числа степеней свободы ($n-1$) определяют значение коэффициента t . Для любого значения γ величина t также может быть получена с помощью статистической функции Microsoft Excel СТЬЮДРАС-ПРОБР ($1-\gamma; n-1$) [3].

Поскольку коэффициент доверия t при малых выборках является функцией $t=f(\gamma, n-1)$, а объем выборки для серии будет функцией $n=f(t, N, s, \Delta_{\bar{x}_{м.в.}})$ определение предварительного объема выборки для заданной вероятности γ так, как это производилось в случае больших выборок, затруднительно. В данном случае можно, пред-

варительно задавшись объемом выборки n и уровнем надежности γ , вычислить $S_{(t)}$ и предельную ошибку для

средней при бесповторной выборке $\Delta_{\bar{x}_{м.в.}} = t \cdot \sqrt{\frac{s^2}{n}}$. В

случае, если величина $\Delta_{\bar{x}_{м.в.}}$ является допустимой, можно попробовать уменьшить объем выборки и повторить расчет, в противном случае объем выборки увеличивают и снова проводят вычисления.

Для предварительного определения объема выборки при работе модели в квадратичной области сопротивлений или количества уровней независимого фактора в серии, которые следует изучить экспериментально, необходимо ответить на три вопроса:

С какой доверительной вероятностью (с каким уровнем надежности) γ мы хотим оценить среднее значение λ или ζ .

Какое отклонение от среднего $\Delta_{\bar{x}}$ нас устраивает (какова предельная ошибка для среднего значения коэффициента гидравлического сопротивления).

Планируется извлечение большой выборки (более 30-ти уровней) или малой выборки ($n-1$).

В результате статистической обработки проведенной серии находят фактические границы доверительного интервала для принятой ранее вероятности γ , если они устраивают исследователя (оказываются достаточно узкими), то серию считают завершённой, в противном случае требуется исследование дополнительных уровней независимого фактора, которые в комбинационном квадрате отмечаются в виде окрашенной ячейки со знаком «-».

Следует отметить, что определение объема выборочных наблюдений изложенными выше способами можно выполнить, только оперируя точностью непосредственно измеряемых величин — расхода или напора. Коэффициенты гидравлического сопротивления являются величинами, измеряемыми косвенно, и их ошибки, формирующиеся из комбинации ошибок непосредственно измеряемых величин, будут значительно больше [5]. Например, в экспериментальных исследованиях авторов при предельной случайной относительной ошибке определения расхода 1% предельная случайная относительная ошибка в определении коэффициента гидравлического трения λ составляла 3,3%.

Литература:

1. Альтшуль А.Д. Местные гидравлические сопротивления при движении вязких жидкостей. М., 1962. 250 с.
2. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя. — СПб.: Питер, 2008. — 608 с.
3. ГОСТ Р 50779.21—2004. Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Ч.1. Нормальное распределение. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. 48 с.
4. Снежко В.Л. Современные способы обработки данных в исследованиях гидравлических сопротивлений турбулентных потоков. Научно-технический вестник Поволжья. №1, 2011. С 179—18.
5. Тейлор, Джон. Введение в теорию ошибок / Дж. Тейлор; Пер. с англ. П.Г. Деденко. М.: Мир, 1985 — 272 с.

Исследование разниц скоростей лидирующего и ведомого автомобилей. Определение параметров зависимостей дистанции и временного интервала от этих скоростей

Ходоскин Д.П., аспирант
Белорусский национальный технический университет

Проанализирована динамика изменения основных параметров транспортного потока при подезде к регулируемому перекрестку на желтый сигнал светофора. По результатам ее исследования выдвинуто предположение о месте нахождения инертной зоны дилеммы. В качестве параметров взяты: мгновенные скорости лидирующего и ведомого автомобилей, а также дистанция и временной интервал между ними на четырех исследуемых расстояниях.

Одной из основных диссертационных целей автора является определение конкретного местоположения инертной зоны дилеммы [1, с. 199]. В странах СНГ отсутствуют какие-либо разработки на данную тему, однако наличие именно этой зоны, как показали исследования автора, непосредственно влияет на количество следующих видов аварий: столкновений с ударом сзади, межфазных

столкновений под прямым углом, наездов на пешеходов на отдаленном пешеходном переходе. Исследуя динамику изменения основных параметров транспортного потока и непосредственно самого регулируемого перекрестка (РПК) на данном этапе можно предположить примерное местоположение искомой зоны. В этом исследовании в качестве параметров транспортного потока были взяты усред-

ненные параметры лидирующего и ведомого автомобилей на опытном РПК г. Гомеля (Республика Беларусь): ул. Советская — ул. Головацкого. В качестве основных параметров определены следующие: мгновенные скорости лидирующего и ведомого автомобилей, а также дистанция и временной интервал между ними. Данные параметры были экспериментально собраны при помощи усовершенствованной автором методики изложенной в работе [2, с. 278]. Эти параметры изучались на четырех расстояниях: 150 м, 100 м, 50 м до стоп-линии и при ее пересечении. В данной статье исследуется динамика изменения разниц скоростей, а также параметры, характеризующие зависимости дистанции и временного интервала от этих скоростей.

В определяющей степени наличие столкновений с ударом сзади зависит от разности скоростей лидирующего и ведомого автомобилей, так как если скорость ведомого больше, то в данном случае, при наличии резкого тормо-

жения лидирующего, практически со стопроцентной вероятностью возникнет как минимум конфликтная ситуация. Ниже, в таблице 1, представлены основные результаты изучения разности скоростей (при помощи компьютерной программы кафедры ОАПДД БНТУ «Исследование распределения случайных величин»). При сравнении скоростей двух автомобилей в каждом случае возможен один из следующих исходов (таблица 1).

$$v_{\text{лид}} - v_{\text{вед}} > 0; \quad (1)$$

$$v_{\text{лид}} - v_{\text{вед}} < 0; \quad (2)$$

$$v_{\text{лид}} - v_{\text{вед}} = 0. \quad (3)$$

В первом случае имеет место «положительная» разница, во втором — «отрицательная», в третьем скорости равны. По таблице 1 можно сделать следующие выводы:

Таблица 1. Результаты исследования разниц скоростей лидирующего и ведомого автомобилей

Параметры распределения	Место измерения											
	При пересечении стоп- линии			На расстоянии 50 м до стоп-линии		На расстоянии 100 м до стоп-линии			На расстоянии 150 м до стоп-линии			
	Разница между скоростями лидирующего и ведомого автомобилей											
	«-»	«+»	«-»	«-»	«+»	«-»	«-»	«+»	«-»	«-»	«+»	«-»
Количество случаев «-», «+» и «-»	16	79	5	22	78	0	21	77	2	22	78	0
Разница между скоростями автомобилей (без учета «-»)	«-»	«+»		«-»	«+»		«-»	«+»		«-»	«+»	
Оптимальный закон распределения	Экспонен- циальный	Экспонен- циальный		Вейбулла	Логнор- мальный		Релея	Вейбулла		Равно- мерный	Экспонен- циальный	
Параметры оптимального закона распределения	LAMBDA=5,930	LAMBDA=4,020		LAMBDA=0,304 B=1,210	LNU=-1,100 SIGMA^2=0,449		SIGMA=0,421	LAMBDA=0,498 B=1,280		A=-0,090 B=1,080	LAMBDA=1,970	
Значение критерия Романовского	0,61	-0,52		-0,44	-0,49		-0,60	-0,43		0,71	-0,27	
Математическое ожидание	0,17	0,25		0,35	0,42		0,53	0,54		0,50	0,51	
Стандартное среднеквад- ратическое отклонение	0,14	0,20		0,29	0,31		0,36	0,42		0,34	0,38	
Коэффициент вариации	0,83	0,82		0,83	0,75		0,68	0,79		0,68	0,76	
Значение хи-квадрат	1,86	0,96		0,37	0,30		0,15	0,40		2,00	2,35	
Число степеней свободы	1	2		1	1		1	1		1	3	
Значение критерия Мизеса	0,40	1,09		0,33	2,25		0,77	0,64		48,90	1,60	

Примечание «+» - положительная разница между значениями скоростей лидирующего и ведомого автомобилей; «-» - отрицательная разница между значениями скоростей лидирующего и ведомого автомобилей; «=» - равенство значений скоростей лидирующего и ведомого автомобилей.

– количество случаев, при которых $V_{\text{лид}} > V_{\text{вед}}$ и $V_{\text{лид}} = V_{\text{вед}}$ больше при пересечении стоп-линии и равно 79 и 5 соответственно;

– при последующем удалении от стоп-линии (на расстояниях 50 м, 100 м и 150 м до стоп-линии) количество случаев $V_{\text{лид}} < V_{\text{вед}}$ остается примерно на постоянном уровне. Однако на расстоянии 50 м количество таких случаев максимально;

– на этих же расстояниях количество случаев $V_{\text{лид}} > V_{\text{вед}}$, также остается примерно одинаковым;

– на расстояниях 0 м, 50 м и 100 м до стоп-линии каждое последующее математическое ожидание разниц больше предыдущего значения, как при положительной, так и при отрицательной разнице между скоростями;

– величина стандартного среднеквадратического отклонения уменьшается по мере приближения к РПК (от отсечки 100 м до стоп-линии) как для положительной, так и для отрицательной разницы;

– динамика приведенных в таблице показателей говорит о том, что соотношения между скоростями отличаются только при пересечении стоп-линии, на остальных расстояниях они носят постоянный характер;

– коэффициент вариации при пересечении стоп-линии и на 50 м имеет практически наибольшие значения, что опять же говорит о том, что на данном участке наблюдается большой размах в разнице скоростей между лидирующим и ведомым автомобилями. Это показывает на повышенную вероятность столкновений с ударом сзади. При этом возникает вопрос о специфике зоны, лежащей между этими расстояниями. Сходными характеристиками может обладать только инертная зона дилеммы, представляющая наибольшую опасность для водителей при подъезде к РПК на желтый сигнал светофора.

Графики зависимостей и их характеристики, исследуемые в данной статье, были построены (определены) с помощью графического пакета Origin Graph (пример графической зависимости приведен в работе [3, с. 31]). В таблицах 2 и 3 представлены результаты обработки зависимостей дистанции и временного интервала от

мгновенных скоростей соответственно.

Помимо предположения о форме регрессионной зависимости между исследуемыми случайными величинами и нахождения его параметров требуется также оценить, насколько удачно выбранное уравнение регрессии объясняет (предсказывает) существующую зависимость между величинами. Основной числовой характеристикой, определяющей меру линейной регрессионной зависимости между величинами, то есть, ее близость к линейной функциональной зависимости, является коэффициент корреляции. Его оценка является случайной величиной, так как для различных выборок одной и той же пары величин она может принимать различное значение. Поэтому необходимо проверять значимость отличия оценки коэффициента от нуля [4, с. 216].

Проверка значимости позволяет сделать вывод либо о существенности описания зависимости уравнением регрессии, либо о том, что данное уравнение практически никак не определяет существующую зависимость между случайными величинами, а ненулевое значение оценки коэффициента обусловлено лишь случайностью выборки.

Чтобы сделать статистический вывод о значимости оценок и о состоятельности уравнения регрессии необходимо сравнить полученные значения критериев Стьюдента и Фишера с табличными значениями [4, с. 312]. Только затем можно утверждать, что выбранные уравнения можно использовать в дальнейших исследованиях.

По результатам анализа параметров в таблицах можно сделать следующие выводы:

– по мере приближения к стоп-линии оценки коэффициентов корреляции указывают на наличие средней (150 м), тесной (100 и 50 м) и опять средней (при пересечении стоп-линии) линейных зависимостей между дистанцией и скоростями (таблица 2);

– по мере приближения к стоп-линии оценки коэффициентов корреляции указывают на наличие умеренной (150 и 100 м) и тесной (50 м и при пересечении стоп-линии) линейных зависимостей между временным интервалом и мгновенными скоростями (таблица 3);

Таблица 2. Определение параметров, характеризующих зависимости дистанции от скоростей

Виды зависимости		Расстояние до стоп-линии	Параметры, характеризующие зависимость			
			Коэффициент корреляции	Критерий Стьюдента	Критерий Фишера	Уравнение регрессии
Зависимость дистанции	от скорости лидирующего автомобиля	при пересечении стоп-линии	0,65	8,47	72,58	$Y=4,76+0,376X$
		50 м до стоп-линии	0,83	14,73	222,83	$Y=3,87+0,531X$
		100 м до стоп-линии	0,79	12,76	162,15	$Y=2,21+0,639X$
		150 м до стоп-линии	0,54	6,35	41,28	$Y=4,38+0,474X$
	от скорости ведомого автомобиля	при пересечении стоп-линии	0,64	8,25	69,03	$Y=4,82+0,377X$
		50 м до стоп-линии	0,83	14,73	215,87	$Y=3,87+0,548X$
		100 м до стоп-линии	0,80	13,20	169,64	$Y=2,40+0,639X$
		150 м до стоп-линии	0,51	5,87	34,59	$Y=4,70+0,458X$

Таблица 3. Определение параметров, характеризующих зависимости временного интервала от скоростей

Виды зависимости		Расстояние до стоп-линии	Параметры, характеризующие зависимость			
			Коэффициент корреляции	Критерий Стьюдента	Критерий Фишера	Уравнение регрессии
Зависимость временного интервала	от скорости лидирующего автомобиля	при пересечении стоп-линии	0,77	11,95	145,18	$Y=1,55-0,073X+0,001X^2$
		50 м до стоп-линии	0,70	9,70	93,11	$Y=1,70-0,101X+0,003X^2$
		100 м до стоп-линии	0,33	3,46	11,79	$Y=1,34-0,069X+0,002X^2$
		150 м до стоп-линии	0,32	3,34	11,15	$Y=-0,06+0,246X-0,019X^2+0,0005X^3$
	от скорости ведомого автомобиля	при пересечении стоп-линии	0,79	12,76	163,76	$Y=1,59-0,082X+0,001X^2$
		50 м до стоп-линии	0,75	11,22	123,02	$Y=1,84-0,134X+0,004X^2$
		100 м до стоп-линии	0,42	4,58	20,71	$Y=1,87-0,198X+0,013X^2-0,0003X^3$
		150 м до стоп-линии	0,40	4,32	18,88	$Y=1,45-0,067X+0,001X^2$

— оценив значимость критериев Стьюдента и Фишера, приходим к выводу, что все полученные уравнения можно использовать в дальнейших исследованиях;

— большой размах между значениями параметров на расстояниях 50 м и при пересечении стоп-линии показывает на особенность и специфичность этой зоны, поэтому можно предположить, что именно в ней находится инертная зона дилеммы (таблица 2);

— по мере приближения к стоп-линии динамика всех параметров, характеризующих зависимость временного интервала от скоростей, становится значительнее. Это характеризует повышенную чувствительность временного интервала к мгновенным скоростям как лидирующего, так и ведомого автомобилей, что, в свою очередь, показывает на опасность применения резкого торможения.

Литература:

1. Ходоскин, Д.П. Влияние величины переходного интервала регулирования на аварийность в попутном потоке. / Д.П. Ходоскин. Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XVII Междунар. (двадцатой Екатеринбургской) науч.-практ. конф. (16–17 июня 2011 г.) / науч. ред. С.А. Ваксман. — Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2011. — 327 с. С. 196–201.
2. Ходоскин, Д.П. Определение дистанции между автомобилями, следующими в попутном направлении и их мгновенных скоростей. / Д.П. Ходоскин. Построение зависимостей между данными параметрами. Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения : международный сборник научных трудов / под ред. П.А. Пегина. — Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. — № 10. — 526 с. С. 278–286.
3. Ходоскин, Д.П. Методика измерения мгновенной скорости лидирующего и ведомого автомобилей и дистанции между ними. Оценка полученных результатов. / Д.П. Ходоскин. Вестник Белорусского Государственного Университета Транспорта №2 / 2010. Научно-практический журнал. Гомель, Изд-во УО «БелГУТ», 2010 г. — 166 с. С. 27–32.
4. Шевченко, Д.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб.-метод. пособие для студентов электротехнических специальностей. / Д.Н. Шевченко. — Гомель: УО «БелГУТ», 2006. — 318 с.

Расчет характерной площади космического аппарата

Шилко И.И., аспирант

Сибирский государственный аэрокосмический университет им. акад. М.Ф. Решетнева

Объяснена необходимость расчета характерной площади. Сформулирована методика расчета характерно площади. Описан ход создания модели поверхности современного космического аппарата. Представлены алгоритмы ускорения вычислительного процесса и результаты их применения.

Ключевые слова: характерная площадь, модель поверхности, коэффициент отражения, элементарная площадка, затенение, ускорение вычислительного процесса, постоянная характерная площадь.

Спутниковые радионавигационные системы, наряду с системами мобильной связи, стали неотъемлемой частью человеческой деятельности. Технологии спутникового координатно-временного обеспечения используются в различных технических системах, быту, науке и образовании. Важность проблем глобального координатно-временного обеспечения регулярно подчеркивается руководством России.

Российская спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС обеспечивает высокую точность и надежность навигационного обеспечения подвижных объектов и позволяет круглосуточно обслуживать неограниченное количество потребителей в глобальном масштабе. К настоящему времени потенциальные возможности спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС, в которой заложены научные идеи конца 70-х годов начала 80-х годов прошлого века, практически исчерпаны. В то же время, требования предъявляемые пользователями к точности навигационных определений постоянно растут. В системном проекте на модернизацию системы ГЛОНАСС одним из направлений увеличения точности навигационно-временных определений и повышения эффективности использования системы ГЛОНАСС является совершенствование учета давления, оказываемого на поверхность космического аппарата (КА) тепловым полем Земли, а так же прямым и отраженным от Земли солнечным светом [1]. Одним из этапов такого совершенствования является повышение точности расчета характерной площади КА.

Характерная площадь — реальная площадь проекции КА (умноженная на коэффициенты отражения незатененных элементов) на плоскость, перпендикулярную заданному направлению. Характерная площадь является одним из основных компонентов влияющих на точность учета ускоряющих возмущений вызванных тепловым полем Земли, прямым и отраженным от Земли солнечным светом.

Во время движения КА по орбите ориентация его корпуса относительно Солнца и солнечных батарей относительно Земли постоянно меняется. КА имеет сложную конструкцию, имеющую ряд подвижных элементов. Внешняя поверхность включает множество элементов с различными формами и коэффициентами отражения. В связи с чем, определение характерной площади становится сложной задачей [2].

Для расчета характерной площади КА была разработана методика. Её суть состоит в том, что все видимые элементы КА представляются как совокупность элементарных поверхностей. Каждая элементарная поверхность должна состоять из материалов с одним коэффициентом отражения. Поверхности подбираются таким образом, чтобы описание было наиболее точным. После того, как КА разделен на элементарные поверхности, каждая из них разбивается на элементарные площадки. Определяется размер элементарной площадки, их количество для каждой элементарной поверхности, координаты её центра и площадь. Количество площадок, на которые предполагается разбить элементарную поверхность, определяется заранее, исходя из принципа, чем меньше площадка, тем выше точность расчетов, но больше его время. После разбиения КА на элементарные площадки задается направление воздействия на КА. Каждая элементарная площадка проверяется на затенение всеми элементарными поверхностями согласно данному направлению. После чего определяется площадь проекции на плоскость перпендикулярную направлению падения света каждой не затененной площадки. Полученное значение площади умножается на соответствующий коэффициент отражения и суммируются. Вычисленное значение характерной площади используется для определения воздействий со всех требуемых направлений, с учетом затенения Землей и Луной.

Для реализации данной методики разработан программный комплекс (ПК).

Разбиение производится на основе модели внешней поверхности КА созданной в системе автоматизированного проектирования CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) [3]. В модели поверхности обозначается точка центра масс КА, относительно которой установлена система координат и производятся сборка и измерения всех элементов модели. Разработка модели поверхности производится в натуральную величину.

Для наиболее точного описания КА ГЛОНАСС-М были выбраны следующие типы поверхностей: прямоугольник, треугольник, цилиндр (с пустыми основаниями), часть цилиндра (с пустыми основаниями), конус (с пустым основанием), усеченный конус (с пустыми основаниями), окружность, часть окружности, сфера, часть сферы (с

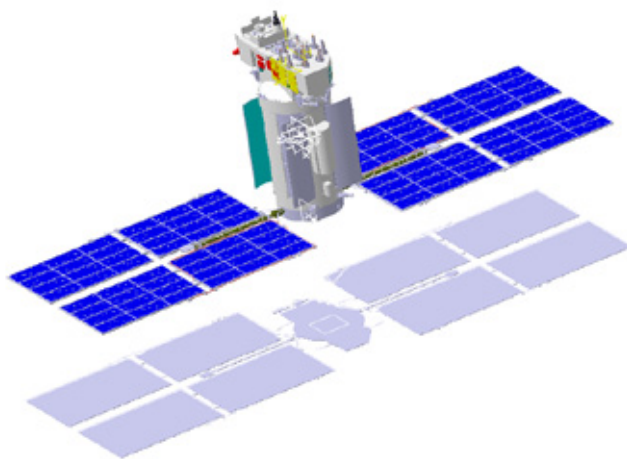


Рис. 1. Проекция КА

пустым основанием), кольцо, часть кольца. Используемая модель КА включает около 1500 поверхностей различного типа. Для проведения расчетов исходные данные (ИД) каждой поверхности необходимо загрузить в ПК. Для их формирования используются средства системы САПР. КА ГЛОНАСС-М имеет больше 10 модификаций, для каждой из которых создана своя модель поверхности и сформирован массив ИД.

Кроме получения ИД для расчетов, модель поверхности применяется для проверки и отладки ПК. Система САПР позволяет проверить значение площади проекции для любого направления воздействия [3]. С помощью модуля Drawing строится проекция для заданного направления воздействия и измеряется её площадь, рисунок 1.

Для определения характерной площади каждая элементарная площадка проверяется на затенение всеми поверхностями согласно вычисленному направлению воздействия. Для затененной площадки ставится соответствующий признак, и она больше не проверяется с текущего направления. Далее находится проекция каждой незатененной площадки на плоскость, перпендикулярную вектору воздействия, и определяется площадь этой проекции, которая при необходимости представляется в графическом виде.

Для повышения точности расчета характерной площади необходимо уменьшить размер элементарных площадок, на которые разбивается модель поверхности КА. Это увеличивает время необходимое для проведения расчетов. При размере элементарной площадки 25мм^2 модель поверхности КА разбивается на 6млн. площадок. При этом время единичного расчета (для одного направления) на ПВМ Intel (R) Core2 Duo CPU E4500 2.2 ГГц, с операционной системой Microsoft Windows XP составляет 3 мин, 24 сек. Интервал повторяемости для каждого из 24 КА группировки ГЛОНАСС составляет 8 суток [1]. Для каждого аппарата с дискретностью 5 мин необходимо учесть воздействие с 3х направлений. При такой скорости единичного расчета для проведения необходимых вычислений может потребоваться 9815 часа или 408 дней. В

связи с этим возникла необходимость произвести ускорение ПК.

Средствами операционной системы с использованием пакетов Microsoft Visual C++ 6.0 и Microsoft Visual C++ 2005, для определения самых используемых частей ПК был произведен анализ [4]. Для этого в код ПК были добавлены компоненты позволяющие определить время работы любой из частей ПК. В результате анализа было установлено, что самыми нагруженными являются функции проверки затенения. В связи с чем, основные изменения и дополнения, включающие доработку алгоритмов расчета и программного кода, добавление новых компонентов, применения более скоростной персональной вычислительной машины и использования языка программирования Assembler производились для операций проверки затенения.

Перед началом основной проверки проводится этап предварительного затенения. Положение всех поверхностей проверяется относительно вектора воздействия. Поверхности, не видимые с данного направления, считаются полностью затененными и в дальнейших расчетах не используются.

Перед началом основной процедуры затенения производится проверка взаимного расположения поверхностей. Проверяется взаимное расположение предположительно затеняемой и затеняющей поверхностей. Если предположительно затеняемая поверхность находится перед затеняющей, или их проекции на плоскость, перпендикулярную вектору воздействия, не пересекаются, то все принадлежащие затеняемой поверхности элементарные площадки не проверяются на затенение.

Для прямого солнечного света характерная площадь БС будет постоянна. Для учета теплового поля Земли постоянной будет площадь всей поверхности КА (кроме БС). При проведении множественных расчетов эти площади рассчитывается только первый раз.

Для анализа применения алгоритмов ускорения вычислительного процесса был произведен контрольный вариант расчетов. Расчеты проводились для одного НКА на

Таблица 1. Результаты применения алгоритмов ускорения

Размер элементарной площадки, мм ²	Затраченное время, с		Погрешность определения характерной площади, м ²
	с алгоритмами ускорения	без алгоритмов ускорения	
2500	272	3984	~2.2
100	5088	96880	~0.1

8 сутках (интервал повторяемости) с дискретностью 10 мин. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы совместное применение алгоритмов ускорения позволяет ускорить вычислительный процесс приблизительно в 16 раз. Алгоритмы ускорения

позволяют использовать при расчетах элементарную площадку размером 100мм² вместо 2500мм², затратив при этом практически одно и тоже время. Это позволило снизить погрешность определения характерной площади с 2.2м² до 0.1м².

Литература:

1. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС/ В.А. Болдин, В.И. Зубинский, Ю.Г. Зурбов. — М.: ИПРЖР, 1998. — 400 с.
2. Жданюк, Б.Ф. Основы статистической обработки траекторных измерений/Б.Ф. Жданюк.-М.: Сов. радио, 1978. — 384 с.
3. Assemble Design / Dassult Systemes 2002 г. 105 с.
4. Язык СИ++/ В.В. Подбедельский. Финансы и статистика 2002 г. — 560 с.

Совершенствование диагностирования подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей

Янучков М.Р., заведующий лабораториями
Оренбургский государственный университет

В современных условиях при эксплуатации автомобильного транспорта актуальным является решение научных и практических задач совершенствования методов и средств технического обслуживания, сервиса и ремонта автотранспортных средств с целью повышения эффективности транспортного обслуживания и минимизации затрат и ресурсов. На уровень работоспособности парка и затраты на его поддержания значительное влияние оказывает система технической эксплуатации автомобилей.

Особое внимание уделяется поддержанию работоспособности автомобильных двигателей. Так, для автобуса среднего класса на долю двигателей приходится 16...20 % отказов, для устранения которых средняя трудоемкость составляет 3,5 чел-ч или 36...40 %, затраты на запасные части 42 %, простои в ремонте 37 %. Одним из основных механизмов автомобильных двигателей, требующих значительных затрат на устранение их последствий и снижающих коэффициент технической готовности автомобилей, является кривошипно-шатунный механизм, дающий 10—30% отказов и в котором на долю шатунных и коренных подшипников коленчатого вала приходится 30—40 % отказов по причине износа [2].

Существующие методы и средства диагностирования подшипников коленчатого вала не позволяют достоверно

осуществлять контроль их функционирования и устанавливать степень нарушений функций в эксплуатации. Следствием этого является неопределенность в установлении требуемой периодичности и содержания профилактических и ремонтных воздействий для поддержания работоспособного состояния, а не обнаружение катастрофического состояния нередко приводит к аварийным остановкам двигателя, преждевременному ремонту и, как следствие, дополнительным затратам. Решение данной проблемы возможно с позиций функциональной диагностики подшипников на основе анализа режима смазки в них при эксплуатации двигателя.

В связи с этим, разработки в области обеспечения работоспособности автомобильного транспорта, связанные с совершенствованием технической и методологической базы диагностирования подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей, являются актуальными.

Объектом настоящего исследования являлось изменение технического состояния подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей в эксплуатации. Предметом исследования — закономерности режима смазки в подшипниках коленчатого вала при эксплуатации автомобильного двигателя типа 8Ч9,2/8,0 (ЗМЗ—5234.10).

Цель работы состояла в повышении долговечности автомобильных двигателей за счет совершенствования диагностирования подшипников коленчатых валов в эксплуатации.

Для повышения объективности оценки, эффективности обнаружения и установления степени нарушений функции подшипников предлагается использовать функциональную диагностику на основе измерения параметров режима смазки с помощью электронных средств и электрофизических методов трибомониторинга. Перспективность использования таких средств и методов для диагностики подвижных сопряжений машин показана в практических разработках приборов моделей КДТ-1, САДТ-1, АММ-10, «Кронверк 7607» и др. [3, 8]. Однако их использование при диагностировании подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей не получило должного развития ввиду недостаточной разработанности методологической базы.

Представляет практический интерес использовать для функционального диагностирования подшипников коленчатого вала способ определения нарушения жидкостного режима трения подшипников скольжения [1], разработанный Р.Т. Абдрашитовым и Н.Н. Якуниным, заключающийся в определении параметра относительной продолжительности существования смазочного слоя. Дальнейшим развитием этого способа явилась разработка параметра и метода оценки качества смазочного процесса в «эквивалентном подшипнике» автомобильного двигателя, разработанного Р.Ф. Калимуллинским [4, 5]. Данный метод может быть пригоден в решениях задач технического диагностирования подшипников коленчатого вала автомобильного двигателя.

Динамическое состояние смазочного слоя в каждом шатунном и коренном подшипнике коленчатого вала при работе двигателя обуславливается большим количеством случайных факторов, и их влияние на вероятность разрушения смазочного слоя подчиняется нормальному закону распределения. В заданных условиях эксплуатации, например, нагрузочном, скоростном, тепловом режимах работы двигателя, вероятность разрушения смазочного слоя P_d определится по формуле:

$$P_d = \Phi \left(-\frac{\bar{N}_g - \bar{N}}{\sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_{N_g}^2}} \right) \quad (1)$$

где $\Phi(\cdot)$ — интеграл вероятностей Лапласа;

\bar{N}_g , \bar{N} — математические ожидания соответственно предельной несущей способности смазочного слоя и внешней нагрузки на смазочный слой в заданных условиях эксплуатации, Н;

σ_{N_g} , σ_N — среднеквадратические отклонения N_g и N в заданных условиях эксплуатации, Н.

Внешняя нагрузка N на смазочный слой в подшипнике является детерминированно-случайной величиной, значение которой формируется от действия газовых и инерционных сил по углу поворота коленчатого вала и определяется, исходя из положений теории автомобильных

двигателей, прежде всего, крутящим моментом M на коленчатом валу и частотой его вращения n :

$$N = N(M, n). \quad (2)$$

Предельная несущая способность смазочного слоя N_g также является детерминированно-случайной величиной, которая равна максимальной суммарной силе реакции со стороны смазочного слоя, при превышении которой смазочный слой разрушается. Значение N_g формируется, согласно положениям теории гидродинамической смазки подшипников скольжения, от множества конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов:

$$N_g = N_g(l, d, \mu, t_m, n, h_{кр}, \Delta) \quad (3)$$

где l — опорная длина шейки коленчатого вала, мм;

d — диаметр шейки коленчатого вала, мм;

μ — динамическая вязкость масла, Па·с;

t_m — температура масла, °С;

$h_{кр}$ — критическая толщина смазочного слоя, мкм;

Δ — диаметральный зазор в подшипнике, мкм.

Таким образом, вероятность разрушения смазочного слоя подшипника коленчатого вала описывается моделью следующего вида:

$$P_d = P_d(M, l, d, \mu, t_m, n, h_{кр}, \Delta) \quad (4)$$

Анализ эквивалентных электрических схем автомобильных двигателей, в которых переменные сопротивления соответствуют параметрам трения, позволил сделать вывод, что вероятность прохождения электрического тока между блоком цилиндров и коленчатым валом определяется режимом смазки в системе шатунных и коренных подшипников. Эта система подшипников с общим валом рассматривается как один «эквивалентный подшипник» с обобщенными свойствами отдельных подшипников.

Для оценки режима смазки в «эквивалентном подшипнике» использован параметр — «степень нарушения функций подшипников коленчатого вала» E_f , значение которого определяется по следующей формуле:

$$E_f = \sqrt[k+m]{\prod_{i=1}^{k+m} P_{d,i}^{kn} \prod_{j=1}^{j=m} P_{d,j}^{um}}, \quad (5)$$

где $P_{d,i}^{kn}$ — параметр P_d в i -ом коренном подшипнике;

$P_{d,j}^{um}$ — параметр P_d в j -ом шатунном подшипнике;

k и m — соответственно количество коренных и шатунных подшипников коленчатого вала.

Значение параметра E_f изменяется от минимального ($E_{f_{\min}} = 0$), характеризующего установившийся режим жидкостной смазки во всех без исключения подшипниках коленчатого вала, до максимального значения ($E_{f_{\max}} = 1$), при котором хотя бы один подшипник работает в режимах сухого трения или граничной смазки. Промежуточные значения параметра $0 < E_f < 1$ имеют место в условиях переходного смазочного процесса при последовательном во времени чередовании жидкостной и граничной смазок (сухого трения).

Проанализируем, каким образом изменяются параметры модели (5) при эксплуатации автомобильного двигателя. Величины l и d остаются неизменными. Дина-

мическая вязкость масла μ зависит от температурного режима двигателя и соответственно температуры масла t_m , и определяется вязкостно-температурными свойствами масла $\mu(t_m)$, которые, как правило, изменяются в процессе эксплуатации двигателя вследствие старения базовой основы, разбавления топливом и срабатывания присадок. Частота вращения коленчатого вала n и крутящий момент M изменяются в широких пределах в зависимости от нагрузочного и скоростного режимов работы двигателя. Критическая толщина смазочного слоя $h_{кр}$ в период установившегося нормального изнашивания изменяется незначительно. Диаметральный зазор Δ неизбежно увеличивается вследствие изнашивания шеек и подшипников коленчатого вала.

При одинаковых режимах работы, тепловом состоянии двигателя и свойствах моторного масла значения параметров M , n , t_m , $h_{кр}$ и μ в модели (5) являются неизменными и появляется возможность определения значения среднего диаметрального зазора Δ в подшипниках коленчатого вала по параметру степени нарушения функций подшипников E_f , используя зависимость $\Delta = \Delta(E_f)$.

Проведен расчет значений параметра E_f автомобильного двигателя 8 Ч 9,2/8,0 на холостом ходу в диапазоне частоты вращения коленчатого вала от минимально устойчивой $n_{min}=500 \text{ мин}^{-1}$ до повышенной $n_{нов}=2000 \text{ мин}^{-1}$ при идентичном увеличении диаметрального зазора во всех подшипниках от начального значения $\Delta^H=78 \text{ мкм}$ до предельного $\Delta^H=230 \text{ мкм}$.

Анализ полученных результатов показал, что зависимость $E_f(\Delta)$ (рисунок 1) является монотонно-возрастающей, без экстремумов, а среднее значение коэффициента чувствительности $K_u = \frac{dE_f}{d\Delta}$ максимально ($1,0 \text{ мм}^{-1}$) при $n_{min}=500 \text{ мин}^{-1}$ и уменьшается до значений $0,52 \dots 0,50 \text{ мм}^{-1}$ при $n_{нов}=1500 \dots 2000 \text{ мин}^{-1}$. Однако в данном диапазоне частоты вращения скорость изменения параметра $\frac{dE_f}{dn} \rightarrow 0$ (рисунок 2).

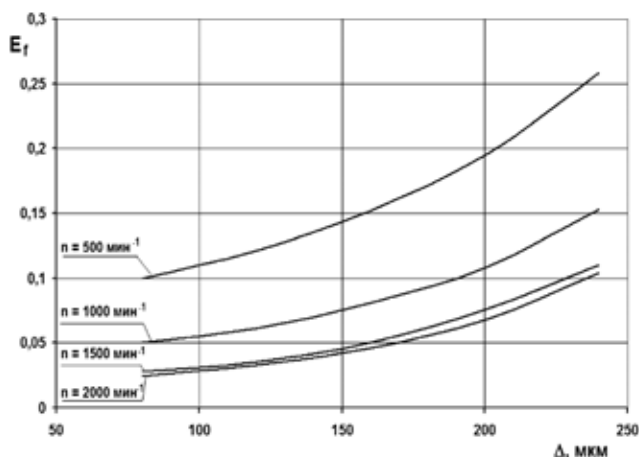


Рис. 1. Зависимости значений параметра E_f от величины среднего диаметрального зазора Δ в подшипниках при разных частотах вращения вала n

На основании проведенных теоретических исследований сделан вывод, что параметр E_f в достаточной мере отвечает требованиям, предъявляемым к диагностическим параметрам, и может быть использован для определения диаметрального зазора в подшипниках коленчатого вала. Выбор частоты вращения при тестовом воздействии на режиме холостого хода определяется по результатам экспериментальных исследований.

В основу экспериментальных исследований положена укрупненная модель, содержащая входные (пробег автомобиля L , зазор Δ , частота n) и выходные (параметр E_f) переменные. Для получения диагностической модели $\Delta = \Delta(E_f)$ проведены две серии опытов по определению закономерностей $E_f = E_f(L)$ и $\Delta = \Delta(L)$.

Объектом экспериментального исследования являлись подшипники коленчатого вала двигателей модели ЗМЗ-5234.10 в составе автобусов ПАЗ-3205, прошедшие обкатку, эксплуатировавшиеся в условиях г. Оренбурга и пригорода, и имевшие пробег на момент испытаний от 3000 до 230000 км без капитального ремонта.

Для исключения влияния свойств масла на результаты испытания опыты проводились после смены моторного масла при ТО-2 в производственных условиях автотранспортного предприятия ЗАО «Автоколонна 1825». Условия испытания соответствовали основным положениям ГОСТ 14846–81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. С изменениями 2003 г.». Двигатель испытывался на режимах холостого хода при разных уровнях частоты вращения коленчатого вала: $n = 1000, 1500, 2000 \text{ мин}^{-1}$. Для замера параметра E_f использовалось разработанное при участии автора средство функционального диагностирования подшипников коленчатого вала — измерительно-вычислительный комплекс «Автоматизированная система оценки смазочного процесса» (АСОСП) (рисунок 3).

Основой АСОСП является устройство для контроля состояния подшипников 14 [6], которое состоит из двух фун-

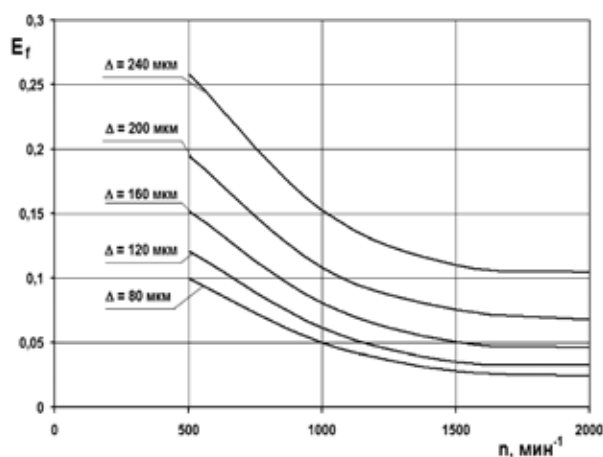
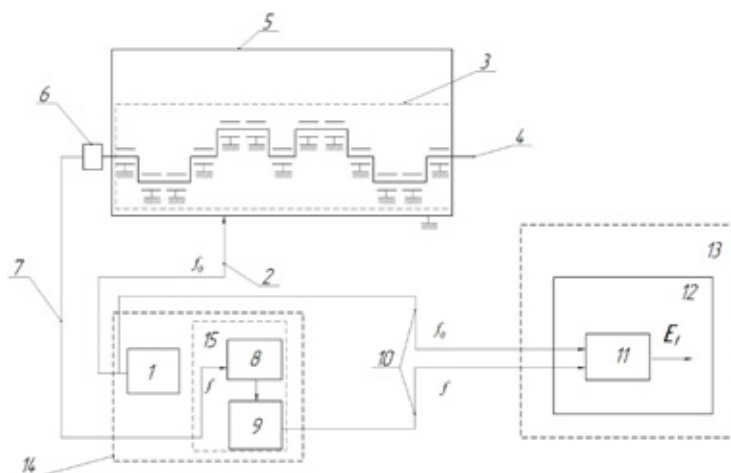


Рис. 2. Зависимости значений параметра E_f от частоты вращения вала n при разных величинах среднего диаметрального зазора Δ в подшипниках



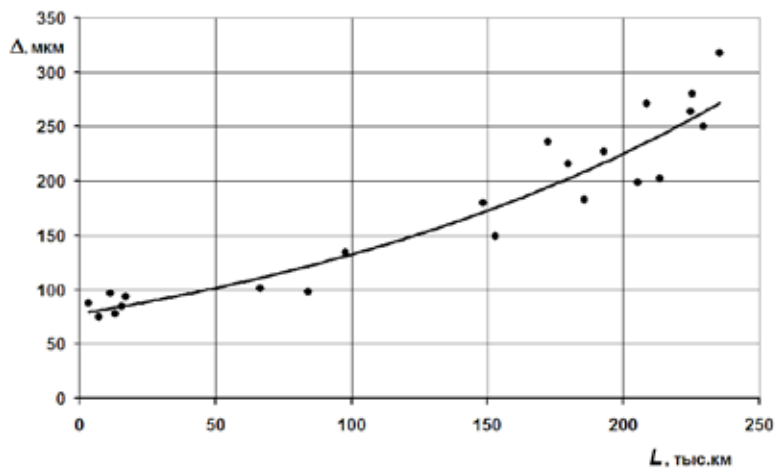


Рис. 4. Зависимость значений среднего диаметального зазора Δ в подшипниках вала от пробега L автобуса ПАЗ-3205

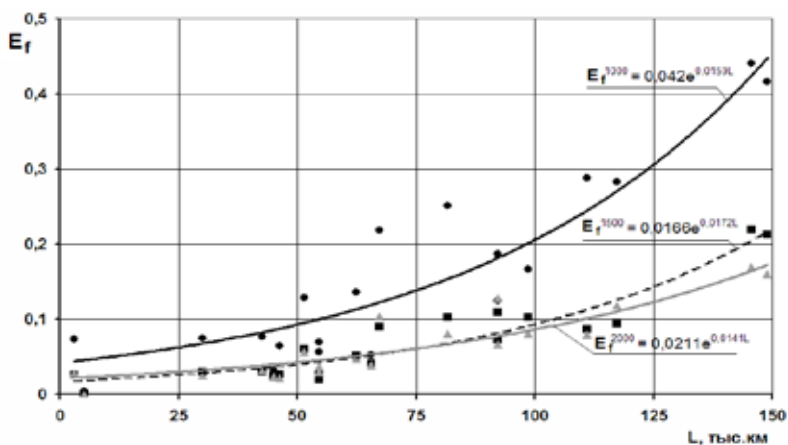


Рис. 5. Зависимости значений параметра E_f от пробега автобуса L при разных частотах вращения вала n

$$E_f = ae^{bL}, \quad (7)$$

где a — коэффициент, $a = 0,0188$;

b — коэффициент интенсивности изменения параметра от пробега, 1/тыс.км,

$b = 0,0157$;

L — пробег автобуса, тыс.км.

Пригодность полученных аппроксимирующих зависимостей $E_f(L)$ и $\Delta = \Delta(L)$ установлена с 95 — процентной доверительной вероятностью по критерию Фишера.

Синтезом зависимостей (6) и (7) получена искомая диагностическая модель степенного вида:

$$\Delta = dE_f^g. \quad (8)$$

где d — коэффициент, $d = 300$ мкм;

g — показатель степени, $g = 0,33842$.

Построенная зависимость $\Delta = \Delta(E_f)$ представлена на рисунке 6.

С учетом технической документации на исследуемый тип двигателей (средние для подшипников значения начального диаметального зазора $\Delta^n = 78$ мкм, допускаемого $\Delta^0 = 140$ мкм и предельного $\Delta^n = 230$ мкм) установлены нормативные значения диагностического параметра

(рисунок 6): начальное $E_f^n = 0,02$; допускаемое $E_f^0 = 0,105$; предельное $E_f^i = 0,46$.

Таким образом, диагностический параметр E_f удовлетворяет следующим требованиям:

- чувствительности — среднее значение коэффициента чувствительности в диапазоне значений структурного параметра от Δ^n до Δ^0 составляет $K_{u,cr} = 2,93$ мм⁻¹;

- однозначности — отсутствует экстремум $dE_f/d\Delta = 0$ функции $E_f = E_f(\Delta)$ в диапазоне от Δ^n до Δ^0 ;

- стабильности — относительная погрешность S_{E_f} менее 5 % при выбранной доверительной вероятности $p = 0,9$;

- информативности — выполняется условие $t = 135 > t_{0,9;382} = 1,64$, что свидетельствует о значимом с вероятностью 0,9 и выше различии между средними значениями параметра при малых пробегах (состояние исправного двигателя) $E_{f,1} = 0,032$ и при больших пробегах (состояние неисправного двигателя) $E_{f,2} = 0,407$;

- квантифицируемости — параметр имеет простой физический смысл — характеризует вероятность разрушения смазочного слоя в подшипниках коленчатого

Таблица 1. Оценка показателей точности и эффективности диагностирования

Показатель	Пробег L , тыс. км	Частота вращения вала, мин ⁻¹		
		1000	1500	2000
Критическое значение критерия Стьюдента $t_{p;n}$		1,64		
Среднее значение параметра $\overline{E_{f,i}}$	46	0,0639	0,0267	0,0210
	149	0,4166	0,2122	0,1605
Среднеквадратическое отклонение $\sigma_{E_{f,i}}$	46	0,0175	0,0121	0,0092
	149	0,1279	0,0256	0,0194
Абсолютная погрешность $\Delta E_f = t_{p;n} \sigma_{E_f} / \sqrt{n}$	46	0,00147	0,00101	0,00077
	149	0,01073	0,00215	0,00163
Относительная погрешность $S_{E_f} = \Delta E_f / \overline{E_f}, \%$	46	2,30	3,81	3,69
	149	2,58	1,01	1,01
Значение среднего диаметального зазора $\Delta = 78e^{0,0053L}$, мкм	46	100		
	149	173		
Коэффициент чувствительности диагностического параметра $K_q = (\overline{E_{f,2}} - \overline{E_{f,1}}) / (\Delta_2 - \Delta_1)$, мм ⁻¹		4,83	2,54	1,91
Теснота связи между диагностическим и структурным параметрами $K'_q = K_q / \sigma_{E_f}$, мм ⁻¹		66,46	134,86	133,71
Расчетное значение критерия Стьюдента $t = (\overline{E_{f,2}} - \overline{E_{f,1}}) / (\sigma_{E_f} \sqrt{1/n_1 + 1/n_2})$		67,05	136,05	134,90

вала в заданных условиях эксплуатации;

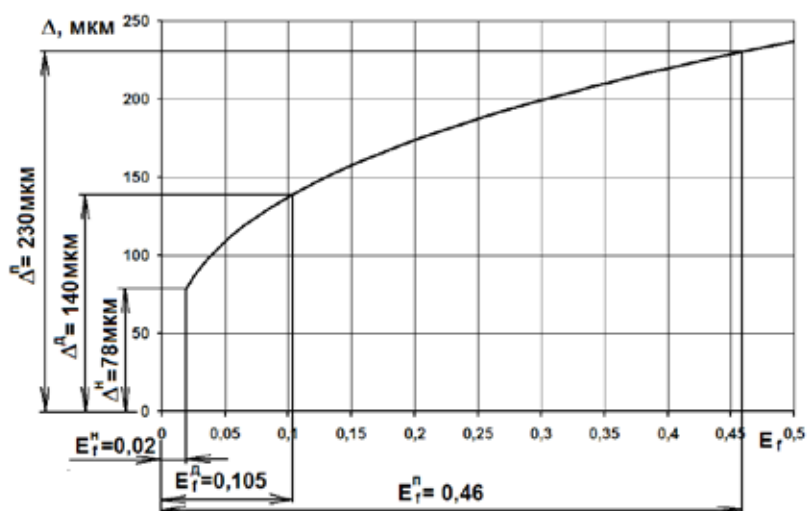
— интегральности — параметр объединяет разные подшипники коленчатого вала в один «эквивалентный подшипник», который обладает обобщенной оценкой параметров смазочного процесса в шатунных и коренных подшипниках;

— количественности — параметр безразмерен и принимает значение от 0 до 1.

Разработан метод диагностирования подшипников коленчатого вала, состоящий из алгоритма (рисунок 7), в котором установлен состав и порядок проведения эле-

ментарных проверок и правила анализа их результатов, а также из правил диагностирования, включающих последовательность и технические требования к выполнению операций диагностирования, указаний по применяемому средству контроля технического состояния, указаний по режиму работы двигателя при диагностировании, указаний по регистрации и обработке результатов диагностирования и выдаче диагноза, а также требований безопасности при проведении диагностирования.

Разработанное диагностическое обеспечение подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей

Рис. 6. Зависимость значений диаметального зазора Δ от параметра E_f

внедрено в ЗАО «Автоколонна 1825» (г. Оренбург) при оценке технического состояния автомобильных двигателей ЗМЗ–5234.10, устанавливаемых на автобусах ПАЗ – 3205.

Установлены количественные значения показателей приспособленности по ГОСТ 26656–85: средняя оперативная продолжительность диагностирования – 0,3 ч.; коэффициент безразборного диагностирования – 1; коэффициент контролепригодности – 0,85.

Определены технико-экономические показатели диагностирования подшипников коленчатого вала автомобильных двигателей ЗМЗ–5234.10: периодичность диагностирования определена по экономико-вероятностному методу согласно РД 50–565–85 и составила 32 тыс. км., что в условиях ЗАО «Автоколонна 1825» составляет $L_d = 33,6$ тыс. км и соответствует пробегу автобуса до третьего ТО-2; удельные затраты на диагностирование составили 360 руб./час; средняя оперативная трудоемкость диагностирования 0,5 чел.-ч.

Расчетный экономический эффект, достигается от предотвращения внезапных аварийных отказов подшипников коленчатого вала, в среднем составил 7360 руб. в год на один автобус.

Таким образом, метод диагностирования подшипников по параметру E_f «степень нарушения функций подшипников коленчатого вала» удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к методам оценки качества объекта:

- гибкости – метод позволяет производить оценку на всех этапах жизненного цикла двигателей;
- универсальности – метод одинаково применим к разным двигателям;
- трудоемкости – метод не требует больших затрат труда и средств на его исполнение;
- оперативности – метод позволяет получать оценку быстро.

Литература:

1. А.с. 1312444 (СССР). Способ определения нарушения жидкостного режима трения подшипников скольжения / Р.Т. Абдрашитов, А.И. Шевченко, Н.Н. Якунин // Открытия. Изобретения. 1987. № 19.
2. Авдонькин, Ф.Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации / Ф.Н. Авдонькин. – М.: Транспорт, 1993. 350 с.
3. Бирюков, Е.Н. Измерительный комплекс оценки технического состояния опор качения и скольжения электро-резистивным методом «Кронверк 7607». / Е.Н. Бирюков, Е.В. Ершов. // Контроль. Диагностика, – 2006. – № 12. – С. 57–58.
4. Калимуллин, Р.Ф. Совершенствование методики оценки качества приработки подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей/Р.Ф. Калимуллин, А.П. Фот, Н.Н. Якунин//Вестник Оренбургского государственного университета, 2006. – № 9. – С. 335–342.
5. Калимуллин, Р.Ф. Теоретическое обоснование нового диагностического параметра двигателя внутреннего сгорания / Р.Ф. Калимуллин // Вестник Оренбургского государственного университета. Приложение «Автотранспортные системы». – 2004. – С. 44–48.
6. Патент RU№66046 U1, МПК G 01 M 13/04. Устройство для контроля состояния подшипников / Р.Ф. Калимуллин, С.Ю. Коваленко, С.Б. Цибизов, М.Р. Янучков (РФ). – №2007112656/22. – Заявлено 04.04.2007 – Решение о выдаче патента от 04.04.2007 г. – Опубл. 27.08.2007 г., Бюл. №24. – 3 с. : ил.



Рис. 7. Алгоритм диагностирования подшипников коленчатого вала

7. Патент RU№70414 U1, МПК Н 01 R 39/64. Ртутный токосъемник / Р.Ф. Калимуллин, С.Ю. Коваленко, С.Б. Цибизов, М.Р. Янучков (РФ). — №2007136773/22. — Заявлено 03.10.2007 — Решение о выдаче патента от 03.10.2007 г. — Оpubл. 20.01.2008 г., Бюл. № 2. — 2 с. : ил.
8. Подмастерьев, К.В. Универсальные электронные средства трибомониторинга. / К.В. Подмастерьев, Е.В. Пахолкин, В.В. Мишин. // Гидродинамическая теория смазки — 120 лет: Труды Международного научного симпозиума, — Орел: ОрелГТУ, — 2006. — С. 267–277.
9. Свид. об отрасл. рег. разработки № 7845 «Программное обеспечение для автоматизированной системы оценки смазочного процесса» / Р.Ф. Калимуллин, С.Ю. Коваленко, С.Б. Цибизов, М.Р. Янучков.; заявитель и обладатель ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет». — №50200700519; зарегист. 12.03.2007. — 3 с.
10. Якунин, Н.Н. Диагностирование подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей по параметрам смазочного процесса / Н.Н. Якунин, Р.Ф. Калимуллин, М.Р. Янучков // Автотранспортное предприятие. — 2009. — № 4. — С. 47–50.

ИНФОРМАТИКА

Организационные аспекты при переходе на виртуальные сервера

Епифанова В.К., аспирант

Волгоградский государственный технический университет

Сегодня нет общего для всех подхода к планированию и внедрению аппаратной виртуализации. В зависимости от того существует ли уже локальная сеть или нет, от масштаба предприятия, необходимо рассчитывать возможные последствия в случае вероятности сбоя, а так же предполагаемые преимущества от внедрения аппаратной виртуализации. Итак, с чего начать организацию миграции на виртуальные сервера? Здесь нелишними будут знания в смежных областях, в частности в области систем хранения данных, потому что при создании кластера серверов данные в кластере размещаются на одном узле, расположенном на внешнем хранилище.

Что представляет собой система хранения данных (далее — СХД)? СХД — это комплексное программно-аппаратное решение по организации надёжного хранения информационных ресурсов и предоставления гарантированного доступа к ним. В случае организации корпоративной СХД следует выделить три архитектуры организации хранения данных:

- Direct Attached Storage (далее — DAS);
- Network Attached Storage (далее — NAS);
- Storage Area Network (далее — SAN).

Устройства DAS (Direct Attached Storage) — решение, когда устройство для хранения данных подключено непосредственно к серверу, или к рабочей станции, как правило, через интерфейс подключения накопителя Fiber Channel, SCSI, eSATA, SAS.

К основным преимуществам DAS систем можно отнести их низкую стоимость (в сравнении с другими решениями СХД), простоту развертывания и администрирования, а также высокую скорость обмена данными между системой хранения и сервером. Собственно, именно благодаря этому они завоевали большую популярность в сегменте небольших корпоративных сетей. В то же время устройство DAS обеспечивает низкую степень консолидации ресурсов — вся ёмкость доступна одному или двум серверам, т.е. организация обмена пакетами данных происходит напрямую через коммуникационное оборудование, т.е. «точка к точке».

Устройства NAS (Network Attached Storage) — отдельно стоящая дисковая система, по сути, сервер, со своей специализированной ОС, освобожденной от всех функций, не связанных с обслуживанием файловой системы и реализацией ввода-вывода данных, NAS системы имеют оп-

тимизированную по скорости доступа файловую систему. Устройства NAS проектируются таким способом, что вся их вычислительная мощь фокусируется исключительно на операциях обслуживания и хранения файлов. Таким образом, в сравнении с традиционными файловыми серверами NAS устройства являются более производительными и менее дорогими. В настоящее время практически все NAS устройства ориентированы на использование в сетях Ethernet (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet) на основе протоколов TCP/IP. Доступ к устройствам NAS производится с помощью наиболее распространенных протоколов доступа к файлам: CIFS, NFS и DAFS.

CIFS (Common Internet File System — общая файловая система Интернет) — протокол, который обеспечивает доступ к файлам и сервисам на удаленных компьютерах и использует клиент-серверную модель взаимодействия. Для транспортировки данных CIFS использует TCP/IP протокол. CIFS позволяет разделять доступ к файлам между клиентами, используя блокирование и автоматическое восстановление связи с сервером в случае сбоя сети.

NFS (Network File System — сетевая файловая система) применяется на платформах UNIX и представляет собой совокупность распределенной файловой системы и сетевого протокола. Протокол NFS обеспечивает доступ к файлам на сервере так, как если бы они находились на клиенте. Для транспортировки данных NFS использует протокол TCP/IP.

DAFS (Direct Access File System — прямой доступ к файловой системе) — это протокол файлового доступа, который основан на NFS. Данный протокол позволяет прикладным задачам передавать данные в обход операционной системы и ее буферного пространства напрямую к транспортным ресурсам. DAFS проектировался с ориентацией на использование в кластерном окружении для баз данных и web-приложений, ориентированных на непрерывную работу. Протокол поддерживает механизмы восстановления работоспособности системы и данных, что делает его привлекательным для использования в NAS системах.

Резюмируя вышеизложенное, NAS системы можно рекомендовать для использования в гетерогенных сетях среднего размера.

Устройства SAN (Storage Area Network) — это программно-аппаратный комплекс, организующий

выделенную сеть, интегрированную в LAN (или WAN), объединяющий устройства хранения данных с серверами приложений, строится на основе протоколов Fiber Channel, iSCSI, SAS. При этом важно, что трафик внутри SAN сети отделен от IP трафика LAN, что позволяет снизить загрузку локальной сети. Концепция построения топологии сети хранения данных базируется на тех же принципах, что и традиционные локальные сети на основе коммутаторов и маршрутизаторов, коммутационные фабрики Fiber Channel с неблокирующей архитектурой позволяют реализовать одновременный доступ множества серверов к устройствам хранения данных. К преимуществам технологии SAN можно отнести высокую производительность, высокий уровень доступности данных, отличную масштабируемость и управляемость, возможность консолидации и виртуализации данных, т.к. в отличие от NAS, SAN не имеет понятия о файлах: файловые операции выполняются на подключенных к сети SAN серверах. Следует отметить, что процесс консолидации данных невозможен в случае использования других технологий, как, например, при применении DAS устройств, то есть СХД, непосредственно подсоединяемых к серверам.

Практически единственным недостатком SAN на сегодня остается относительно высокая цена компонент, но при этом общая стоимость владения для корпоративных систем, построенных с использованием технологии СХД, является довольно низкой.

Одним из важнейших этапов реорганизации корпоративной сети (далее — КС) является этап расчёта показателей надёжности её функционирования, причём хорошее качество проектирования избавляет от дополнительных материальных и временных затрат на устранение ошибок на стадии эксплуатации. С усложнением программно-аппаратных комплексов, применяемых для реализации конкретной КС, возникает необходимость в оценке показателей надёжности и эффективности таких систем. На сегодняшний момент наиболее эффективными при анализе надёжности являются абстрактные модели, построенные не на основе конкретных аппаратных единиц, а на базе логических подсистем, реализующих конкретные функции в работе сети. На первом этапе проектирования данные модели позволяют определить оптимальную надёжность логических подсистем. Но на последующих этапах проектирования для перехода от абстрактных функциональных блоков в модели надёжности к более конкретным подсистемам, которые могут быть доведены до программно-аппаратной реализации.

Рассмотрим вероятность того, что система, находясь в момент времени $t_0 = 0$ в момент времени t окажется в нерабочем состоянии, т.е. откажет. Вероятность отказа здесь обозначим через Q_0 . Будем считать, что $\zeta(t)$ — функция распределения времени восстановления i -го элемента; $\zeta(t) = 1 - \exp\{-\lambda_{ii}t\}$ — функция распределения времени работы до отказа i -го элемента. Поведение системы можно описать некоторым случайным процессом $\zeta(t)$. Пространство состояний этого процесса $E = \{0, 1,$

$2, \dots\}$ [1]. Предположим, что в начальный момент времени $\zeta(0) = 0$, т.е. в системе все элементы находятся в работоспособном состоянии. Переход из некоторого состояния $n - l$ в состояние $n - l + 1$ следует рассматривать как отказ одного элемента. В зависимости от того, сколько элементов должны оставаться работоспособными, чтобы вся система находилась в работоспособном состоянии, под отказом системы можно понимать переход:

- из состояния $n - 1$ в состояние n , если для работоспособного состояния системы достаточно, чтобы один элемент находился в рабочем состоянии;

- из некоторого состояния $n - m$ в состояние $n - m + 1$, если система остаётся работоспособной при m работающих элементах.

В частности второму варианту соответствует условие работоспособности центра обработки данных оператора связи, где для нормального функционирования системы, достаточно, чтобы из 1000 серверов работало примерно 950. Преимущество описанной выше схемы заключается в том, что она позволяет легко выделить промежуточные состояния, например, состояние частичного отказа. Оценим характеристики надёжности для данной модели. Время до первого отказа системы оценивается как: $t = \min\{t: z(t) = n | z(0) = 0\}$ [1]. На рис. 1 показаны графики результатов имитационного моделирования системы, состоящей из 50 элементов. Для наглядности элементы считались одинаковыми и под отказом понимался: 1) отказ 40 элементов (отказ в момент τ_1), 2) отказ 30 элементов (момент 2). Из траекторий реализации случайного процесса видно, что оценки времени работы системы до первого отказа и вероятности отказа по монотонной траектории могут быть использованы в качестве нижних границ надёжности.

Рассчитывая надёжность корпоративной сети в процессе перехода на виртуальные сервера, восстанавливаемые в процессе эксплуатации и работающие параллельно в смысле надёжности, всегда надо учитывать возможность как аппаратного, так и программного сбоя. При этом если на кластере организовывается несколько виртуальных машин, то надёжность повысится, т.к. в случае аппаратного сбоя на сервере его роли примут на себя другие сервера кластера, а в случае программного сбоя гостевой ОС время восстановления будет значительно меньшим.

Большинство «mission critical» приложений не являются кроссплатформенными, разрабатываются для работы под управлением ОС Windows и развертываются на «родительских» ОС, т.к. существует распространенное мнение, что нет возможности выделить серверной гостевой ОС под управлением Windows более восьми виртуальных процессорных устройств. Сравнивая возможности актуальных на данный момент гипервизоров, следует отметить важное нововведение на базе гипервизора VMware. Технология VMware multicore virtual CPU позволяет управлять количеством ядер в виртуальных CPU, один виртуальный процессор может иметь несколько ядер. Эта возможность позволяет операционным системам исполь-

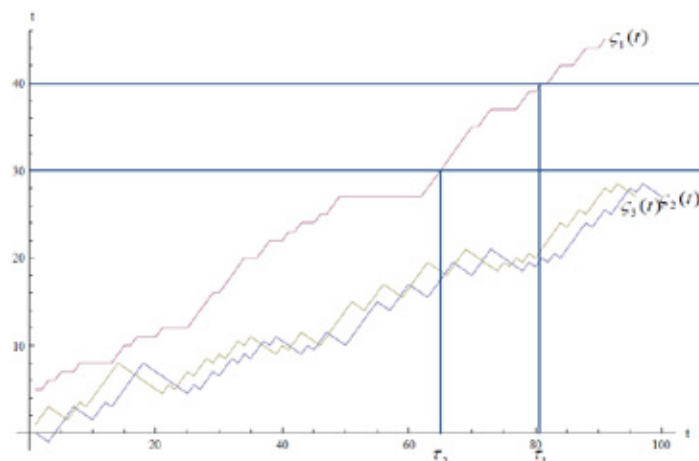


Рис. 1. График траектории случайного процесса

зовать больше ядер CPU, что повышает общую производительность виртуального сервера.

Последняя из сложностей при внедрении виртуализации заключается в том, что далеко не всегда специалисты в области информационных технологий знакомы с областью аппаратной виртуализации, а высший менеджмент, одобряющий затраты на внедрение этой технологии, требует стабильного функционирования критичных приложений. Но не только это требование является резонным желанием руководства, привыкшего объясняться на языке презентаций и отчетов, желание знать какие затраты понесет предприятие и какую прибыль это даст —

вот основное требование, вследствие которого затраты на ИТ-бюджет неизменно оптимизируются «по полной» Все, в конце концов, сводится к тому, чтобы воспользоваться экономическими выгодами от виртуализации, при этом, получая более гибкую и подвижную инфраструктуру. Если инфраструктура ЛВС уже отлажена и работает стабильно, то ИТ-специалист сталкивается с вопросом руководства «Зачем нам это надо?», «Будут ли виртуальные сервера работать так же надежно, как и физически существующие?» и главная задача ИТ-специалиста — рассчитать и обосновать, что надежность и эффективность системы возрастают и затраты окупаются.

Литература:

1. Воронцов Ю.А. Обеспечение надежности корпоративных сетей операторов связи / Ю.А. Воронцов, Э.Ю. Калимулина: Вестник связи. — 2004. — №10.4.
2. Лукьянов В.С. Модели топологических структур проводных телекоммуникационных сетей: монография / В.С. Лукьянов, Д.Г. Владнев, А.В. Старовойтов; ВолгГТУ — Волгоград, 2006. — 176 с.
3. Перегуда А.И. Математическая модель надёжности информационных систем / А.И. Перегуда, Р.Е. Твердохлебов: Методы менеджмента качества. — 2004. — №6.
4. Черкесов Г.Н. Надёжность аппаратно-программных комплексов. — Спб.: Питер, 2005.
5. Russia.emc.com: официальный сайт компании EMC2 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://russia.emc.com/>, свободный. — Загл. с экрана.
6. Netapp.com: официальный сайт компании Netapp [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.netapp.com/ru/>, свободный. — Загл. с экрана.
7. Vmware.com: официальный сайт компании VMware [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vmware.com/ru/>, свободный. — Загл. с экрана.

ЭКОЛОГИЯ

Характеристика земельного фонда республики Хакасия

Швабенланд И.С., кандидат биологических наук, доцент; Яброва Ю.И., аспирант
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова

The Characteristic of Ground Fund of Republic Khakassia

Irina Shvabenland, Cand.Biol.Sci., the senior lecturer of chair of ecology and geography

Yulia Yabrova, The post-graduate student of 1 cours
Khakass state university of N.F. Katanova

Работа содержит информацию о рельефе, особенностях климата, почвах и т.д. Республики Хакасия. В статье приводится характеристика общего земельного фонда Республики Хакасия. Общий земельный фонд разделяют по категориям занятости: сенокосы, пастбища, сельскохозяйственные угодья, техногенно нарушенные земли и т.д. Земельный фонд Республики Хакасия изменяется по годам и по категориям назначения.

Ключевые слова: земельный фонд, сенокосы, пастбища, сельскохозяйственные угодья, пашни, залежи, нарушенные земли, гумус, осолонцевание и т.д.

Work contains the information on a relief, features of a climate, soils etc. Republics Khakassias. In article the characteristic of the general ground fund of Republic Khakassia is resulted. The general ground fund divide on employment categories: haymakings, pastures, agricultural Dwellings, the broken earths etc. the Ground fund of Republic Khakassia changes on years and on appointment categories.

Республика Хакасия — горная страна Центральной Азии на юге Сибири с девятью природно-климатическими зонами и территорией в 61,9 тыс. км² (0,4% территории Российской Федерации), 1/5 которой представляют лесостепи и степи. Располагает значительными минеральными, водными и лесными ресурсами, развитой промышленностью и уникальными природно-ландшафтными образованиями экосистем от полупустынь до высокогорных альпийских лугов и тундр. Здесь удивительным образом сочетаются богатства подземных кладовых, неповторимые ландшафтные комплексы, обилие целебных озёр, разнообразный растительный и животный мир [1].

Принимая активное участие в сохранении уникального природного достояния, Республика Хакасия в то же время вносит весомый вклад в экономическое развитие страны. Прежде всего, речь идёт о горнодобывающей отрасли [2]. Процессы гумусообразования техногенных ландшафтов Республики Хакасия в зависимости от временной стадии формирования растительных сукцессий и накопления органического вещества рассмотрены незначительно.

В связи с этим основная цель работы состояла в изучении общего земельного фонда Республики Хакасия.

Объект и методы исследования. Объектами исследования явились земли, распределённые по категориям назначения и использования. В ходе исследований использовались сравнительно-аналитический метод и метод статистической обработки данных.

Результаты и обсуждения. Республика Хакасия — один из старейших горнорудных районов на востоке России. Всего государственным балансом по Республике учитывается 166 месторождений. Общая площадь земельного фонда — 6156,9 тыс. га. Наибольшую площадь земель сельскохозяйственного назначения занимают чернозёмы различной гумусированности (в основном слабогумусные).

Изучая земельный фонд Республики Хакасия, мы пришли к следующим результатам: в общей площади Хакасии сельскохозяйственные угодья занимали 30,1% или 1621,4 тыс. га. Из них на долю пашни приходилось 263,9 тыс. га, сенокосов — 322,6 тыс. га и пастбищ — 1034,9 тыс. га. К 1955 площадь пашни увеличилась на 84% и составляла 776 тыс. га. В 1991 году Земельный фонд исчислялся 6159,9 тыс. га. Из них сельскохозяйственные угодья занимали 1906,8 тыс. га, или 31,0% общей площади республики.

В составе сельскохозяйственных угодий пашня занимала площадь — 733,4 тыс. га, сенокосы — 170,6 тыс. га, пастбища — 999,2 тыс. га. На первое января 2004 года земельный фонд составлял 6156,9 тыс. га. Сельскохозяйственные угодья занимают площадь в 1921,0 тыс. га, или 31,2%, из них пашни — 687,7 тыс. га, залежи — 40,4 тыс. га, сенокосов — 160,3, пастбищ — 1025,2 и многолетних насаждений — 7,4 тыс. га (рис. 1 А) [2]. В период с 2005 по 2010 года площадь сельскохозяйственных угодий

увеличилась и в 2010 году составила 1986, 4 тыс. га или 32,26 %, из них пашни — 596,4 тыс. га, залежи — 54,3 тыс. га, сенокосов — 158,8 тыс. га, пастбищ — 1121,5 тыс. га и многолетних насаждений — 55,4 тыс. га (рис. 1 Б).

Основная доля сельскохозяйственных угодий сосредоточена в категории земель сельскохозяйственного назначения — 81,5%, на территории земель лесного фонда — 5,7%, землях запаса — 9,6%. Площади нескольких угодий входят земли под поверхностные водные объекты — 144,4 тыс. га, под лесами и древесно-кустарниковой растительностью — 3312,1 тыс. га, застройки — 30,3 тыс. га. Под дорогами — 39,0 тыс. га, нарушенные земли — 8 тыс. га и использованные земли (овраги, пески, полигоны отходов, свалки, консервации) — 701,8 тыс. га и в стадии восстановления плодородия находится 0,3 тыс. га земель (рис. 2).

Из общей площади нарушенных земель нарушено при разработке минеральных полезных ископаемых 7,5 тыс. га (93,6%), при строительстве и торфоразработках — 0,5 тыс. га (6,4%) [3].

Площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет 1790,1 тыс. га. Сюда относятся земли, предоставленные различным сельскохозяйственным предприятиям, обществам, государственным и муниципальным унитарным предприятиям, научно-исследовательским учреждениям. В нее входят также земельные участки, предоставленные гражданам для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства, огородничества, сенокосения,

выпаса скота, земли, выделенные казачьим обществам и т.д.

В составе земель сельскохозяйственного назначения сельскохозяйственные угодья занимают площадь 1566,2 тыс. га, или 87,5%. Не сельскохозяйственные угодья — земли под зданиями, сооружениями, дорогами, защитными древесно-кустарниковыми насаждениями, замкнутыми водоемами, а также земельными участками, предназначенными для обслуживания сельскохозяйственного производства.

В структуру сельхозугодий на долю пашни приходится 604,6 тыс. га (38,6%). Природные кормовые угодья (сенокосы и пастбища) занимают 920,9 тыс. га (58,7%), залежь — 39,2 тыс. га (2,5%) и многолетние плодовые насаждения — 2,2 тыс. га (0,1%). Общая площадь орошаемых земель составляет 52,1 тыс. га, осушаемых 3,3 тыс. га. Главными пользователями сельхозугодий являются сельхозпредприятия, организации, граждане, занимающиеся производством сельхозпродукции. Хозяйственные товарищества, общества и производственные кооперативы занимают 912,7 тыс. га сельхозугодий.

Государственные и муниципальные унитарные сельхозпредприятия хозяйствуют на площади 239,1 тыс. га, научно-исследовательские и учебные заведения на 34 тыс. га сельхозугодий. В собственном владении и пользовании крестьянских (фермерских) хозяйств находится 71,6 тыс. га сельхозугодий. Граждане, занимающиеся

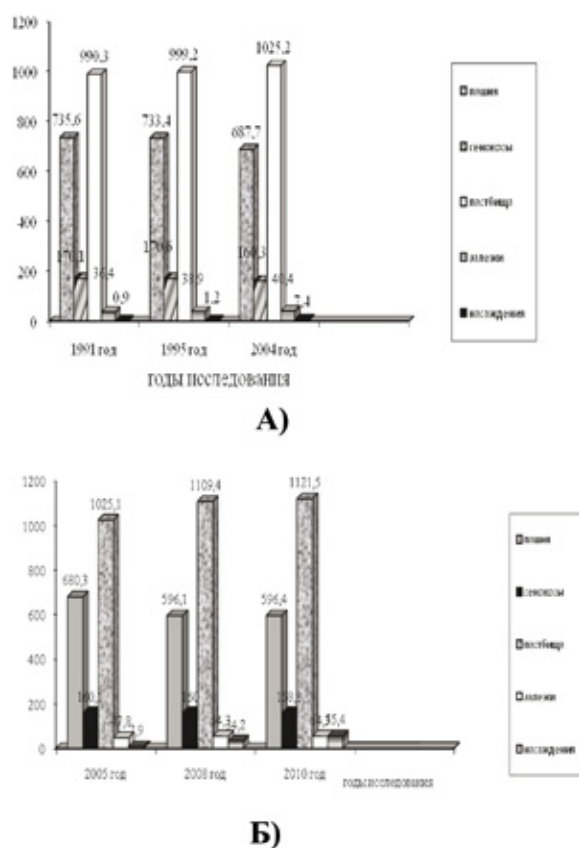


Рис. 1. Изменение земельного фонда (тыс. га): А – 1991–2004 гг.; Б – 2005–2010 гг.

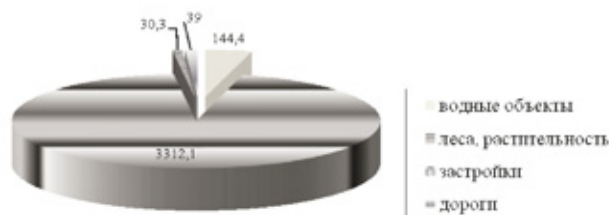


Рис. 2. Распределение земель по категориям назначения, тыс. га

личным подсобным хозяйством, садоводством, животноводством, используют 276,7 тыс. га. В соответствии с действующим законодательством категория земель поселений включает в себя земли, расположенные в пределах черты городских и сельских поселений и занимает площадь 67,9 тыс. га или 1,1 % земельного фонда республики. В структуре земель поселений преобладают сельскохозяйственные угодья — 28,4 тыс. га (41,8 %) и земли застройки — 15,5 тыс. га (22,8 %), парки и сады — 3,6 тыс. га (5,3 %). Общая площадь земель промышленности, энергетики и др. составляет 49,5 тыс. га (рис. 3) [2]. Общая площадь особо охраняемых земель составляет 269,1 тыс. га (земли природно-заповедного назначения — 99,8 % — (268,5 тыс. га); земли оздоровительного назначения — 0,4 тыс. га, памятники истории и культуры — 0,2 тыс. га [3]. Категория земель лесного фонда занимает площадь 3656,6 тыс. га, что составляет 59,4 % площади республики (лесные и нелесные земли). Из площади лесных земель 2724,6 тыс. га покрыто лесами, 331,0 тыс. га — не покрыто. Несмотря на техногенное воздействие существующих и строящихся объектов на окружающую среду, в целом экологическая ситуация в Республике Хакасия несколько лучше, чем в среднем по России. Наибольшую антропогенную нагрузку испытывает территория Абакано-Черногорского промышленного района, где наблюдается высокое загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение подземных вод нефтепродуктами, не решена проблема утилизации промышленных и бытовых отходов. Однако относительно значительная часть площади Хакасии еще остается нетронутой вредным воздействием хозяйственной деятельности.

Статистическая обработка результатов показала, что за прошедшие 25 лет среднегодовые потери гумуса на пахотных землях Хакасии составили 1,6 т /га. Главные по-

тери гумуса вызваны ветровой и водной эрозией почв. В целом по республике ветровой и водной эрозии подвержено 932 тыс. га сельскохозяйственных угодий, засоление и высокая минерализация почв выявлены на 124 тыс. га, осолонцевание — на 59 тыс. га, каменистость — на 398 тыс. га. Помимо природных факторов, влияющих на состояние земель, существуют факторы загрязнения земель продуктами добывающей, перерабатывающей промышленности, коммунально-бытовыми и животноводческими отходами.

Проведенный анализ лабораторных данных социально-гигиенического мониторинга показал, что уровень загрязнения почвы по микробиологическим показателям возрастает. Количество проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям увеличилось с 25,5 % в 2008 г. до 31 % в 2009 г. По паразитологическим показателям 83 % (в 2008 г. — 6,6 %) проб не соответствуют санитарным требованиям. В 2009 году доля проб почвы, не отвечающих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, увеличилась с 6,0 % до 8,3 %. Отмечается увеличение количества проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам в гг. Абакане, Саяногорске, Абазе, Бейском, Боградском районах.

Таким образом, интенсивное развитие природоохранных отраслей может привести к росту техногенной нагрузки на окружающую природную среду. Основные загрязнители природы — энергетика, угольная промышленность и металлургия увеличат выбросы загрязняющих веществ в атмосферу на 40–55 %, сброс сточных вод в водоемы — на 65–70 %, увеличится загрязнение почв на 35–45 %. Затормозится развитие новых производств, снизится рекреационная привлекательность региона. В связи с этим необходима организация достаточно широкого и диф-

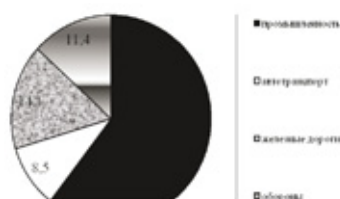


Рис. 3. Распределение земель по категориям использования, %

ференцированного мониторинга для исследования последствий процессов, происходящих при обычном сельскохозяйственном использовании почв, а также при техногенных нагрузках.

Литература:

1. Баева, Л.Н. Экономическая и социальная география Восточной зоны России. — Горно-Алтайск, 2001. 270 с.
2. Отчет о работе Абаканского опорного пункта ВНИПТИХИМ по применению отходов угледобычи и углеобогащения в качестве компонента сложных комплексных органоминеральных удобрений/ Б.М. Макаров. — Москва. 1990. 234 с.
3. Республика Хакасия энциклопедия / В.А. Кузьмин. 1 том. Абакан. 2008. 430 с.

ГЕОГРАФИЯ

Энергообеспечение России – проблемы и возможности решения

Дегтярев К.С., соискатель, научный сотрудник;

Соловьев А.А., доктор физико-математических наук, профессор, зав. лабораторией

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Научно-исследовательская лаборатория возобновляемых источников энергии

Power supply of Russia – the problems and the ways of their solutions

В России на государственном уровне ставится задача кардинального снижения энергоёмкости валового внутреннего продукта (ВВП). При этом практически общепринятым стало утверждение о недопустимо высокой, по сравнению с другими странами, величине данного показателя в России, что связывается с технологической и управленческой отсталостью. В связи с этим, рост энергоэффективности экономики России предполагается обеспечивать, прежде всего, за счёт мероприятий по энергосбережению.

Между тем, высокая энергоёмкость российского ВВП связана, в значительной степени, со спецификой её природных условий, что показывает сопоставление России, Канады и ряда других стран. При этом большой проблемой, тормозящей экономическое развитие, является низкая энергообеспеченность России, что также видно из сравнения этого показателя для России и западных стран, прежде всего – Канады и США.

Таким образом, задача роста энергоэффективности российской экономики существенно усложняется, и решение энергетических задач страны требует более активного развития энергетики, основанной на возобновляемых источниках.

Ключевые слова: энергоёмкость ВВП, энергоэффективность, энергетический потенциал, возобновляемые источники энергии, природные условия, Россия, Канада, США

The Russian government issues the challenge to cardinally decrease the country's energy/Gross Domestic Product (GDP) ratio. It is also generally accepted that the indicator in Russia is inadmissibly high comparatively with the other countries due to technological and managerial backwardness. So growth of the Russian economy's power efficiency is assumed to provide, first of all, through measures of power savings.

Meanwhile, high power consumption in Russia is connected at the great extent with its natural conditions that is illustrated through comparison of Russia, Canada and a number of other countries. Besides that a great problem that breaks economical development of Russia is really low level of power supply that is also shown from comparison of Russia and the Western countries, such as Canada, the USA, and other ones.

So the task of power efficiency growth appears to be significantly more complicate, and solution of Russian power problems requires also more active development of renewable energy.

Key words: energy/Gross Domestic Product ratio, power efficiency, power potential, renewable energy sources, natural conditions, Russia, Canada, USA

Рост энергоэффективности экономики России относится к числу приоритетных задач развития страны.

В качестве основного пути её решения, как правило, рассматриваются технико-технологические мероприятия по энергосбережению. В частности, это отражено в Указе Президента РФ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» № 889 от 04.06.2008 [3], где обозначена цель снижения энергоёмкости ВВП России не менее, чем на 40% к 2020 году от уровня 2007 года, и перечислены меры для достижения данной цели.

В то же время, энергоёмкость экономики страны и её

потребности в энергии — в значительной степени следствие комплекса природных и экономико-географических факторов, которые необходимо учитывать при постановке целей и задач, связанных с ростом энергоэффективности.

В статье анализируется взаимосвязь энергосбережения, энергоёмкости экономики, потребностей в энергообеспечении, на основе сравнения России с рядом других стран, сопоставимых с ней по физико-географическим и экономико-географическим параметрам, а также рассматриваются возможные пути повышения энергооборужённости хозяйства.

Сравнительный анализ энергоёмкости ВВП стран мира

В последние годы много говорится о том, что энергоёмкость российской экономики недопустимо высока — в разы больше, чем у других стран, и что Россия имеет колоссальный резерв для снижения энергоёмкости ВВП.

Вместе с тем, даже в официальных международных отчётах приводятся цифры, говорящие, скорее, об обратном (табл. 1). Расчёт ВВП по сложившейся практике, производится по паритету покупательной способности (ППС) национальной валюты с привязкой к какому-либо базовому году.

Из приведённых в таблице 1 данных следуют три важных вывода:

1. Энергоёмкость ВВП в большей степени является функцией от природных условий, чем от уровня технико-экономического развития экономики. Так, в Канаде она в 1,5 раз выше, чем в США, в 2 и более раз выше, чем в европейских странах, в Китае — в 2 раза выше, чем в Индии и Бразилии, являющихся наименее энергоёмкими экономиками мира.

2. Причины снижения энергоёмкости экономики связаны отнюдь не только с технологическим развитием. В

1990—2008 гг. среди стран, где энергоёмкость упала наиболее сильно, оказались Россия и Украина, пережившие жестокий экономический кризис после распада СССР, приведший к сокращению в разы производства промышленной и сельскохозяйственной продукции.

3. Потенциал снижения энергоёмкости ВВП в большинстве стран падает. Так, в Китае с 2000 по 2008 год она практически не изменилась, слабо снизилась и во всех других странах, кроме России и Украины.

Данные, приведённые выше, можно подтвердить, опираясь и на другие источники. В таблице 2 приведены результаты расчета энергопотребления и энергоёмкости ВВП для России на основе данных о внутреннем потреблении ископаемых углеводородов — нефти, газа и каменного угля, составляющих основу российского топливно-энергетического комплекса (ТЭК).

Объём потребления углеводородов в России в 2008 году составил около 770 млн тонн в нефтяном эквиваленте. ВВП страны по данным Росстата, в 2008 году составил 41,3 трлн рублей. Отсюда следует, что энергоёмкость ВВП = $770 \text{ млн} / 41,3 \text{ трлн} = 0,019 \text{ т.н.э. на каждую } 1000 \text{ рублей ВВП}$. При переводе в доллары по обменному курсу (около 30) энергоёмкость российского ВВП «по углеводородам» составит 0,57; по ППС эта величина будет

Таблица 1. Энергоёмкость ВВП в некоторых странах, тонны нефтяного эквивалента/ тыс. долл. 2005 г. по ППС [2, с. 11]

Страна	1990	2000	2008	2008/1990 (%)	2008/2000 (%)
Великобритания	0,156	0,130	0,102	65%	79%
Германия	0,171	0,131	0,113	66%	86%
Франция	0,154	0,147	0,132	86%	90%
США	0,246	0,209	0,175	71%	84%
Канада	0,331	0,301	0,275	83%	91%
Япония	0,134	0,141	0,126	94%	89%
Норвегия	0,287	0,234	0,194	68%	83%
Россия	0,460	0,496	0,324	70%	65%
Китай	0,549	0,288	0,274	50%	95%
Индия	0,176	0,169	0,138	78%	82%
Бразилия	0,115	0,133	0,125	109%	94%
Украина	0,643	0,741	0,423	66%	57%

Таблица 2. Расчёт энергопотребления и энергоёмкости ВВП России на основе данных по добыче углеводородного сырья за 2008 г., данные Росстата

Энергоноситель	Годовой объём добычи (млн тонн, для газа — млрд куб. м)	Внутреннее потребление (млн тонн, для газа — млрд куб. м)	Внутреннее потребление, млн т.у.т.	То же, в млн тонн нефтяного эквивалента
Нефть	494	253	329	253
Газ	589	429	515	368
Каменный уголь	229	135	108	151
Всего			952	772

Таблица 3. Россия и Канада – сопоставление энергоёмкости ВВП, т.н.э./тыс. долларов

Страна	1990	2000	2008
Канада	0,331	0,301	0,275
Россия	0,460	0,496	0,324
Россия/Канада, %	139%	165%	118%
Энергоёмкость ВВП России при снижении на 40%	0,276	0,298	0,194
Россия/Канада, %, при снижении на 40%	83%	99%	71%

меньше примерно в 1,5–2 раза, т.е. 0,28–0,39 т.н.э. на 1000 долларов, что близко к данным World Bank, приведённым в таблице 1.

Энергоёмкость ВВП и условия размещения населения России и Канады

Особенно важным для понимания развития динамики энергоёмкости ВВП России является сравнение с соответствующими показателями Канады. Это единственная страна, с которой достаточно корректно сравнивать энергоёмкость нашей экономики. Канада сопоставима с Россией по площади и, по сути, идентична по климатическим условиям.

Из приведённых в таблицах 1 и 3 данных следует, что энергоёмкость ВВП России на протяжении 1990–2008

года была выше канадской на величину от 18% до 65%. Это значит, что, при снижении энергоёмкости ВВП России на 40%, как заявлено в официальных документах, она должна составить 71%–99% от канадских показателей.

При этом, несмотря на сходство природных условий данных стран, условия размещения населения и производства различаются — в России оно, по сравнению с Канадой, смещено в более высокие широты и зоны с более холодным климатом.

Более 50% населения Канады живёт к югу от 500 с.ш., в России более 50% населения — к северу от 550 с.ш. При этом, к северу от 600 с.ш. в России живёт 5% населения, в Канаде — 0,3%.

Различия в размещении населения можно показать на примере десятки крупнейших городов каждой страны (рис. 1–2).

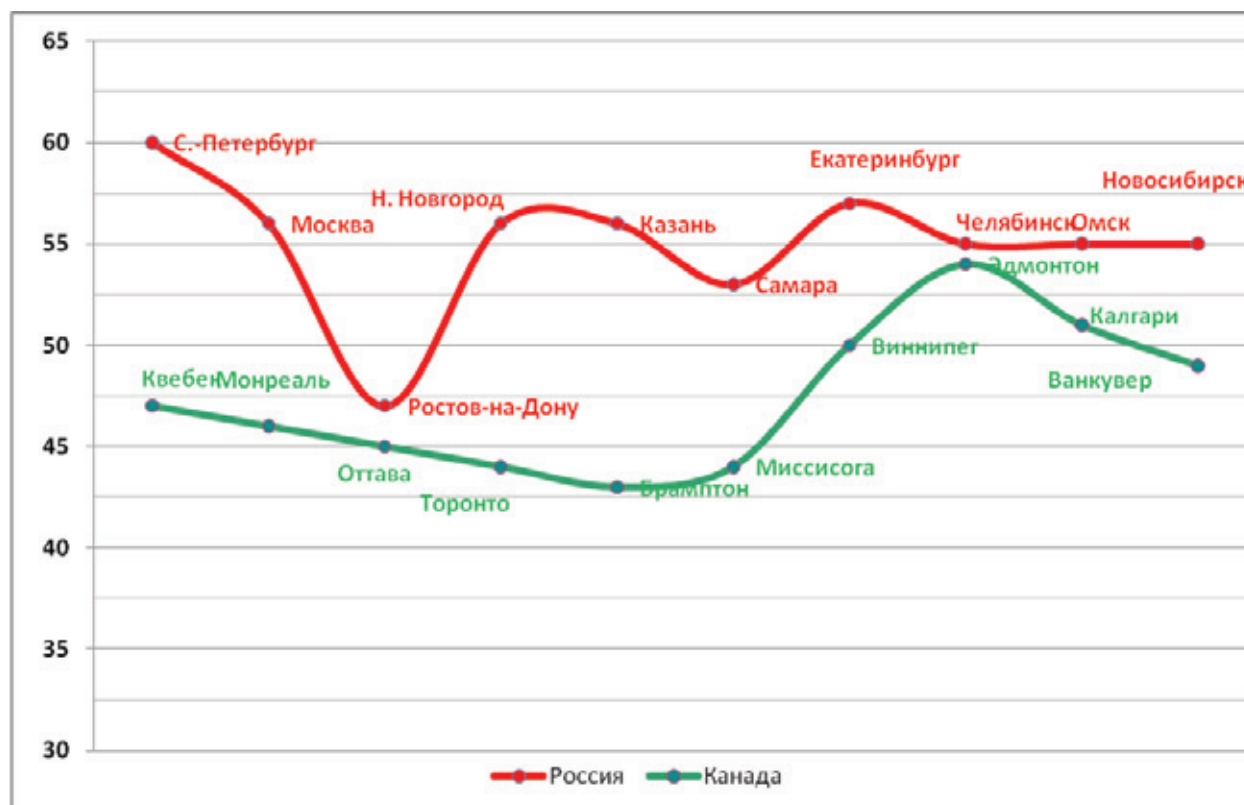


Рис. 1. Средняя широта 10 крупнейших городов России и Канады, ° с. ш.

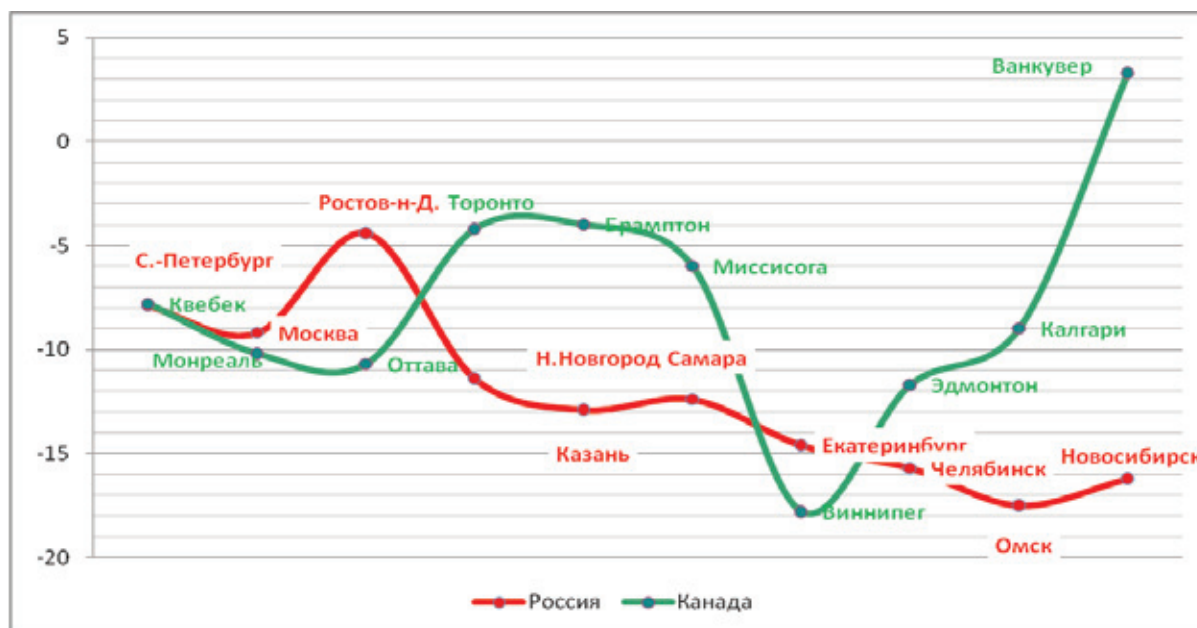


Рис. 2. Средние температуры января в 10 крупнейших городах России и Канады, °C

Средняя географическая широта проживания для жителей 10 крупнейших городов России — 56° с. ш., Канады — 46° с. ш.

Средняя температура января для жителей 10 крупнейших городов России — -10,5°C, Канады — -6,4°C.

Таким образом, население России относительно населения Канады смещено в среднем на 10°, или более 1000 км, к северу, и в зоны со средними январскими температурами на 4°C ниже.

В связи с этим, неизбежен вопрос, насколько реа-

листичны планы снижения энергоёмкости ВВП России на 40% (т.е. до уровня ниже канадского), существует ли такой потенциал снижения энергоёмкости. Тем более, как следует из данных World Bank (табл. 1), энергоёмкость ВВП России уже снизилась на 35% с 2000 по 2008 год.

Энергообеспеченность и ВВП России, Канады и США

Проблема усугубляется энергетическим дефицитом хозяйства России, сдерживающим экономическое раз-

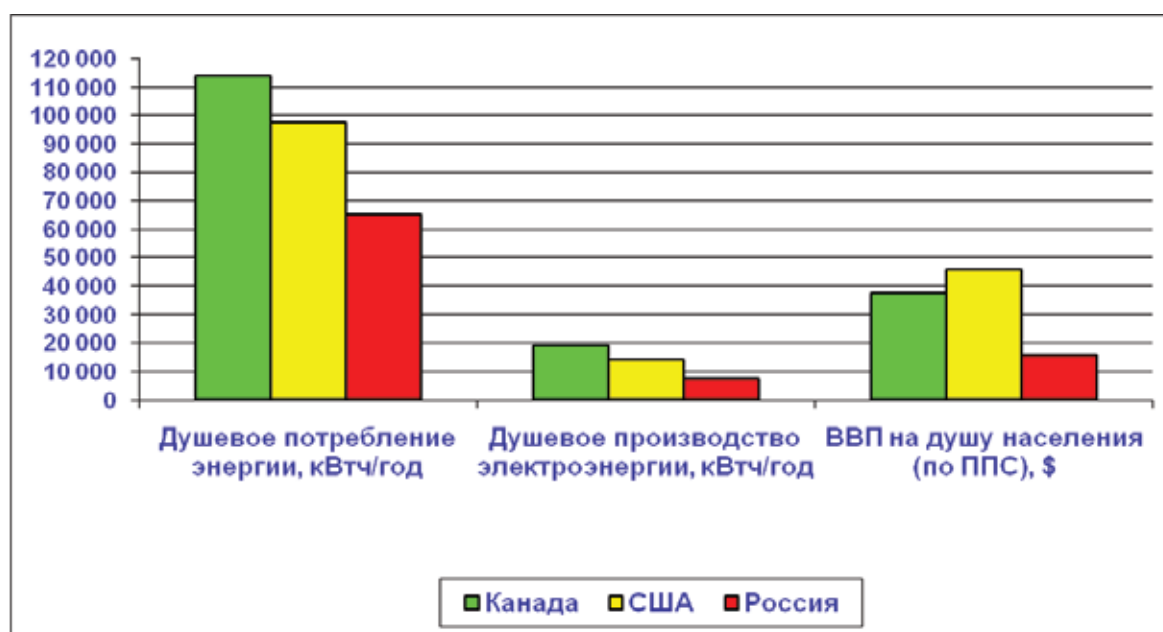


Рис. 3. Душевое потребление энергии и ВВП России, Канады и США, 2008

Источники: Международное энергетическое агентство (IEA), World Bank

Таблица 4. Расчёт энергопотребления и энергоёмкости ВВП России на основе данных по добыче углеводородного сырья за 2008 г.

Энергоноситель	Годовой объём добычи (млн тонн, для газа – млрд куб. м)	Внутреннее потребление	То же, %
Нефть	494	253	51%
Газ	589	429	73%
Каменный уголь	229	135	59%

Источник: Росстат

витие страны. Это видно также на примере стран, сопоставимых с Россией по территории и природным условиям — Канады и США.

Россия в разы уступает этим странам по душевому потреблению энергии (рис. 3).

Общее потребление энергии на душу населения в России в 2 раза ниже, чем в Канаде и в 1,7 раза ниже, чем в США, производство электроэнергии, соответственно, ниже в 2,5 и 1,9 раз. В свою очередь, душевой ВВП России (по ППС) в 2,4 раза ниже, чем в Канаде и в 2,9 раз ниже, чем в США.

Прямая корреляция между уровнем экономического развития и энергообеспеченностью очевидна. Отсюда следует, что, для приближения к уровню развитых западных стран России необходимо нарастить энергообеспеченность, в том числе — обеспеченность электроэнергией, минимум в 2–2,5 раза, или даже больше, учитывая специфику наших природных условий.

В данном случае также возникает вопрос, возможно ли решение этой задачи только за счёт сокращения энергоёмкости ВВП, даже на 40%, что представляется трудно решаемой задачей (см. выше), или необходимо искать также другие источники.

Пути роста энергообеспечения российской экономики

Основной источник энергии для хозяйства России (как и для большинства стран мира) — сжигание ископаемых углеводородов. В настоящее время в среднем более 65% добываемых в стране углеводородов потребляется внутри страны (табл. 4).

Даже полная переориентация поставок углеводородного сырья на внутренний рынок (что можно рассматри-

вать только теоретически) повысила бы энергообеспеченность экономики России в 1,5 раза.

Можно рассматривать, также в большей степени теоретически, существенный рост добычи ископаемых углеводородов для обеспечения внутренних потребностей страны, однако практическая реализация подобной задачи сталкивается с крайне высокими затратами и побочными экологическими эффектами.

Отсюда неизбежен вывод, что в качестве одного из главных резервов наращивания энергообеспеченности следует рассматривать возобновляемые источники энергии (ВИЭ) — гидравлическую, ветряную, солнечную, геотермальную, биологическую энергию. Их ресурс достаточно велик, и рост доли ВИЭ к 2020 году до 4,5% в энергобалансе страны, также продекларированный в официальных документах, представляется недостаточным в связи с их реальным потенциалом и необходимостью развития энергетики России.

В качестве примеров рассмотрим только два направления — гидроэнергетику и водородословую биоэнергетику.

В случае с гидроэнергетикой также уместно сопоставление России и Канады (табл. 5), на примере которого видно, гидроэнергетический потенциал России остаётся, в значительной степени, неиспользованным и имеет ресурс для кратного увеличения, в том числе — за счёт средних и малых ГЭС.

В настоящее время почти в половине субъектов РФ, на которые приходится около 30% территории и 20% населения страны, ГЭС и генерация гидроэлектроэнергии практически отсутствует. Это:

- Центр Европейской части России: Белгородская, Брянская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская области.

Таблица 5. Гидроэнергетический потенциал и его использование в России и Канаде [3, с. 27]

Показатель	Россия	Канада
Экономический гидроэнергетический потенциал, ТВтч/год	850	535
Установленные мощности ГЭС, ГВт	73	47
Производство гидроэлектроэнергии, ТВтч/год	167	383
Использование гидроэнергетического потенциала, %	20%	72%
Доля гидроэлектроэнергии в общем производстве электроэнергии, %	59%	16%

- Север и северо-запад Европейской части России: Архангельская, Новгородская области, республика Коми.
- Северный Кавказ: Чечня и Ингушетия.
- Поволжье: Астраханская область, Калмыкия, Марий-Эл, Мордовия, Удмуртия.
- Западная Сибирь: Алтайский край, Курганская область, Омская область, Томская область, Тюменская область, Ханты-Мансийский АО, Ямало-Ненецкий АО.
- Восточная Сибирь и Дальний Восток: Бурятия, Забайкальский край, Приморский край, Хабаровский край, Чукотский АО.

Что касается водородослевой биоэнергетики — одного из основных направлений исследований, проводимых НИЛ Возобновляемых источников энергии, то её перспективность связана с двумя ключевыми факторами:

- высокой продуктивностью биомассы;
- высокой жирностью ряда видов водорослей (липиды составляют до 50%, у некоторых видов — до 80% массы).

По способности генерировать энергию водоросли кардинально превосходят традиционные «сухопутные» культуры, используемые сейчас для производства биотоплива, среди которых доминирует рапс.

В совокупности это даёт возможность получать с 1 га водной поверхности до 150 тыс. куб.м. биогаза (CH_4) или 100 тыс. литров жидкого биотоплива, что эквивалентно 1000 МВтч энергии.

Для сравнения, рапс в условиях средней полосы России может дать до 1 200 литров биотоплива, или 12 МВтч энергии в год.

Разница достигает двух порядков в пользу водорослей. При этом водоросли «не претендуют» на сельскохозяйственные угодья, а площадь водных поверхностей в России достаточно велика.

Литература:

1. Бобылев С.Н., Аверченков А.А., Соловьева С.В., Кирюшин П.А. Энергоэффективность и устойчивое развитие. — М.: Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2010. — 148 с.
2. Дегтярёв К.С. Мировая энергетика — факты против мифов — <http://www.rgo.ru/2010/11/mirovaya-energetika-%e2%80%93-fakty-protiv-mifov>
3. Сидоренко Г.И. и др. Экономика установок нетрадиционных возобновляемых источников энергии — Санкт-Петербург, Издательство Политехнического университета, 2009—248 с.
4. Указ РФ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» (№ 889 от 04.06.2008) — Российская газета, 7 июня 2008 г.

Общий объём потребления энергии в России — порядка 8 млрд МВтч/год. Столько, теоретически, могли бы давать всего 8 млн га, или 80 тыс. кв. км, плантаций водорослей (в этом случае они заняли бы всего 0,5% площади России) и, хотя фактический технико-экономический потенциал водородослевой энергетики неизбежно окажется ниже, он остаётся достаточно высоким, чтобы рассматривать его как существенный фактор роста энергообеспечения экономики страны.

Заключение

Для целей технико-экономического развития, роста ВВП и уровня жизни приоритетной задачей должно стать не только снижение энергоёмкости, но и повышение энергообеспеченности — минимум в 2—2,5 раза относительно нынешнего уровня, и решение обеих этих задач надо рассматривать в одной связке.

Рост энерговооружённости хозяйства страны до достаточного уровня невозможен только за счёт ископаемых углеводородов и технико-технологических мероприятий по экономии энергии, тем более, что снижение энергоёмкости ВВП на 40% в сочетании с ростом экономики и благосостояния россиян до уровня западных стран представляется трудно разрешимой задачей, особенно — исходя из природных условий России.

Таким образом, в качестве одного из главных резервов для решения задач экономического развития страны следует рассматривать ВИЭ, потенциал которых остаётся недооценённым. Это гидроэнергия, биотопливо, ветряная, солнечная, геотермальная энергия. Первые два вида энергии следует рассматривать в качестве наиболее перспективных в среднесрочном плане для большей части территории России.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Особенности бухгалтерского учета расчетов по предоплате: аванс и задаток

Антонова Н.А., студент

Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Бухгалтерский учет составляет неотъемлемую часть хозяйственной жизни. Все действия, совершаемые экономическими субъектами, находят свое отражение в учетных системах организаций. Иными словами, все факты хозяйственной жизни регистрируются на счетах бухгалтерского учета.

В федеральном законе № 129-ФЗ в статье 4 отмечается, что ведение бухгалтерского учета является обязательным для организаций, находящихся на территории РФ [3]. Соответственно, необходимость отражения объектов бухгалтерского наблюдения требует одновременно и достоверности, и правильности их учета.

При осуществлении производственно-хозяйственной деятельности экономические субъекты вступают в разнообразные договорные отношения, приобретают многочисленные права и обязанности по отношению к своим контрагентам, осуществляют расчеты. Учет расчетов, по мнению Я.В. Соколова, возник еще в первобытном обществе с появлением элементарных экономических отношений.

Расчеты играют важную роль, поскольку они фигурируют практически на всех стадиях жизни фирмы. На этапе формирования организации возникают расчеты с учредителями по вкладам в уставный капитал. Привлечение заемных средств сопровождается расчетами с кредиторами. Приобретение товарно-материальных ценностей связано с расчетами с поставщиками. Расчеты по заработной плате с работниками предприятия осуществляются при производстве продукции. Реализация произведенной продукции — расчеты с покупателями. Расчеты с государством возникают при уплате налогов. На заключительной стадии распределения прибыли осуществляются расчеты с учредителями по выплате дивидендов.

Кроме того, расчеты могут осуществляться в различных формах: денежными средствами, имуществом, товарно-материальными ценностями, выдачей письменного долгового обязательства и т.п.

Главная цель любой организации — получение прибыли. Помимо этого существуют и другие, второстепенные цели, которые в комплексе позволяют достичь желаемого результата. К таковым следует отнести и наличие постоянных покупателей, своевременно производящих оплату, и налаженные связи с поставщиками, в срок обеспечивающими товарами, выполняющими работы, оказывающими услуги.

Представляется важным рассмотреть особенности бухгалтерского учета таких форм расчетов, как аванс и задаток.

Во-первых, необходимо изучить данные категории, определить их сущность и функции. Во-вторых, следует выявить признаки, отличающие данные формы расчетов. В-третьих, отметить все характеристики, которые определяют специфику бухгалтерского учета данных форм расчетов.

Часто при заключении договоров между контрагентами одним из условий выступает предоплата — предварительно осуществляемая частичная выплата в счет общей суммы долга. В ГК РФ в статье 487 четкого определения предоплаты не указано, но рассматриваются ситуации по исполнению обязательств.

Наиболее приемлемое определение: предоплата — это уплата покупателем продавцу части цены за товар после окончательного заключения сделки и иногда частичного выполнения акта продажи. В налогообложении предоплата представляет собой взносы налогоплательщика в счет общей суммы налога до окончательного определения ее величины.

Предоплата может осуществляться различными способами. На рис. 1 достаточно наглядно проиллюстрированы формы предоплаты.

Рассмотрим аванс как один из наиболее часто применяемых способов расчетов. Четкое понятие «аванс» ГК РФ не содержит, но о данной форме предоплаты упоминается в следующих статьях: 380, 711, 735, 823. В большом экономическом словаре А.Н. Азрилияна представлено следующее определение: «аванс — денежная сумма или другая имущественная ценность, выдаваемая или перечисляемая в счет предстоящих платежей за выполненные работы, передачу имущества, оказанные услуги и др.» [7, с. 6].

Сущность любой категории проявляется через ее функции. Итак, из определения следует, что выдача аванса может осуществляться как форме денежных средств, так и в форме имущества. В этом и проявляется главная функция аванса — платежная.

Как правило, сумма аванса составляет около 40 % от общей стоимости контракта и зачитывается в дальнейшем при окончательном расчете. Бывают и 100 % авансы, но практика их применения достаточно редкая. Это обуслов-



Рис. 1. Формы предоплаты

лено, прежде всего, необходимостью наличия свободных денежных средств в обороте организации.

При осуществлении сделки всегда существует вероятность неисполнения обязательств перед контрагентом. В связи с этим следует руководствоваться соответствующими законодательными актами для обеспечения защиты своих прав. В случае нарушения условий договора стороной, которая получила аванс, другая сторона вправе в случае неисполнения договора потребовать возвращения аванса. Возврат аванса в двукратном размере законодательством не предусмотрено. Из этого следует, что аванс не является способом обеспечения обязательства. Иными словами, данная форма предоплаты обеспечивающую функцию не выполняют. Необходимо отметить, что при перечислении аванса контрагенты не заключают специальных соглашений, подтверждающих наличие обязательств и выдачу гарантий. Таким образом, у аванса отсутствует доказательная функция.

Часто под авансом и задатком понимают одно и то же. Это связано с тем, что существуют некоторые сходства.

Главным образом в том, что аванс и задаток представляют собой предварительные частичные платежи за товар или услугу. Но в действительности это совершенно разные понятия. В табл.1 представлены основные различия между авансом и задатком.

Рассмотрим задаток как один из способов предоплаты. В статье 380 ГК РФ указано, что задатком признается денежная сумма, выдаваемая одной из договаривающихся сторон в счет причитающихся с нее по договору платежей другой стороне, в доказательство заключения договора и в обеспечение его исполнения. Исходя из определения, можно сделать вывод, что задаток, как и аванс, выполняет платежную функцию, но отличие заключается в том, что задаток представляется только в форме денежных средств.

Важная особенность данной формы предоплаты — составление соглашения о задатке. Это документ должен быть составлен в письменной форме и подписан участниками контракта. Если данное соглашение отсутствует, то, в соответствии с пунктом 3 статьи 380 ГК РФ, выданная сумма будет считаться авансом. Из этого следует,

Таблица 1

Признак	Аванс	Задаток
Название термина на английском языке	advance	deposit
Нормативное регулирование в РФ	ст. 380 ГК РФ, ст. 711 ГК РФ, ст. 735 ГК РФ, ст. 823 ГК РФ.	ст. 380 ГК РФ, ст. 416 ГК РФ
Возврат суммы	в случае неисполнения обязательств должен быть возвращен	в зависимости от условий соглашения
Функции	платежная	платежная, обеспечения исполнения обязательств, подтверждающая.
Основные документы	договор, счет-фактура	договор, соглашение о задатке
Форма платежа	денежные средства, векселя, имущество	денежные средства

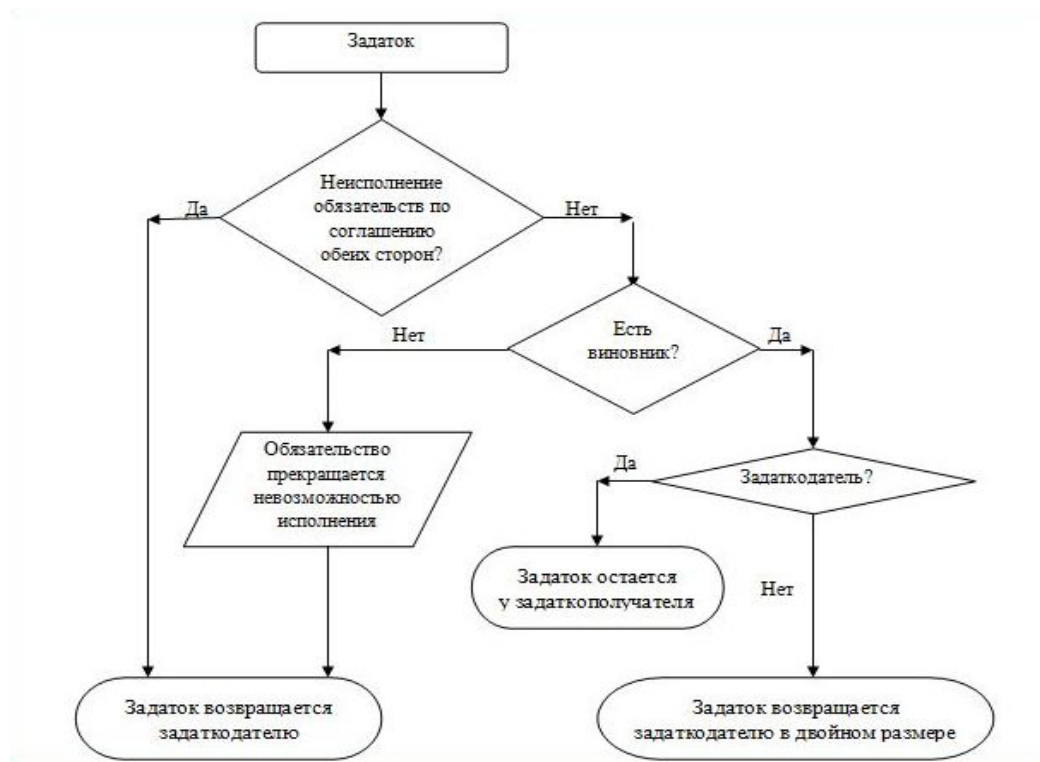


Рис. 2. Неисполнение обязательств по соглашению о задатке

что в отличие от аванса задаток выполняет доказательную функцию.

Кроме двух вышеперечисленных функций задаток выполняет ещё одну очень важную. Это обеспечивающая функция. Она заключается в обеспечении исполнения обязательств. Иными словами, обязывает каждую из сторон исполнить будущую сделку.

На рис. 2 проиллюстрированные основные моменты, касающиеся неисполнения обязательств по заключенному соглашению.

Если за неисполнение обязательства ответственный задаткодатель, то перечисленная сумма остается у задаткополучателя. Если ответственной стороной, получившей задаток, то она обязана уплатить, выдавшей его стороне двойную сумму задатка. Кроме того, сторона, ответственная за неисполнение обязательств, обязана возместить другой стороне убытки с учетом суммы задатка, поскольку в договоре не предусмотрено иное. Если же стороны до начала исполнения обязательств по своему соглашению решили добровольно не заключать договор или вследствие того, что договор невозможно исполнить, и в этом нет вины каждой из сторон, сумма задатка должна быть возвращена. Невозможность исполнения должна быть обусловлена объективными факторами, к примеру, форс-мажорные ситуации [1].

Для отражения расчетов Планом счетов предусмотрены определенные счета, которые занимают особое место в учетных системах предприятий. Если организация выдает аванс своему поставщику в счет будущей поставки, то для учета предоплаты применяется синтетический счет 60 «Расчеты с поставщиками и подрядчиками», к ко-

торому открывают субсчет «Расчеты по авансам выданным». Если же организация получает аванс от своего покупателя в счет будущей поставки, то для учета предоплаты применяется синтетический счет 62 «Расчеты с покупателями и заказчиками», к которому открывают субсчет «Расчеты по авансам полученным».

По поводу выбора счета, на котором учитывать авансы, нет обязательных требований. Но в современной практике учета исходят из характера заключаемого договора между контрагентами. Иными словами, если организация осуществляет частые расчеты с данным контрагентом, то, как правило, аванс будет учтен либо на синтетическом счете 60 либо на 62, в зависимости от того, кто его выдал. Если же заключается разовый договор, то авансы можно отразить на синтетическом счете 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами». Аналитический учет по счету ведется в разрезе отдельных контрагентов.

Например, организация «Х» имеет договорные отношения в течение определенного периода времени с организацией «У». Для очередной поставки «Х» должна перечислить аванс «У». Какие бухгалтерские проводки следует записать для отражения фактов хозяйственной жизни?

Рассмотрим табл. 2. В ней представлены учетные записи, которые должна сделать организация «Х». Особое внимание необходимо обратить на отражение НДС. Перечислив аванс поставщику, организация «Х» получит счет-фактуру от «У». После принятия к учету товаров покупатель отразит НДС по приобретенным ценностям. Далее поставщик зачтет сумму аванса. Следует отметить, с 1 января 2009 г. на основании Федерального закона № 224-ФЗ

Таблица 2. Порядок отражения расчетов по авансам выданным

Содержание операции	Корреспонденция счетов		Сумма, р.
	Дебет	Кредит	
1. Перечислен аванс поставщику (40% от общей суммы)	60–2	51	47200
2. Предъявлен поставщиком счет-фактура за перечисленный аванс	68	76	7200
3. Приняты к учету товары от поставщика	41–2	60–1	100000
4. Отражен НДС по приобретенным товарам	19	60–1	18000
5. Зачтена сумма ранее выданного аванса	60–1	60–2	47200
6. Перечислена оставшаяся сумма за отгруженную продукцию	60–1	51	70800
7. Зачтен НДС по счету-фактуре поставщика за аванс	76	68	7200
8. Принят к возмещению НДС	68	19	18000

Таблица 3. Порядок отражения расчетов по авансам полученным

Содержание операции	Корреспонденция счетов		Сумма, р.
	Дебет	Кредит	
1. Получен аванс от покупателя (40% от общей суммы)	51	62–2	47200
2. Отражен НДС с авансов полученных	76	68	7200
3. Отражена стоимость отгруженной продукции	45	43	60000
4. Признана выручка от продажи	62–1	90–1	11800
5. Начислен НДС с реализации	90–3	68	18000
6. Списана стоимость отгруженной продукции	90–2	45	60000
7. Зачтен НДС с предоплаты	68	76	7200
8. Получена выручка от реализации	51	62–1	70200
9. Зачтена сумма ранее полученного аванса	62–2	62–1	47800

от 26.11.2008 г. покупатели, оплатившие, своим поставщикам за услуги или товары аванс, имеют право поставить себе в зачет НДС с этой суммы, не дожидаясь поставки товаров или окончания оказания услуг. Так организация «Х» зачет НДС по счету-фактуре поставщика.

Теперь рассмотрим обратную ситуацию. В качестве примера в табл. 3 продемонстрирован порядок учетных записей, отражающих поступление аванса от покупателя. При получении аванса от покупателя организация «У» выпишет счет-фактуру на аванс «Х». Затем будет начислен НДС с предоплаты. В данном случае применен счет 76, к которому можно открыть субсчет «НДС с авансов полученных». После отгрузки товаров покупателю и признания дохода следует исчислить НДС с реализации [2]. Следовательно, возникает ситуация, при которой НДС исчисляется два раза. Так организация «У» должна произвести обратную запись. Так как 40% от общей суммы покупатель уже перечислил, то при поступлении оставшейся части будет произведена запись, зачитывающая ранее перечисленный аванс.

По вопросу отражения задатков в учетной системе организации существуют различные мнения.

Одни бухгалтеры придерживаются мнения, что задаток следует отражать также как и аванс. Но тогда те-

рется смысл в необходимости разграничения двух категорий, тогда в учете не отражаются их специфические особенности.

Другие специалисты считают, что при регистрации операций по поступлению или выдаче задатков необходимо одновременно отражение данных фактов хозяйственной жизни на забалансовых счетах. В любом случае, имеет место профессиональное мнение бухгалтера.

Итак, рассмотрим вариант, когда применяются забалансовые счета. Для учета выданного или полученного задатка можно применять синтетический счет 76 «Расчеты с различными дебиторами и кредиторами». На специально открытых субсчетах, например, 76–5 «Расчеты по выданным задаткам» и 76–6 «Расчеты по полученным задаткам». В Плане счетов предусмотрены специальные забалансовые счета [4]. При учете задатков возможно использовать следующие: 008 «Обеспечение обязательств и платежей полученные» и 009 «Обеспечение обязательств и платежей выданные».

Почему используются данные счета? Это связано, прежде всего, с тем, что удастся отразить особенности данной формы предоплаты. Во-первых, задаток не является доходом [5] для задаткополучателя и расходом для задаткодателя [6]. Во-вторых, до момента окончания сделки

Таблица 4. Порядок отражения расчетов по учету полученных задатков

Содержание операции	Корреспонденция счетов		Сумма, р.
	Дебет	Кредит	
1. Поступил задаток от покупателя (40% от общей суммы):	51	76–6	47200
2. Отражение полученного задатка как гарантии выполнения условий соглашения	008		47200
3. Признана выручка от реализации	62–1	901	118000
4. Зачтена сумма полученного задатка	76–6	62–1	47200
5. Списана сумма полученного задатка		008	47200
5. Поступила оплата от покупателя	51	62–1	70800

Таблица 5. Порядок отражения операций по учету выданных задатков

Содержание операции	Корреспонденция счетов		Сумма, р.
	Дебет	Кредит	
1. Перечислен задаток поставщику (40% от общей суммы)	76–5	51	47200
2. Отражена выдача задатка в обеспечение обязательств	009		47200
3. Принят к учету товар от поставщика	41–2	60–1	100000
4. Зачтен ранее выданный задаток	60–1	76–5	47200
5. Списан ранее выданный задаток		009	47200
6. Перечислена оставшаяся оплата поставщику	60–1	51	70800

задаток не является собственностью задаткополучателя, а считается средствами во временном распоряжении. В целом, применение данных счетов должно обеспечивать контроль наличия и движения выдаваемых гарантий. Учитывая особенности задатка как формы предоплаты, составим таблицы с корреспонденцией счетов бухгалтерского учета.

Итак, в табл. 4 представлены проводки, отражающие факт поступления задатка от покупателя. Получая предоплату, поставщик должен одновременно отнести сумму задатка в дебет счета 008 «Обеспечение обязательств и платежей полученные». Когда условия соглашения будут выполнены, и будет признан доход, тогда сумма задатка будет списана в кредит 008 счета. Таким образом, производится учет наличия и движения полученных гарантий. Табл. 5 отражает обратную ситуацию и содержит учетные записи по выдаче задатка поставщику. В данном случае используется забалансовый счет 009 «Обеспечение обязательств и платежей выданные». Покупатель, перечисляя задаток поставщику, относит сумму в дебет счета 009, а

после поступления товара — списывает в кредит 009 счета. При отражении операции по учету задатков были опущены проводки по начислению НДС, так как исчисление данного налога является стандартной процедурой.

В заключении следует отметить, расчеты составляют неотъемлемую часть жизни любой организации. При заключении договоров между контрагентами одним из условий выступает предоплата, которая может осуществляться в форме аванса или задатка. Данное условие гарантирует исполнение обязательств как со стороны поставщика в доставке товара, так и со стороны покупателя в полной оплате, ведь в условиях современной экономики велика вероятность возникновения кризисных ситуаций, экономика не стабильна, финансовые риски присутствуют всегда. Выбор формы предоплаты во многом обусловлен финансовыми возможностями организации. Задаток имеет специфическую особенность — возврат в двойном размере в случае неисполнения обязательств задаткополучателем. Поэтому задаток как форма расчета не находит частого применения.

Литература:

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 06.04.2011 г.)

2. Налоговый Кодекс Российской Федерации (часть вторая): Федеральный закон от 05.08.00 г. № 117-ФЗ. (в ред. от 03.11.10 г.)
3. О бухгалтерском учете: Федеральный закон от 21.11.96 г. № 129-ФЗ (в ред. от 28.09.10 г.)
4. План счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности предприятия и Инструкция по его применению: Приказ Минфина РФ от 31.10.00 г. № 94н (в ред. от 08.11.10 г.).
5. Положение по бухгалтерскому учету «Доходы организации» (ПБУ 9/99): Приказ Минфина РФ от 30.12.99 г. № 107н (в ред. от 27.11.06 г.)
6. Положение по бухгалтерскому учету «Расходы организации» (ПБУ 10/99): Приказ Минфина РФ от 06.05.99 г. № 33н (в ред. от 27.11.06 г.)
7. Большой экономический словарь/ под ред. А.Н. Азриляна. 7-е изд., доп., М.: Институт новой экономики, 2007. 1472 с.

Оптимизация налоговой нагрузки физических лиц как экономическое обоснование введения налога на недвижимость

Биянова Д.А., аспирант

Сочинский научно-исследовательский центр РАН

Становление и эволюция экономических отношений в Российской Федерации порождает необходимость реформирования различных сфер, в том числе и системы налогообложения физических лиц. Скоротечность принятия выработанных государственных федеральных и региональных программ, низкая информированность в период обсуждения, свидетельствует об отсутствии экономического обоснования, прогнозных расчетов и научного подхода при разработке законопроектов, что приводит, зачастую, к социальной напряженности среди населения.

Введение налога на недвижимость на территории РФ, укладывается в стандартную схему и по срокам, и по отсутствию в открытом доступе проектов нововведений в системе налогообложения и оценки недвижимости, что порождает массу политических спекуляций и панику среди собственников, что сумма налога вырастет в несколько раз.

В нашем исследовании за аксиому, при разработке системы мер по реформированию налогообложения объектов недвижимости физических лиц, взято положение об обязательном исполнении принципа справедливости. В связи с чем, при разработке направлений реформирования, по нашему мнению, необходимо учесть размер налоговой нагрузки на физических лиц.

Официальные источники информируют, что введение налога на недвижимость физических лиц не приведет к увеличению налоговой нагрузки на население. Однако это просто политический популизм, а не экономический подход к процессу реформирования. Во всем мире устоялось мнение, что негативные последствия для экономики имеет не только высокая налоговая нагрузка на население, но и низкая. Это очень актуально для налогообложения объектов недвижимости физических лиц, низкая ставка налога на имущество и земельного налога приводит к неэффективному использованию этих объектов, к

увеличению количества инвестиционных и спекулятивных вложений, и, как следствие, мега росту цен на рынке недвижимости. Отсутствие экономически обоснованной политики в области налогообложения объектов недвижимости приводит к сужению функций этих налогов сугубо до фискальной составляющей, регулирующие воздействие на экономику муниципалитета сведено к минимуму.

Оценка оптимальности налоговой нагрузки должна проводиться ежегодно, а параметры оптимальности определяться не реже одного раза в три года и это справедливо как для стран с развитой экономикой, так и для России.

Необходимо отметить, что, несмотря на повсеместное использование и отождествление понятий «налоговое бремя», «налоговая нагрузка», в законодательных актах и в официальной статистике данные термины и расчетные показатели отсутствуют, рассчитывается только доля фактических налоговых поступлений в бюджетную систему в ВВП. Поэтому, в рамках статьи считаем необходимым уделить внимание методике расчета налоговой нагрузки физических лиц, а также динамике расчетных показателей.

Анализ трудов современных экономистов показал, что большое внимание уделяется методике расчета налоговой нагрузки на макроуровне, а также на уровне предприятий и организаций, по аналогии затрагивается деятельность индивидуальных предпринимателей без образования юридического лица, вопросы тяжести налогового бремени для физических лиц практически не исследованы.

Так на макроуровне налоги составляют основную часть доходов бюджета, таким, образом, налоги выступают в качестве цены государственных услуг. Налоговое бремя формируется путем достижения баланса между потребностью государства в средствах (спросом на налоги) и возможностью налогоплательщиков их уплачивать (предложение налогов). Важно, чтобы налоговое бремя (доля налоговых отчислений в ВВП) было экономически обос-

нованным, т.е. налоги сохранили кроме фискальной, свои стимулирующую, распределительную и перераспределительную функции.

Для сравнительного анализа рассчитаем уровень налогового бремени на макроуровне, используя общепринятую методику расчета, где налоговое бремя (НБ) определяется как доля (в процентах) фактических налоговых поступлений в бюджетную систему (ФН) в ВВП, то есть:

$$\text{НБ} = \frac{\text{ФН}}{\text{ВВП}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

Данная методика позволяет получить показатель налогового бремени как базу сравнения, что нам и нужно в рамках данного исследования. В таблице 1 приведен расчет налогового бремени в целом по России, а также по Южному федеральному округу и нескольким административным единицам в его составе.

В целом по России, и эта тенденция сохраняется в показателях Южного Федерального округа, налоговое бремя в 2006–2009 гг. растет. В 2009 г. наблюдается снижение налогового бремени относительно предыдущего

отчетного периода только по двум регионам — Республика Калмыкия (на 1,2 %) и Республика Адыгея (на 0,4 %), по ним же показатель налогового бремени максимальный. Самые низкие показатели налогового бремени в Краснодарском крае (17,7 %) и Волгоградской области (18,3 %).

Оптимальное совокупное налоговое бремя начисленных налогов к чистой добавленной стоимости в рамках следующих границ: нижний налоговый предел — 24 %, верхний налоговый предел — 31 % [2].

Так как в числителе при расчете используется сумма фактических налоговых поступлений в бюджетную систему, то результат может искажаться из-за низкой собираемости налогов.

Таким образом, эта методика непригодна для целей определения приоритетов эффективной налоговой политики, так как не дает полного и объективного представления о действительной тяжести налогового бремени. Для более корректного расчета необходимо использовать показатель номинального налогового бремени, тогда в числителе учитывается показатель начисленных налогов, т.е. к фактически поступившим налогам добавляется сумма

Таблица 1. Расчет налогового бремени в РФ и Южном федеральном округе за 2006–2009 гг. (млрд.руб.)*

Показатель	2006	2007	2008	2009
1. Суммы налоговых платежей, поступившие в бюджеты всех уровней				
Российская федерация	3797,3	4828,5	6198,8	5926,6
Южный федеральный округ	336,1	482,4	611,5	646,0
в том числе				
Краснодарский край	81,08	106,5	140,0	152,4
Республика Адыгея	5,7	8,0	10,8	12,2
Республика Калмыкия	4,6	6,5	8,5	9,5
Астраханская область	15,6	27,6	34,5	28,6
Волгоградская область	39,9	55,4	69,6	69,2
Ростовская область	59,6	81,6	105,7	112,4
2. Валовой региональный продукт				
Российская Федерация	22462,1	27964,0	33908,8	32072,6
Южный федеральный округ	1652,3	2150,3	2729,3	1988,6
в том числе				
Краснодарский край	484,0	648,2	803,8	857,5
Республика Адыгея	21,1	29,1	36,1	41,4
Республика Калмыкия	12,8	17,2	20,8	23,9
Астраханская область	85,1	100,4	147,5	132,2
Волгоградская область	252,1	331,8	416,7	377,4
Ростовская область	340,0	450,4	576,1	556,2
3. Налоговое бремя, %				
Российская Федерация	16,9	17,2	18,2	18,5
Южный федеральный округ	20,3	22,4	22,4	32,5
Краснодарский край	16,8	16,4	17,4	17,7
Республика Адыгея	27,0	27,5	29,9	29,5
Республика Калмыкия	35,9	37,8	40,9	39,7
Астраханская область	18,3	27,5	23,4	21,6
Волгоградская область	15,8	16,7	16,7	18,3
Ростовская область	17,5	18,1	18,3	20,2

* Таблица составлена автором по данным Федеральной службы государственной статистики [6]

задолженности по ним. Для уточненного результата знаменатель, при расчете и фактического и номинального налогового бремени, нужно скорректировать на сумму амортизационных отчислений.

К определению налоговой нагрузки отдельно физических лиц (населения) также существует несколько подходов.

В работе Лазутиной Д.В. предложен подход, при котором «налоговое бремя физического лица представляет собой отношения, возникающие между государством и физическим лицом по уплате налоговых платежей» [4, с. 18], и для расчета предложено использовать следующие формулы:

$$АНН = \sum H_{\Pi} + \sum H_{К} \quad (2),$$

$$ОНН = \frac{АНН}{\text{Доходы}} \quad (3),$$

где АНН — абсолютная налоговая нагрузка — это налоги, уплачиваемые физическим лицом. В этот показатель включаются суммы прямых и косвенных налогов (бремя которых по факту несет физическое лицо);

ОНН — относительная налоговая нагрузка — это отношение величины абсолютной налоговой нагрузки к доходам физического лица (или иначе — доля налоговых платежей в доходах физического лица).

$\sum H_{\Pi}$ — сумма прямых налогов, поступающих в бюджеты всех уровней с данной территории;

$\sum H_{К}$ — сумма косвенных налогов, поступающих в бюджеты всех уровней с данной территории [4, с. 18–19].

Из этой методики следует, что всю сумму косвенных налогов оплачивает население, однако, по-нашему мнению, это положение требует корректировки. Так в исследованиях д.э.н., профессора Барулина С.В. предлагается скорректировать относительный показатель налоговой нагрузки физических лиц на коэффициент доли косвенных налогов, оплачиваемых населением.

«Таким образом, для более точной оценки фактического налогового бремени, которое несет население (домашние хозяйства), следует использовать следующую формулу:

$$НБ_{н} = \frac{НЛН + НКН * К_{д}}{ДДН} \cdot 100\%; \quad (4)$$

где НЛН — начисленные личные налоги с физических лиц;

НКН — начисленные косвенные налоги;

$K_{д}$ — коэффициент доли косвенных налогов, оплачиваемых населением (для современной России 0,6–0,7);

ДДН — денежные доходы населения» [2].

Эту методику будем использовать в расчетах налогового бремени физических лиц, коэффициент 0,7. В таблице 2 представлен расчет налогового бремени населения Краснодарского края исходя из официальных данных.

Данные по удельному весу прямых и косвенных налогов с доходов населения по Краснодарскому краю поз-

воляют идентифицировать систему налогообложения РФ в целом. В зарубежной практике выделяют четыре основные системы налогообложения, в зависимости от их ориентации на прямые и косвенные налоги.

Англосаксонская модель ориентирована на прямые налоги с физических лиц, доля косвенных налогов незначительна. В США, например, подоходный налог с населения формирует 44 % доходов бюджета. Платежи населения превышают налоги с предприятий [5, с. 16].

Евроконтинентальная модель отличается высокой долей отчислений на социальное страхование, а также значительной долей косвенных налогов: поступления от прямых налогов в несколько раз меньше поступлений от косвенных. К примеру, в Германии доля поступлений на социальное страхование составляет 45 % доходов бюджета, от косвенных налогов — 22 %, а от прямых налогов — всего 17 % [1, с. 98].

Латиноамериканская модель ориентирована на обложение традиционными косвенными налогами, что обусловлено высоким уровнем инфляции. Так, доля косвенных налогов в доходной части бюджета страны составила в Чили — 46 % и Перу — 49 %.

Смешанная модель, традиционно сочетает черты других моделей, применяется во многих странах. Государства выбирают ее для того, чтобы диверсифицировать структуру доходов, избежать зависимости бюджета от отдельного вида или группы налогов. Особенностью является существенный перевес доли прямых налогов с организаций над долей прямых налогов с физических лиц [5, с. 16].

По мнению д.э.н. С.В. Барулина, российская налоговая система является представителем латиноамериканской и евроконтинентальной моделей, т.е. для нее свойствен приоритет в распределении налогового бремени косвенных налогов на бизнес [3, с. 75].

По таблице 2 видно, что в Краснодарском крае слишком низкая налоговая нагрузка на денежные доходы населения и это объясняется тем, что хоть бремя косвенных налогов скрыто в розничных ценах — большая часть оборота товаров и услуг не отражается в официальных отчетах, высокий уровень налоговых начислений на оплату труда подталкивает работодателей к сокрытию от налогообложения этих доходов.

Таким образом, по результатам анализа налогового бремени, можно сформулировать ряд приоритетных направлений налоговой политики:

Во-первых, необходимо повысить качество налоговой информации при формировании налоговой базы.

Во-вторых, необходимо не снижать или повышать налоговую нагрузку, а оптимизировать ее структуру — в период отсутствия тотального контроля за доходами населения необходимо увеличить долю налоговых поступлений с реальных активов (дифференциация ставок по транспортному налогу, введение налога на недвижимость) и снижать ставки по налогам с доходов, это в первую очередь касается отчислений организаций с фонда оплаты труда.

Таблица 2. Расчет налогового бремени населения Краснодарского края за 2006–2010гг.*

Показатель	2006	2007	2008	2009	2010
1. Суммы начисленных налоговых платежей по Краснодарскому краю, млрд. руб.:					
- прямые налоги с населения	23,3	33,3	45,8	49,2	54,4
- косвенные налоги	63,8	114,4	93,4	111,0	69,5
2. Удельный вес начисленных налоговых платежей по Краснодарскому краю, %					
- прямые налоги с населения	26,8	22,5	32,9	30,7	43,9
- косвенные налоги	73,2	77,5	67,1	69,3	56,1
3. Денежные доходы населения по Краснодарскому краю, млрд. руб.	443,1	598,5	739,0	852,4	1032,9
4. Относительная налоговая нагрузка на физ. лиц по Краснодарскому краю, %	15,3	18,9	15,0	14,9	10,0

* Таблица составлена автором по данным Федеральной службы государственной статистики [6] и Федеральной налоговой службы России по Краснодарскому краю [7]

Литература:

1. Александров, И.М. Налоговые системы России и зарубежных стран [Текст]: учебное пособие. — М.: Бератор — Пресс, 2009. — 144 с.
2. Барулин С.В. Е.А.Ермакова, В.В. Степаненко Налоговый менеджмент [Электронный ресурс]. //http://royallib.ru/book/barulin_s/nalogoviy_menedgment.html royallib.ru.html.zip
3. Барулин, С.В. Теория и история налогообложения [Текст]: учебное пособие. — М.: Экономист, 2009. — 173 с.
4. Лазутина, Д.В. Налоговая нагрузка и методы ее расчета [Текст] Автореф.дисс. на соис.учен.степени к.э.н. — Тюмень.: ГОУ ВПО Тюменский государственный университет, 2005. — 25 с.
5. Пospelов, Е. Система прямого и косвенного обложения налогами [Текст] // Все для бухгалтера. — 2003. — № 18. — С. 12–19.
6. Данные Федеральной службы статистики [Электронный ресурс] // http://www.gks.ru/.
7. Данные Федеральной налоговой службы по Краснодарскому краю [Электронный ресурс] //http://www.r23.nalog.ru

Коучинг как инструмент эффективного обучения и развития персонала

Гибнер Я.М., аспирант

Ростовский государственный университет путей сообщения

В настоящее время среди прогрессивных технологий обучения и развития персонала как самостоятельное направление получил развитие коучинг. Особую популярность это направление обучения получило в конце 80-х. XX века, что связано с необходимостью активизации человеческого ресурса компании. Новую методику консультирования разработали американцы Т. Леонард и Дж. Уитмор. Основные принципы коучинга

заимствованы из психологии, психотерапии и спорта.

На Западе в практике бизнес-консультирования в настоящее время занято более 100 тыс. специалистов. Этот метод повсеместно используется в таких крупных компаниях как American Express, AT&T, Citibank, Colgate, Levi Strauss, Northern Telecom, Procter & Gamble и других. [8, с. 126]

По данным экспертов, лишь 10% персонала рабо-

тают, и будут хорошо работать независимо от того, какие деньги они получают, другие 10% будут работать плохо, несмотря ни на что, а работа остальных 80% зависит от искусства управления и стимулирования [2, с. 312]. Поэтому так важно подобрать эффективный инструмент воздействия на персонал, которым и является коучинг.

Полноценного перевода данного термина на русский язык пока нет, но наиболее близким является «развивающее консультирование». Существует много определений того, что такое коучинг. Под коучингом подразумевается «партнерство по развитию» между двумя людьми, в котором бизнес-тренер способствует максимальной реализации потенциала обучающегося. Суть коучинга как одного из инструментов менеджмента заключается в том, что тренер-консультант по развитию топ-менеджеров, соблюдая условия полной конфиденциальности, активно участвует в повседневной жизни клиента (присутствует на совещаниях, переговорах, публичных выступлениях, при выработке и принятии решений), используя своеобразные подходы, дает рекомендации по различным вопросам. При этом задача профессионального коуча — помочь клиенту (руководителю, собственнику) в осознании и реализации важных для него решений. Коучинг задействован на наиболее важных направлениях и может касаться разных сфер жизнедеятельности человека.

В своей работе бизнес-тренер использует элементы менеджмента, организационной психологии, тренерской подготовки. В то же время он не является ни психотерапевтом, ни тренером-наставником. Психотерапевт обычно «излечивает» клиента, обращаясь к его прошлым негативным событиям и их последствиям. Коуч представляет человека как здорового и полноценного, опирается на успехи клиента, его сильные стороны и работает с ним в настоящем с предвидением перспективы в будущем. Тренер передает собственный опыт, проводя подопечного через упражнения, игры, тесты, задания, различные ситу-

ации, а в конце оценивает результат по какой-нибудь системе и дает соответствующие рекомендации. [2, с. 314]

Коучинг имеет ряд особенностей по сравнению с другими инструментами и методами развития человека (табл. 1). [3, с. 394]

Существуют основные области, где коучинг оказывается чрезвычайно ценным:

— Тактические ситуации: Фокус коучинга на этой области создает более эффективные пути работы. Четкое проставление приоритетов и организация процессов, проведение продуктивных встреч, сильная устойчивая мотивация и т.д.

— Поведенческие изменения: Улучшение коммуникационных навыков, предотвращение конфликтов, усиление способности положительного воздействия — это всего лишь несколько устойчивых изменений, которые коучинг может обеспечить в сфере деловых взаимоотношений.

— Прояснение истинных ценностей: Когда сотрудники понимают, что на самом деле важно для них самих и для их организаций, они более «ответственно относятся к своей работе, принимают лучшие решения, становятся более эффективными, творчески подходят к поиску путей решения задач.

Верные действия: Положительный результат от коучинга — развитие способности совершать эффективные верные действия — проявляется, когда сотрудник понимает, как использовать полностью свои таланты в достижении корпоративных задач. [1, с. 131]

Основополагающим принципом коучинга является твердая уверенность в том, что все люди обладают гораздо большими внутренними способностями и потенциалом, чем те, что они проявляют и реализуют в повседневной жизни. Начальной предпосылкой коучинга является вера в уникальный творческий потенциал и способности человека (коллектива, организации), позволяющие добиваться высоких позитивных результатов во всех областях

Таблица 1. Сравнительный анализ особенностей современных технологий обучения и развития персонала

1. Общее с терапией: снимают психологическое напряжение клиента, имеют дело с эмоциями и психологическими барьерами	
Коучинг фокусируется на цели и будущие действия, его задача – прогресс результативности	Психолог дает советы, рекомендации и требует следования им. Психология имеет дело с переживаниями клиента, связанными с прошлым опытом, и фокусируется на прогрессе
2. Общее с тренингом: направлены на развитие и совершенствование человека	
У коуча нет власти, а отношения с клиентом свободны от жестких схем	Тренинг имеет фиксированное расписание и четкую тематику. Тренер имеет власть над слушателем
3. Общее с консультированием:	
Коучинг не проводит экспертизу и строится на информации, получаемой из межличностного общения с клиентом	Консультирование включает оценки и экспертизы, советы, рекомендации, основанные на организационной диагностике
4. Общее с менторством:	
Коучинг не предполагает экспертный авторитет коуча в области менеджмента	Менторство предполагает признание профессионального и экспертного авторитета ментора, основанного на глубоких познаниях в области менеджмента

и сферах производственно-хозяйственной деятельности. Их раскрытие и реализацию сдерживают лишь ограничивающие убеждения, стереотипы и, возможно, недостаток отдельных навыков и информации.

Развивающее консультирование как раз и направлено на то, чтобы выявить и максимально использовать имеющиеся у отдельного человека или трудового коллектива способности и потенциальные возможности.

Коучинг позволяет решать не только профессиональные задачи, но и связанные с ними личностные проблемы. Для большинства людей работа и личная жизнь не могут быть разделены: одна сфера всегда влияет на другую. Поэтому чем больше коуч сможет подключиться к мотивации клиента в его личной жизни, тем более сильно будет проявляться его результат на работе.

Это принципиально отличает данный метод обучения и развития от всех предшествующих ему. Человек это сложно организованная система, подверженная влиянию множества взаимосвязанных факторов. Поэтому для качественного развития одного из них необходимо акцентировать внимания одновременно и на других.

Помимо этого выделяют следующие принципы коучинга:

- проблему надо решать на более глубоком уровне, чем тот, на котором она проявляется — как правило, мы видим только проявления или симптомы проблемы, не стараясь добраться до первопричины;
- коучинг не учит, а помогает учиться;
- не обязательно знать причину затруднения, чтобы с ним справиться;
- коучинг ориентирован на решение задачи, а не на ее сложность;
- небольшие изменения могут приводить к большим результатам;
- коучинг акцентирует внимание на мельчайших изменениях, которые способствуют достижению глобальных целей;
- в людях надо видеть будущие возможности, а не прошлые дела, успешный или неуспешный опыт;
- решение всегда находится в самой задаче (проблеме). [1, с. 125]

Сегодня эффективность коучинга не вызывает сомнений и подтверждена результатами многочисленных исследований. Например, в Великобритании компании, применяющие коучинг, смогли получить почти 30% увеличение производительности. [7, с. 3] А по данным Международной Федерации Коучинга, окупаемость затрат на коучинг равна 1 к 5,7. [6, с. 7] На каждый вложенный рубль в развитие персонала с помощью данной технологии будет получено 5,7 руб. прибыли.

Для сотрудников коучинг несет следующие преимущества: [5, с. 4]

1. учит решать свои проблемы;
2. повышает управленческие навыки и межличностное общение;
3. улучшает отношения с коллегами;

4. развивает уверенность в себе;
5. повышает эффективность работы;
6. Укрепляет самосознание;
7. способствует приобретению новых навыков и способностей;
8. развивает адаптацию к изменениям;
9. улучшает баланс между работой и личной жизнью;
10. снижает уровень стресса.

Для организации данный инструмент несет следующие конструктивные изменения: [5, там же]

1. повышение производительности персонала, качества обслуживания клиентов;
2. повышение приверженности работников к организации;
3. демонстрирует сотрудникам заботу об их развитии;
4. помощь работникам в решении личных проблем, которые могли бы повлиять на производительность в работе;
5. повышение удовлетворенности от работы и личного развития.

По результатам исследования Harvard Business Review, в котором участвовали 340 специалистов из области коучинга, был выявлен рейтинг профессиональных навыков эффективного коуча, который должен выглядеть следующим образом. [4, с. 3]

1. Опыт работы в аналогичной сфере — 65%.
2. Понятная методология — 61%.
3. Успешный опыт работы с прошлыми клиентами — 50%.
4. Возможность измерения коэффициентом ROI (рентабельность инвестиций) — 32%.
5. Наличие сертификации коуча — 29%.
6. Опыт работы в коучинге — 27%.
7. Опыт работы психологом — 13%.
8. Опыт работы в подборе персонала — 2%.

На сегодняшний день существует точка зрения, что эффективный коуч обязательно должен обладать психологическим образованием, однако данные того же исследования свидетельствуют об обратном. Лишь 13,2% респондентов считают, что это необходимо, и 45,9% имеют обратную точку зрения. Тоже касается и сертификатов на ведение деятельности. Только 29,2% респондентов считают это важным, и 28,5% не важным вовсе.

Так как система обучения коучинга полностью транслируется из Западных школ, то эти данные верны и для России. Однако намечается тенденция развития Русской школы коучинга, где больший упор делается на умение четко и грамотно формулировать свои мысли, задачи в соответствии с правилами и канонами русской речи.

Как любой инструмент развития персонала коучинг имеет как сильные, так и слабые стороны. (Табл. 2) [3, с. 395]

Эффективный коучинг на рабочем месте ведет к достижению цели, приносит удовлетворение и радость, от которой выигрывает как сотрудник, так и организация. Это недирективный подход, стимулирующий высокое качество, обучение и рост удовлетворенности в результате дости-

Таблица 2. «Плюсы» и «минусы» коучинга

«Плюсы»	«Минусы»
1. Гибкость подходов и методов	1. Опасность погружения в личные проблемы клиента
2. Возможность работать с любыми клиентами и любыми ситуациями	2. Необходимость специальных навыков у коуча в области психологии
3. Неформализованность	
4. Фокус на клиента	

жения значимых и для человека, и для организации целей. Внедрение методов и подходов коучинга в повседневную практику управления может сильно продвинуть компанию и ее сотрудников к достижению общих и персональных

целей. Но при этом следует понимать, что это не панацея от всех бед, и не средство, которое подходит всем, поэтому не стоит отказываться и от традиционных методов управления, создавая систему, где одно будет дополнять другое.

Литература:

1. Смирнова Н.К., Самарина О.Г., Астахова Т.А. Организационные изменения в компании: персонал, руководители, процессы и управление. — М.: Бератор-Паблишинг, 2008. — 192 с.
2. Щегорцов В.А., Таран В.А. Менеджмент: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / под ред. про. В.А. Щегорцова. — М.: Юнити-Дана, 2005. — 543 с.
3. Яхонтова Е.С. Soft Management, или Управление отношениями в компании: Учебник/ Е.С. Яхонтова. — М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2010. — 470 с.
4. Coutu and Carol Kauffman What Can Coaches Do for You? // Harvard business review. — 2009. — p. 3
5. Jacky Pratt Benefits of Coaching in Business // Europe's Accreditation Body for Coaches and Coach Training Providers — September, 2004 — Issue 1. — p. 4
6. Joy McGovern, Michael Lindemann, Monica Vergara Maximizing the Impact of Executive Coaching: Behavioral Change, Organizational Outcomes, and Return on Investment // The Manchester Review. — 2001. — Vol. 6. — № 1. — p. 7
7. Lawton-Smith C., Cox E. Coaching: Is it just a new name for training? // International Journal of Evidence Based Coaching and Mentoring. — 2007. — Special Issue. — p. 3
8. Lee Smith The executive's new coach // Fortune. — v 128. — 1993. — p. 126

Совершенствование системы оценки эффективности сделок с активами между российскими и зарубежными нефтегазовыми компаниями

Григорьев М., аспирант

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

The Economic Efficiency Estimation System Developing Concerning Asset Transactions between Russian and Foreign Oil and Gas Companies

M.S. Grigoriev — Graduate of RSU of oil and gas named after I.M. Gubkin, «international oil and gas business» department.
Postgraduate of RSU of oil and gas named after I.M. Gubkin

В данной статье отражена проблематика оценки эффективности сделок с активами между российскими и зарубежными нефтегазовыми компаниями. Перечислены основные виды подходов оценки бизнеса, классификация сделок с активами, виды эффектов, вызываемые реализацией совершением данных операций, а также приведены анализ рынка слияний и поглощений в условиях финансового кризиса.

Ключевые слова: оценки эффективности, методы оценки бизнеса, виды эффектов, критерии эффективности сделок, сделки по слиянию и поглощению, финансовый кризис.

This article reflects the problem of economic efficiency concerning asset's transactions estimation between Russian and foreign oil and gas companies. The main business estimation categories, classification of assets transactions, main

features of its effects indicated and specified; mergers and acquisitions market analysis is represented in financial crisis condition.

Для диверсификации своих активов и/или реализации стратегии выхода на мировые рынки компании часто прибегают к приобретению пакета акций контрольного и неконтрольного характеров, в зависимости от конкретных целей, а также к обмену активами.

Процесс приобретения активов, как и обмен с целью доступа и частичного вовлечения в производственно-хозяйственную деятельность компании, относится к инвестированию. Для инвестирования необходимо: 1) дать оценку бизнеса как такового и 2) провести оценку инвестиций в этот бизнес, т.е. дать оценку проекта.

Предметом нашего изучения являются российские и зарубежные нефтегазовые компании. Поэтому важнейшая задача — это экономическое обоснование сделок с активами между данными компаниями на базе теории и методологии оценки бизнеса. Для совершенствования системы оценки эффективности сделок с активами необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести идентификацию процесса оценки бизнеса (субъекты, цели, стандарты, подходы и т.д.);
2. Дать характеристику компаний участвующих в сделках (структура компании, законодательная и регулятивная база, выбор метода расчета стоимости компании и т.д.);
3. Провести учёт странового риска и предполагаемой структуры сделки с расчетом её экономической эффективности (оценка макроэкономической ситуации в стране, характеристика современного состояния и прогноз развития рынка нефти и газа, оценка экономической эффективности участия российской энергетической компании в сделке с активами зарубежной нефтегазовой компанией и т.д.).

На предварительном этапе оценки эффективности сделок с активами нефтегазовых компаний необходимо выбрать соответствующие подходы и методы для этой оценки.

Эти подходы связаны, дополняют и конкретизируют друг друга. Рыночный подход — самый абстрактный из них. Имущественный подход более конкретный в сравнении с рыночным подходом. Но самым практичным, удобным и лёгким в использовании нам представляется доходный подход. Это связано с трудностями, возникаю-

щими в оценках рынков капитала, сделок, «отраслевой специфики», стоимости имущества. Что касается дохода, то простота его подсчёта и оценки делает этот подход простым и надёжным.

Рыночный подход к оценке бизнеса [1]

Рыночный подход к оценке бизнеса реализуется тремя методами оценки, к которым относятся:

1. метод рынка капитала;
2. метод сделок;
3. метод «отраслевой специфики».

Рыночный подход несколько завышает стоимость оцениваемой компании, так как в реальной практике ее акции фактически неликвидны. Это особенно важно для держателей мелких пакетов акций, которые не имеют достаточного влияния на менеджеров компании, чтобы договориться с ними о выкупе у компании своих акций в случае, когда акционерам нужно будет перевести свои средства в другой бизнес либо извлечь их из бизнеса для целей потребления. Подобная ситуация ведёт к потере доверия мелких инвесторов к руководству компании, желанию избавиться от акций и общему снижению их курсовой стоимости в случае резких колебаний экономической конъюнктуры (шоков).

Важно, что рыночный подход применим для оценки действующего предприятия, поскольку используемая в этой оценке компания-аналог является также действующей и оценивается фондовым рынком соответственно.

Имущественный подход к оценке бизнеса отличается большей конкретностью и легче применим на практике, главным образом опирается на метод накопления активов. Метод накопления активов (оценки накопленных предприятием активов) предполагает оценку рыночной стоимости предприятия по рыночной или ликвидационной стоимости его имущества, очищенной от стоимости задолженности предприятия. Такой способ оценки рыночной стоимости предприятия соответствует случаю, когда цель оценки состоит в определении стоимости предприятия как ликвидируемого (ликвидационной стоимости), в том числе в порядке добровольной ликвидации с погашением всех текущих обязательств предприятия.

Данный подход более применим для компаний, прекращающих свою финансово-хозяйственную деятельность в

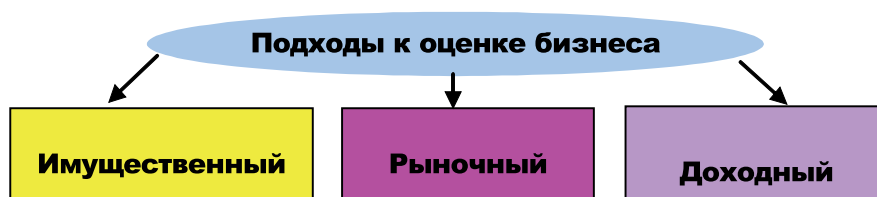


Схема 1. Три основных подхода к оценке бизнеса

порядке их добровольной ликвидации с погашением всех текущих обязательств предприятия.

Самым практичным и удобным в использовании нам представляется **доходный подход**.

Суть, которого состоит в определении стоимости объекта на основе тех доходов, которые объекты способен в будущем принести своему владельцу (владельцам), включая результат от продажи того имущества («нефункционирующих» или «избыточных» активов), которое не понадобится для получения этих доходов.

Будущие доходы оцениваются и суммируются с учетом времени их появления. Добавляемая к указанным доходам стоимость «нефункционирующих» активов учитывается на уровне их рыночной стоимости, точнее, как вероятная цена их срочной продажи.

При расчете экономической эффективности сделок с активами в рамках доходного подхода используются следующие методы:

1. Метод дисконтирования денежного потока.

2. Методы капитализации ожидаемого дохода (также капитализация постоянного дохода, получаемого в течение ограниченного срока: модели Инвуда, Хоскальда, Ринга).

3. Модель Гордона

Доходный подход приемлем в тех случаях, когда по долгосрочному бизнесу (срок полезной жизни бизнеса стремится к бесконечности или является неопределенно длительным) ожидаемые от него доходы будут положительны.

Инвестор предприятия совсем не обязательно, как предполагалось при рассмотрении методов оценки бизнеса до сих пор, будет заинтересован в оценке текущей или прогнозной рыночной (обоснованной рыночной) стоимости предприятия в целом. Он может приобретать не все 100 % акций (паев) предприятия, а лишь конкретный пакет акций (пай), рассчитывая перепродать его по выгодной прогнозной рыночной стоимости. Для выбора оптимальной оценки экономической эффективности, которая в большинстве случаев базируется на критериях чистой дисконтированной стоимости (net present value, NPV) и на внутренней норме доходности (internal rate of return, IRR) необходимо идентифицировать объект оценки. В нашем случае объектом исследования являются активы компании. Классифицируем сделки и операции с активами.

При проведении экономического анализа — необходимо разграничить сферу исследования подобных сделок:

1. Сделки и операции с активами:

2. Реализация активов

3. Покупка активов

4. Контрольный характер (50 % и выше, в зависимости от числа совладельцев — ключевой фактор — контрольный пакет, сделки M&A).

5. Неконтрольный характер (1–50 %, цель — участие в бизнесе.)

6. Создание совместного предприятия

7. Обмен активами. Цель — диверсификация инвестиционного портфеля.

Сделки по обмену активами производятся в случае диверсификации активов инвестиционного портфеля, увеличения своей доли в активах другой компании (расширение бизнеса, выход на зарубежные рынки).

В подобных сделках руководствуются теми же эклектическими принципами, что и при оценке сделок слияний и поглощений. Общая эффективность сделки определяется путем стоимости отдельно взятых элементов (участствующих в сделке активов.) При этом по каждому денежному потоку рассчитывается индивидуальная ставка дисконта.

В данном случае особое значение уделяется перспективной ценности обмениваемых активов. Будущая стоимость активов, приведенная к текущему моменту, с учетом средней ставки дисконтирования будет не столь высокой, если принять во внимание страновые риски, риски связанные с выходом на новый рынок и т.д. Поэтому используется также процесс компаундирования денежных потоков, когда стоимость активов будет приведена относительно определенного момента в будущем. Кроме того, при оценке корреляционных связей между показателями эффективности сделок с активами компаний и оценках последствий этих сделок в краткосрочной и долгосрочной перспективах следует учитывать многочисленные эффекты.

При операциях с активами компаний, мы можем столкнуться со следующими труднопрогнозируемыми эффектами: синергия, диссинергия, трансмиссия, мультипликация, акселерация и другие. При операции с активами возможны следующие достижения экономических эффектов:

Эффект вытеснения

Данный эффект неизбежен при совершении крупных сделок M&A, выражается вытеснением более мелких игроков с рынка вследствие объединения компаний. В нефтегазовой отрасли характерен процесс поглощения компаний, входящих в общую цепочку добычи-переработки-сбыта нефти или газа.

Синергетический эффект [2]

Основная причина реструктуризации компаний в виде слияний и поглощений заключается в стремлении получить и усилить синергетический эффект (Синергия или Синергизм (от греч. *συνεργία* Synergos — вместе действующий) — это комбинированное воздействие двух или более факторов, характеризующееся тем, что их объединённое биологическое действие существенно превосходит эффект каждого отдельно взятого компонента и их суммы. Поэтому, стремление компаний к слияниям и поглощениям — это не только эффективное средство борьбы с конкурентами, но и попытка повысить эффективность своей деятельности и выйти на качественно новый уровень, открывающий новые перспективы и горизонты.

Для примера можно привести следующую сделку: ком-

пании «СТС-Сервис», (производственное подразделение шведской Malka Oil) и «Газпром нефти».

Газпром нефть завершила сделку приобретения базового производственного подразделения шведской Malka Oil — ООО «СТС-Сервис». Сумма сделки составила 820 млн шведских крон (около 113 млн долл.). Сделка включает в себя передачу долга ООО «СТС-Сервис». Сделка была одобрена акционерами Malka Oil, менеджментом Газпром нефти, а также ФАС РФ. «СТС-сервис» ведет разработку Западно-Лугинецкого нефтяного участка в Томской области. В пределах участка открыты Западно-Лугинецкое (ведется разработка), Нижнелугинецкое и часть Шингинского месторождения, запасы которых по категориям C1+C2 составляют 11,5 млн т, а также 11 перспективных структур. Данные месторождения, а также перспективные структуры находятся в непосредственной близости от Шингинского месторождения, разрабатываемого дочерним предприятием Газпром нефть — ООО «Газпромнефть-Восток». Кроме того, СТС-Сервис принадлежат лицензии на разработку еще двух томских нефтяных участков. Запасы «СТС-сервис» по категориям C1+C2 составляют 13 млн т.

Завершение сделки это умеренно позитивное событие, т.к. это позволяет компании прирасти запасами с высокой степенью готовности к запуску. В то же время, цена, заплаченная за актив, находится по рынку с небольшой премией, что по нашему мнению будет компенсировать положительные аспекты сделки. По мнению аналитиков, это приобретение в перспективе позволит «Газпром нефти» сформировать крупный производственный кластер в Том-

ской области. Поглощение этого подразделения шведской компании позволит «Газпром нефти» получить синергетический эффект от комплексного освоения месторождений с учетом развитой инфраструктуры и высокой степени изученности геологических особенностей региона. «С учетом слухов о желании «Газпром нефти» выкупить долю «Роснефти» в «Томскнефти» суммарно эти возможные приобретения могут позволить компании сформировать крупный производственный кластер в Томской области», — считает эксперт.

Диссинергия

Диссинергия — снижение эффективности функционирования системы в результате негативного воздействия друг на друга входящих в нее элементов.

Многие менеджеры, проводящие слияния и поглощения, недооценивают или вовсе оставляют без внимания реальный объем единовременных издержек. Например, один химический концерн публично обязался снизить ежегодные расходы на 210 млн. долл., для чего ему необходимо было сразу вложить 250 млн. долл. Если бы компания так же тщательно оценивала объем издержек, как и ежегодный эффект от синергии, то она знала бы, что при аналогичных сделках, проведенных ранее, единовременные издержки компаний были не меньше 450 млн. долл. Пытаясь выполнить взятые на себя обязательства, компания в конце концов перерасходовала бюджет, не смогла реализовать обещанные синергетические эффекты и далеко отстала от запланированных показателей роста доходов. Пример неудачных слияний на практике можно увидеть на диаграмме 1.



Диаграмма 1. Неудачные слияния

Трансмиссия

Следующий эффект, который может наблюдаться при осуществлении сделок с активами, в первую очередь при операции слияния и поглощения — это эффект трансмиссии.

Структура трансмиссионного механизма состоит из каналов, которые представляют собой своеобразные цепочки макроэкономических переменных, по которым передается пульс изменений, вызванных совершением сделки и реакцией рынка и властей на данные процессы. В исследуемой отрасли это отражается во многих экономических сферах, при слиянии компании проявление этого эффекта коснется начиная с увеличения численности рабочего персонала до изменений налоговых поступлений в бюджет государства и заканчивая определенным выходом экономических решений как социального, так и политического характеров.

Мультипликация

Еще один эффект, который достигается по осуществлению операций с активами.

Мультипликатор (от лат. *multiplicator* — умножающий) означает множитель. Мультипликатор, выражающий связь между приростом инвестиций и приростом дохода, усиливает (множит) воздействие инвестиционного спроса на увеличение доходов. Мультипликатор автономных инвестиций.

На Уолл-стрит справедливо считают, что при заключении сделок не следует платить за ожидаемые синергетические и мультипликационные эффекты роста доходов. Именно при оценке величины роста доходов в результате объединения обычно и ошибаются покупатели. А ведь на ожиданиях именно этого эффекта основываются многие категории сделок, например, когда ставится цель получить доступ к клиентам, каналам поставок или региональному рынку приобретаемой компании. Почти в 70% случаев, учтенных в нашей базе данных, слияния не привели к желаемой синергии доходов.

Акселератор индуцированных инвестиций (инвестиции, вызываемые потребностью общества в соответствующих товарах и услугах, на получение, производство которых используются инвестиции) действует по мере реализации сделки и в случае реализации синергетического эффекта оказывает влияние на развитие компании и отрасли в частности.

Часто данные эффекты не проявляются по отдельности — одни вытекают из других и т.д. Все эффекты и заключенные в них экономически скрытые виды индуцированных и автономных инвестиций, участвующих в данных сделках можно отразить в следующей формуле:

$$Эобщ = Эакс + Эмульт + Эсинерг + Этранс + Эаав + Эини$$

В современных условиях необходимо учитывать весьма широкий спектр факторов оказывающих влияние на эффективность сделок с активами компаний

В каждой стране свое налоговое законодательство и диапазон налоговых ставок весьма широк. Поэтому учёт

налогооблагаемой базы юридических лиц, которые являются участниками тех или иных сделок с активами, также необходим.

При операциях по приобретению активов (пакета акций контрольного и неконтрольного характеров) и при осуществлении тех или иных операций по их обмену, в процессе оценки экономической эффективности при использовании доходного подхода, выстраивается CF (денежный поток *Cash Flow*) в основе которого лежат налоговые вычеты. При анализе международных сделок особое внимание уделяют некоторым из них: налог на прибыль, налог на имущество, НДС, ставка налога на перевод денег, ставка налога на дивиденды.

Отечественная законодательная база «не балует» предпринимателей в отношении сделок слияния и поглощения. Другими словами, не обладает должной гибкостью, чтобы регулировать такого рода договоры. Некоторые соглашения между акционерами приходится даже заключать за пределами российской юрисдикции. В случае если компания планирует сделку, в результате которой на рынке могут произойти существенные изменения, антимонопольная служба может обязать ее получить лицензию на совершение этой сделки. Для иностранных игроков тоже существуют некоторые барьеры и лимиты на присутствие капитала. Таким образом, можно сказать, что есть много нюансов, которые способны затягивать проект. Случается и так, что стороны уже обо всем договорились, но сделку удастся заключить лишь через три месяца — из-за оформления дополнительных разрешений.

Основные показатели рыночной активности в секторе M&A в 2010 г. [3]

В 2010 г. суммарная стоимость торгов увеличилась на 34,9%, составив около 55,74 млрд. долл. США против 41 млрд. долл. США в 2009 г., и составив 56,87% от значения 2008 г. — 98 млрд. долл. США. Всего на российском рынке слияний и поглощений в 2010 г. было совершено 762 сделки, что несколько превышает результат 2009 г. — 731 сделка, и ниже показателя 2008 г. — 775 сделок.

На долю сделок свыше 1 млрд. долл. США пришлось 35,88 млрд. долл., то есть 64,36% общего объема рынка слияний и поглощений. При этом уровень средней стоимости сделки остался на уровне прошлого года — 235 млн. долл. США.

Стоимостная структура сделок российского рынка слияний и поглощений в 2010 г. представлена на рисунке 1.

Отраслевая структура

В 2010 г. лидирующее положение по величине направленных инвестиций занимали телекоммуникационные компании (15,83 млрд. долл. США, что составляет около 28,4% объема рынка). В 2009 г. объем сделок M&A в российском телекоммуникационном секторе составлял 4,97 млрд. долл. США. В 2008 г., эта сумма составляла 6,51 млрд. долл. США.

За сферой коммуникаций идёт нефтегазовая сфера (7,31 млрд. долл. США — 13,12%), затем химическое производство (5,44 млрд. долл. США — 9,77%).

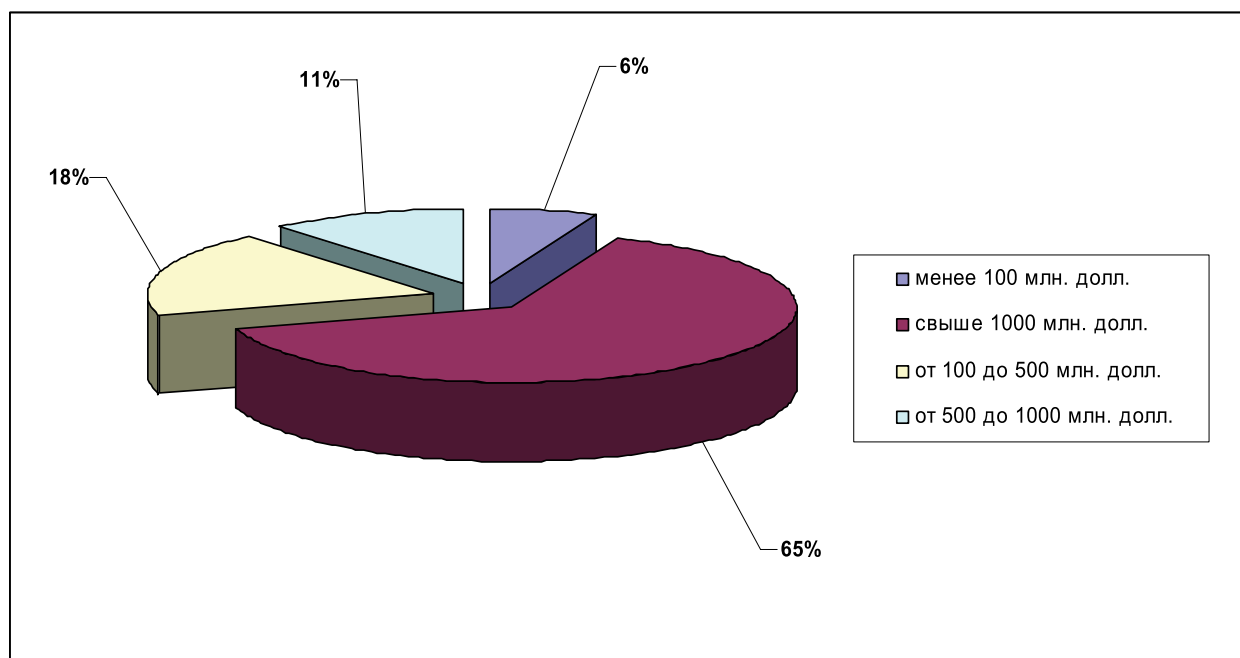


Рис. 1. Стоимостная структура сделок М&А в 2010 г.

Структура рынка слияний и поглощений по отраслям в зависимости от объема заключенных сделок (в ценовом выражении) представлена на рисунке 2.

Большие перестановки в крупнейших 10 отраслях на рынке М&А связаны, в первую очередь, с заключением в сильно выросших отраслях ряда очень крупных сделок. Телекоммуникационный сектор, оказавшийся на первом

месте, был представлен как одним из крупнейших слияний в этом году, так и большим количеством сделок, направленных на горизонтальную интеграцию.

Следует обратить внимание на то, что сделки с активами компаний подвержены различным рискам и в них задействованы рискованные активы компаний. Значит, либо уменьшение риска должно рассматриваться в качестве критерия

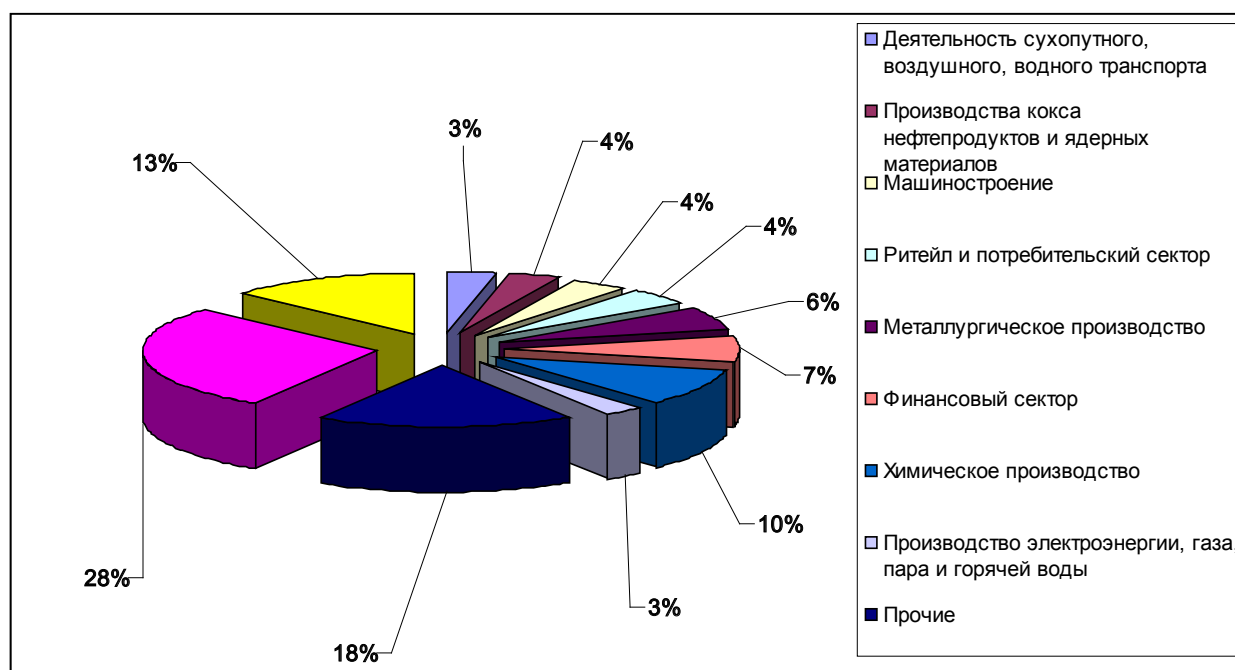


Рис. 2. Структура рынка слияний и поглощений по отраслям в зависимости от объема заключенных сделок

эффективности сделки, либо предыдущие показатели эффективности должны быть изменены с учетом этого риска.

В соответствии с вышеизложенными замечаниями не-

обходим конкретный алгоритм этапов оценки стоимости нефтегазодобывающей компании с учетом специфических особенностей его функционирования.

Литература:

1. С.В. Валдайцев. «Оценка бизнеса», Изд-во «Проспект», 2003 г.
2. <http://ru.wikipedia.org>
3. <http://www.fbk.ru>

Стратегии и принципы инновационного управления компаниями инвестиционно-строительной сферы

Забродин А.Ю., вице-президент
ОАО «Глобалстрой-Инжиниринг» (г. Москва)

Устойчивое функционирование и развитие инновационной экономики России невозможно без адекватного устойчивого функционирования и развития компаний инвестиционно-строительного комплекса, поскольку инвестиционно-строительная деятельность является базовой для экономики России, играет ключевую роль в формировании воспроизводственных процессов в экономике России в целом, создает условия для развития других отраслей и комплексов экономики. По данным Росстата РФ совокупный вклад в экономику страны рынков и производств, напрямую связанных со строительством, достигает 30% ВВП.

Переход российской экономики в режим устойчивого инновационного развития в существенной мере определяется реализацией её инновационного потенциала, включающего [1, с. 43]:

– *способность макро-, мезо- и микроэкономических систем генерировать и внедрять инновации*, максимизирующие эффективность технико-технологических и организационно-управленческих процессов на базе их совершенствования или качественного преобразования,

– *степень ориентации* субъектов хозяйствования на использование и результативность внедрения процессных, продуктовых, организационно-управленческих и иных инноваций, обеспечивающих конкурентоспособное позиционирование компании в конкурентной, модернизирующейся внешней среде;

– *совокупность различных видов ресурсов*, включая материальные, финансовые, интеллектуальные, научно-технические и иные, используемых для осуществления инновационной деятельности.

В соответствии с международными стандартами [2, с. 15] *инновация* определяется как конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового или усовершенствованного тех-

нологического процесса, используемого в практической деятельности.

Инновационный потенциал связан с понятием *инновационности* (экономики, компании, идеи и пр.), являющимся базовым системообразующим методологическим свойством, определяющим содержание практически всех понятий инновационного ряда. В общем виде под инновационностью понимается динамическое свойство объекта, которое состоит в таком изменении (как правило, совершенствовании) объекта, которое приводит к относительному росту «качества» объекта (социально-экономических систем или их элементов) в заданный промежуток времени по сравнению с предшествующим периодом, которое, как правило, сопровождается положительной динамикой изменения различных количественных показателей. Степень инновационности объекта определяется долей вклада, которую он вносит в ускорение качественного совершенствования сопряженных с ним объектов.

Инновационный тип развития (экономики, компании) означает способность производить и реализовывать продукты и услуги преимущественно инновационного характера с помощью поддерживаемой на современном научном уровне технологической базы на постоянной воспроизводственной основе. Инновационный тип развития позволяет приобрести важнейшее свойство в рыночной среде — экономическую устойчивость. Инновационный тип развития в определенной степени является современной системной разновидностью интенсивного типа развития, но характеризуется не только интенсивным способом использования ресурсов и получением на этой основе высокой экономической эффективности, но, и, прежде всего, инновационной нацеленностью всех экономических факторов развития.

Инновации и инновационная деятельность становятся ключевыми факторами эффективного развития экономики России, успеха компаний на рынке, необходимыми условиями технологического превосходства, главными

инструментами конкурентной борьбы. Инновационная деятельность осуществляется в первую очередь на уровне субъектов хозяйствования с обязательной поддержкой государства.

Воплощение знаний и инноваций в практическую деятельность выводит компании на новый технологический уровень, обеспечивая технологическое превосходство над конкурентами, на основе которого и формируются конкурентные преимущества. Однако для обеспечения успеха в глобальной конкуренции компании недостаточно иметь конкурентные преимущества, необходимо выбрать и сформировать правильную инновационную стратегию, определяемую как комплекс мероприятий по эффективному использованию инновационного потенциала предприятия для обеспечения долгосрочно устойчивости функционирования и развития компании.

Приведем наиболее целесообразные инновационные стратегии для инвестиционно-строительных компаний [1, с.185].

1. *Инновационные стратегии в проектном управлении* включают развитие проектно-ориентированного управления и оптимизацию портфеля проектов компании на базе системы сбалансированных показателей. Проектно-ориентированное управление базируется на представлении всей деятельности компании в виде проектов, что позволяет системно управлять компанией. Управление портфелями интегрирует традиционный подход к управлению текущей деятельностью (операционным управлением), управлением проектами и стратегическим управлением/планированием в компании

2. *Трансформационные инновационные стратегии* включают системную реорганизацию организационной структуры во взаимосвязи с системой бизнес-процессов.

3. *Антикризисные инновационные стратегии* включают опережающий мониторинг внешней и внутренней среды (по сути, перманентную комплексную диагностику) и управление рисками компании, проектов.

4. *Финансово-экономические инновации* включают разнообразные стратегии оптимизации активов, максимизации стоимости компании, минимизации издержек, в т.ч. тансакционных.

4. *Адаптивное саморегулирование*, которое включает корпоративную систему стандартизации [3, с. 214] взаимоувязанную с корпоративной информационной системой, что в совокупности обеспечивает целесообразное упорядочивание и эффективное целенаправленное развитие компании.

Динамика инновационной активности компаний обеспечивается в настоящее время в основном за счет технико-технологических инноваций, несмотря на то, что инновации в области управления (организационно-управленческие) не менее значимы, а зачастую являются важнейшим ресурсом компании и определяют эффективность инновационной деятельности.

Организационно-управленческие инновации выражаются во внедрении современных методов инновацион-

ного управления как общепризнанного фактора конкурентоспособности, совершенствовании действующих и применении новых механизмов и форм организации производства и труда. Как правило, они связаны с модернизацией стратегий компаний — выходом на новые рынки, слияниями и поглощениями, разработкой корпоративной системы стандартизации, внедрением международных стандартов в системах менеджмента качества и сертификации продукции.

Инновационное управление, по мнению автора [4, с. 158], означает управления целостной структурой компании с системным использованием инноваций как непосредственно в организационно-управленческой деятельности, так и применительно к финансово-экономической и производственной деятельности (для инвестиционно-строительных компаний — к технологиям проектирования и выполнения строительных работ, к продукции строительного производства и стройиндустрии), которые в совокупности позволяют компании эффективно реализовывать собственную стратегию, повышать конкурентоспособность, сохранять и развивать устойчивость. Инновационность управления заключается в активном использовании наиболее перспективных методов в едином комплексе, что, по мнению автора, можно считать самостоятельной инновацией.

В свою очередь *инновационные технологии управления* — это методы управления целостной структурой компании с системным использованием нововведений в основных функциях управления (организационная структура, развитие и мотивация персонала и т.д.), которые позволяют компании эффективно реализовывать собственную стратегию, повышать конкурентоспособность, сохранять и развивать устойчивость. Специфика использования инновационных технологий управления в крупной компании заключается в директивном способе внедрения управленческих инноваций. Экономическая эффективность управленческих инноваций может превосходить эффективность технологических инноваций при условии планомерного и целенаправленного их внедрения менеджментом компании.

Система инновационного управления компанией базируется на основополагающих принципах функционирования [5, с. 98]

1. *Принцип органической взаимообусловленности целостности субъекта и объекта управления.* Управление как процесс целенаправленного и организующего воздействия субъекта (управляющей подсистемы) на объект (компания) должно составлять единую комплексную систему, имеющую одну цель, связь с внешней средой, обратную связь с внешней средой, обратную связь от цели к действию, направленному на ее достижение.

2. *Принцип государственной законности системы управления компанией*, суть которого такова: организационно-правовая форма компании и управление ею должны отвечать требованиям и нормам государственного законодательства.

3. *Принцип обеспечения внутренней правовой регламентации создания, функционирования и развития компании.* Вся деятельность компании должна осуществляться в соответствии с требованиями внутреннего устава (учредительного договора), содержание которого должно отвечать законодательству страны и проходить регистрацию в Министерстве юстиции.

4. *Принцип найма руководителя:* в соответствии с ним решается вопрос — назначать или избирать руководителя. Это определяется содержанием деятельности, целей и задач компании.

5. *Принцип единства специализации и унификации процессов управления.* Специализация повышает его эффективность. Однако это не всегда можно использовать из-за низкой повторяемости управленческих процессов. Поэтому специализация должна дополняться универсализацией управления, выработкой общих методов.

6. *Принцип многовариантности управленческих решений* диктуется необходимостью осуществлять выбор одного рационального и эффективного решения из множества возможных, в том числе и альтернативных решений по выполнению функций компании и достижению ею поставленной цели.

7. *Принцип обеспечения устойчивости системы по отношению к внешней среде.* Устойчивость и стабильность управленческой системы определяется качеством стратегического управления и оперативного регулирования, приводящего к лучшей приспособляемости компании к изменениям во внешней среде, в том числе и к благоприятным.

8. *Принцип адаптивности процесса управления.* Наряду с устойчивостью управление должно быть адаптивным, т.е. быстро и без особых трудностей приспосабливать изменения внутренней и внешней среды компании к инновационным изменениям.

9. *Принцип саморегулирования управления.* Чем выше уровень саморегулирования управления, тем выше качество процесса управления и ниже затраты. Условием саморегулирования управления является развитие унификации, стандартизации элементов управленческой

системы, производства, специализации выполняемых функций, применение корпоративной информационной системы и пр.

10. *Принцип единства руководства,* сущность которого можно выразить так: в компании должны функционировать один руководитель и единый стандартизированный порядок выполнения бизнес-процессов для совокупности операций, преследующих одну и ту же цель (порядок един до тех пор, пока не происходят регулируемые процессы совершенствования бизнес-процессов и устанавливается новый порядок).

Инновационное управление компаний позволяет целенаправленно обеспечивать устойчивое функционирование и развитие компании.

Устойчивость развития компании является динамической характеристикой; *означает* способность компании к постоянной изменчивости и адаптации к условиям внешней и внутренней среды; *определяется* рациональной организационной структурой бизнес-процессов; прогрессивными технологиями производства; оптимальной обеспеченностью ресурсами и активами; эффективными методами управления; *оценивается* интегральной результирующей эффективностью инновационного управления компании.

Проведенный автором настоящей статьи экспертный опрос ведущих специалистов инвестиционно-строительного комплекса по вопросам влияния на устойчивость компании основных факторов показал следующие оценки:

- 45 % — эффективность управления компаний;
- 20 % — качество проектных решений, техники и технологий строительного производства;
- 10 % — качественное ресурсное обеспечение производственной деятельности;
- 20 % — устойчивость внешних условий деятельности компании;
- 5 % — прочие факторы.

Таким образом, фактор эффективности управления компаний имеет преобладающее значение, что и определяет актуальность инновационного управления компаний, как существенного фактора обеспечения устойчивости компании.

Литература:

1. Забродин А.Ю. и др Управление инвестиционными программами и портфелями проектов /. Авторский коллектив/Забродин Ю.Н., Михайличенко А.М., Саруханов А.М., Шапиро В.Д. Ольдерогге Н.Г. и др. — М.: ДЕЛО, 2010. — 578 с.
2. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям Третье издание, Совместная публикация ОЭСР и Евростата, Перевод на русский язык, издание второе исправленное — М.: Государственное учреждение «Центр исследований и статистики науки» (ЦИСН), 2010. — 192 с.
3. Забродин А.Ю. и др Корпоративная стандартизация бизнеса: Справочное пособие /. Авторский коллектив. / Под общ. ред. проф. А.В. Цветкова и проф. В.Д. Шапиро. — М.: Издательство ДЕЛО, 2011. — 586 с.
4. Забродин А.Ю. и др Управление реструктуризацией компаний /. Авторский коллектив. /Курочкин В.В., Забродин Ю.Н., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. и др — М.: ДЕЛО, 2010. — 526 с.
5. Забродин А.Ю. и др. Инновационный менеджмент: миф или реальность. /В.В. Стасев, А.Ю. Забродин, Е.Н. Черных — М.: Изд-во ГРИФ, 2006. — 354 с.

Инвестиционная привлекательность города: понятие, определения, способы оценки

Зюмалина А.Р., ст.преподаватель
Оренбургский государственный педагогический университет

Investment attractiveness of the city: conception, definitions, methods of assessment

Zyumalina A., Senior Lecturer, Department of Economics and Applied Economic, OSPU

В данной статье раскрываются понятия инвестиционной привлекательности города, дается анализ существующим методам оценки инвестиционной привлекательности, выявляются их недостатки и достоинства.

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, инвестиционный потенциал, инвестиционный риск, конкурентный статус, конкурентный потенциал, факторы инвестиционной привлекательности.

This article undertakes such an analysis of investment attractiveness of the city and its methods of evaluation, in particular advantages and shortcomings of these methods.

Key words: Investment incentives, potential, investment risk, competitive status, competitive potential, factors of investment incentives

При многоуровневой стратегии территориального развития России, сочетающей принципы управления сверху и внутреннего саморегулирования, города стали субъектами самостоятельного принятия экономических решений и проведения определенной социально-экономической политики на своих территориях.

В условиях ограниченности собственных финансовых средств, требующихся для реализации планов социально-экономического развития муниципальных образований, а также отдельных целевых программ, необходимо привлекать дополнительные средства за счет инвестирования, создания условий для привлечения капитала, в том числе и иностранного, в хозяйствующие объекты на территории города. Кроме того, привлечение инвестиций представляет собой один из наиболее эффективных способов преодоления кризисного, посткризисного состояния российской экономики, а также социально-экономического развития государства, либо региона, города, отрасли.

Реализация вопросов привлечения инвестиций на муниципальном уровне осуществляется в виде инвестиционной политики города — совокупность инструментов и механизмов, реализуемых органами местного самоуправления по созданию и повышению инвестиционного климата муниципального образования с целью решения социально-экономических задач города (повышение качества жизни населения города) [сформулировано автором].

В процессе разработки инвестиционной политики муниципального образования следует учитывать, что город рассматривается как система более высокого порядка, чем просто территориальное образование. На современном этапе развития экономики город, как и все другие территориальные образования, анализируются с позиций системного подхода. С этой точки зрения город рассматривается как муниципальная социально-экономическая

система (МСЭС), представленная различными секторами экономики, объектами социально-культурного назначения, политическими, экономическими организациями, некоммерческими структурами. Кроме того, муниципальное образование можно представить как особую иерархически организованную хозяйствующую систему, рассматриваемую как объект управления, с точки зрения менеджмента.

Инвестиции с наибольшей эффективностью могут осуществляться в тех городах, где для этого созданы наиболее выгодные условия, поэтому для принятия решения об инвестировании, как в информационном, так и в методическом плане, важную роль играет адекватная оценка и прогнозирование инвестиционного климата муниципального образования.

Целью написания данной статьи является анализ имеющихся определений понятия «инвестиционная привлекательность города» (ИПГ) и существующие способы ее оценки.

В экономической теории и практике в инвестиционном процессе используются два понятия: инвестиционная привлекательность и инвестиционный климат. Некоторые ученые (Саак А.Э., Колчина О.А.) считают, что эти понятия различны: инвестиционная привлекательность, наряду с инвестиционной активностью (количество инвестиций за анализируемый период), являются элементами инвестиционного климата. В большей степени многие ученые-экономисты отождествляют эти понятия, не выделяя принципиальных различий между ними.

Определение различий в этих понятиях не является задачей данной статьи, поэтому, эти понятия будут считаться синонимичными.

В экономической литературе наиболее часто встречается следующее определение: *инвестиционная привлекательность хозяйственной системы* есть обоб-

ценная характеристика совокупности социальных, экономических, организационных, правовых, политических, социокультурных предпосылок, предопределяющих привлекательность и целесообразность инвестирования в ту или иную хозяйственную систему (экономику страны, региона, предприятия).

Также, понятие «инвестиционный климат» отражает степень благоприятности ситуации, складывающейся в той или иной стране (регионе, городе, отрасли) по отношению к инвестициям, которые могут быть сделаны в страну (регион, город, отрасль).

В данных определениях основной акцент делается на совокупность условий территориального образования, которые влияют на положительное принятие решения об инвестировании.

Инвестиционная привлекательность, в отличие от других экономических категорий, не характеризуется динамичностью, она не способна быстро реагировать на изменения факторов внешней среды.

Понятие инвестиционного климата характеризуется сложностью и комплексностью. Показатели инвестиционной привлекательности реализуются как на макро-, так и на микроуровне. На макроуровне реализуются факторы политической (включая законодательство), экономической и социальной среды для инвестиций. На микроуровне инвестиционный климат проявляется на уровне взаимовыгодных отношений фирмы-инвестора и субъектов территории-реципиента (государственных органов, хозяйственных субъектов, поставщиков, покупателей, банков, а также профсоюзов и трудовых коллективов). На этом уровне происходит конкретизация обобщенной оценки инвестиционного климата в ходе реальных экономических, юридических, культурных контактов инвестирующей фирмы с новой для нее средой.

Макро- и микроуровни инвестиционного климата реализуются как единое целое. Любые факторы внешней среды (законодательные действия Федерального Правительства по формированию инвестиционного климата могут не соответствовать законодательному производству местного уровня и наоборот, льготы муниципалитета могут дополнять положения Федерального правительства

Комплексность и сложность категории «инвестиционная привлекательность» обусловлена тем, что нет однозначного подхода к определению этого понятия. В российской литературе инвестиционная привлекательность в определении варьируется от отождествления ее с инвестиционным климатом до такой характеристики как «платежеспособный спрос территории на инвестиции»

Следует особо отметить, что при оценке инвестиционной привлекательности города агенты местного рынка инвестиций: инвестор, заемщик (хозяйствующий субъект, зарегистрированный на территории города), местные органы управления по-разному трактуют понятие инвестиционной привлекательности города. Для инвестора город инвестиционно привлекателен, если маржинальные из-

держки размещения нового производства в городе равны маржинальному доходу. Для хозяйствующего субъекта городской экономики — это степень благоприятности местных условий его инвестиционной деятельности.

Инвестиционная привлекательность в таком случае определяется как совокупность находящихся под влиянием местных властей универсальных условий для хозяйственной деятельности и инвестиций, определяемых городским хозяйственным регулированием, традициями и практикой хозяйственных отношений, влияющих на принятие решений об изменениях масштабов и характера производства [4].

Эти условия формируются при реализации инвестиционных проектов, а также определяющих возможность окупаемости этих проектов и получения прибыли.

Приведенное определение инвестиционной привлекательности города может использоваться муниципальными органами власти в территориальном маркетинге города, то есть при реализации задач муниципального управления для позиционирования города на внешних инвестиционных рынках.

Несмотря на то, что в определениях инвестиционной привлекательности города акценты сделаны на различные критерии, основной является такая характеристика города, как конкурентоспособность. Использование инструментов территориального маркетинга в стратегическом муниципальном управлении способствует формированию позитивного имиджа территории, создавая тем самым конкурентное преимущество территории, привлекательность муниципального образования для инвестиций по сравнению с другими муниципальными образованиями-конкурентами. Анализ видов конкуренции за инвестиции проводится исходя из модели пяти сил конкуренции М.Портера. На основе этой модели Иванов В.В. и Коробова М.П. разработали оценку конкурентоспособности города, которая может быть применима для оценки ИПГ. Конкурентный статус (инвестиционная привлекательность) муниципального образования является функцией от двух аргументов: конкурентоспособности муниципального образования (КС) и конкурентного потенциала муниципального образования (КП):

$$\text{Инвестиционная привлекательность} = A \times \text{КС} + B \times \text{КП}, (1)$$

где А и В — весовые коэффициенты, отражающие вклад КС и КП в инвестиционную привлекательность муниципального образования, определяемые экспертным путем, например по 10-ти балльной шкале;

КС — отражает эффективность функционирования муниципального образования в краткосрочном периоде.

Показатель КС является интегральным показателем, его параметрами являются показатели уровня жизни населения на территории города в сравнении с базовым уровнем, определенным законодательно, или в сравнении с уровнем более сильного конкурента.

КП — конкурентный потенциал или сила конкурентной позиции, способность эффективного функционирования

муниципального образования в перспективном периоде, определяется факторами, которые могут привлекать и удерживать потенциальных инвесторов. Уровень конкурентного потенциала города определяется наличием следующих факторов: наличие стратегического плана развития муниципального образования; интеллектуальный потенциал муниципального образования; потенциал развития базовых отраслей экономики города; величина входного барьера в муниципальном образовании (стоимость аренды нежилых помещений, земли в ближайшем будущем; планируемые изменения в местном налогообложении и льготы; местные нормы, стандарты; лицензирование, сертификация отдельных видов деятельности, не подлежащих лицензированию в других муниципальных образованиях и трудность процедуры оформления; дотации местным предприятиям; особенности местной культуры); потенциал рынка труда; прогнозы развития рынка; предпринимательский климат; отношение власти и общества к бизнесу; стабильность муниципальной политики в области предпринимательства; льготные налоговые режимы (свободные экономические зоны); создание инновационных центров; система защиты интеллектуальной собственности; упрощение процедур регулирования хозяйственной деятельности; возможность официальных действий через Интернет — порталы и пр.

Недостатком использования кластерного анализа для оценки конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности муниципального образования является отсутствие учета рисков. Вместе с тем, оценка рисков осуществляемых проектов может дать важную информацию о конкурентном статусе муниципального образования, дать адекватную оценку инвестиционной привлекательности, позволит построить прогноз развития муниципального образования долгосрочном периоде. Поэтому в общий алгоритм оценки конкурентоспособности и конкурентного статуса необходимо включить оценку факторов риска, как для конкретных проектов, так и для муниципального образования в целом, выявив предварительно источники рисков и проведя их классификацию с учетом специфики конкретного муниципального образования.

Также при оценке инвестиционной привлекательности города можно использовать метод, выделенный Н.В. Игошиным в своей монографии «Инвестиции. Организация управления и финансирования», так называемый *«суженый подход»*. При использовании суженного метода оценивается динамика основных показателей хозяйственной деятельности (ВВП, НД, объемы производства, динамика распределения НД, пропорций потребления и накопления и потребления, ход приватизационных процессов, состояние законодательного регулирования инвестиционной деятельности, развитие отдельных инвестиционных рынков, в том числе фондового и денежного).

За основной показатель оценки инвестиционной привлекательности хозяйственной системы, в том числе и города, принимается уровень прибыльности используемых активов, рассчитанный по двум вариантам:

1. Отношение прибыли от реализации товаров и услуг к общей сумме используемых активов;

2. Отношение балансовой прибыли к общей сумме используемых активов.

Данный подход считается универсальным, то есть используется для оценки инвестиционной привлекательности хозяйственной системы любого уровня.

Положительным в данном методе является относительная простота расчетов и анализа. Кроме того, указанный подход еще и достаточно дешев, поскольку не требует проведения дополнительных статистических исследований. Недостаток заключается в том, что не отражен баланс интересов, а «инвестиционный климат не связан с инновационным типом развития, экономической устойчивостью. В нем полностью игнорируются объективные связи фактора инвестиций с другими ресурсными факторами развития хозяйственных систем» [2].

Каждый город отличается особенностями производства и жизнедеятельности, что определяет свой набор факторов. Но из этого набора можно выделить универсальный набор факторов, который может быть использован для оценивания инвестиционной привлекательности в целом. В этот набор входит: географическое положение; обеспеченность природными ресурсами и их доступность; состояние окружающей среды; структурное разнообразие экономики; состояние и развитие инфраструктуры рынка; развитие культуры и образования населения; социально-политическая стабильность; экономическая стабильность; взаимодействие органов управления с предприятиями; информационное и коммуникационное поле; нормативно-правовое поле; система льгот инвесторам.

Город считается привлекательным, если соблюдаются следующие параметры, указанные в таблице 1.

Разработанные факторы в предлагаемой методике опираются на отечественный опыт, что можно считать достоинством метода. Также данный набор факторов можно использовать при разработке интегрального показателя инвестиционной привлекательности и использовать его в качестве критерия сравнения городов по ИПГ. Недостатком можно назвать трудоемкость расчета интегрального показателя.

Задача оценивания инвестиционной привлекательности города, как объекта муниципального управления, имеет более широкие рамки, поскольку практически включает в себя оценивание его инвестиционного потенциала и эффективности управления этим потенциалом. Инвестиционный риск, в свою очередь, является параметром, характеризующим состояние первого и уровень второго, поэтому оценка инвестиционного климата региона, рассматриваемого как территория с определенным на ней потенциалом и уровнем риска, в принципе, применима и к определению инвестиционного климата города. В данной ситуации *инвестиционная привлекательность города представляет собой уровень удовлетворения ожиданий субъектов инвестиционной деятельности, определяемый уровнем возможности реали-*

Таблица 1. Параметры инвестиционной привлекательности муниципального образования

Факторы	Параметры
Географическое положение	Выгодное
Обеспеченность природными ресурсами и их доступность	Уровень обеспеченности природными ресурсами высокий и ресурсы доступны
Состояние окружающей среды	Экологическая обстановка нормальная
Структурное разнообразие экономики	Структура экономики адекватна требованиям рынка
Состояние и развитие инфраструктуры рынка	Системы инфраструктуры работают быстро и надежно
Развитие культуры и образования населения	Уровень образования и квалификации населения высокий и существуют возможности для обучения нужным профессиям
Социально-политическая стабильность	Социально-политический климат безопасный
Экономическая стабильность	Уровень производственных затрат, которые контролируются властями, низок; существует доступ к инвестиционному капиталу и кредитным ресурсам; оказывается содействие внешнеэкономической деятельности со стороны администрации
Взаимодействие органов управления с предприятиями	Взаимодействие администрации города и предприятий города взаимовыгодное и прозрачное
Информационное и коммуникационное поле	Уровень оснащённости передовыми технологиями высокий
Нормативно-правовое поле	Состояние хозяйственного законодательства и регулирования не ограничивают развитие производства
Система льгот инвесторам	Налоговая система приемлема и стабильна

Ист.: [4]

зации инвестиционных проектов на территории города (величиной инвестиционного потенциала городской экономики) и вероятностью потери инвестиций (величиной инвестиционного риска).

Инвестиционный потенциал территориального образования можно определить как объем инвестиций, который можно привлечь за счет всех источников финансирования с учетом обеспеченности экономическими, социальными и природными ресурсами, особенностей географического положения объекта и иных объективных предпосылок.

Инвестиционный потенциал — характеристика качественная, учитывающая основные макроэкономические характеристики, насыщенность территории факторами производства (рабочей силой, основными фондами, инфраструктурой и т.п.), потребительский спрос населения и другие показатели. Его расчет основан на абсолютных статистических показателях.

Виды потенциала региона:

— *природно-ресурсный* — средневзвешенная обеспеченность балансовыми запасами основных видов природных ресурсов; количественное выражение ресурсно-сырьевого потенциала позволяет оценить эффективность региональной экономики и позволяет определить вклад каждого ресурса в воспроизводство материальных благ и услуг;

— *финансовый* — совокупность финансовых ресурсов населения, местного бюджета, предприятий и организаций, расположенных на территории муниципального образования, которые могут быть вовлечены в инвестиционный процесс, а также характеризует систему меж-

бюджетных отношений, развитие предпринимательства;

— *инновационный* — уровень развития науки и внедрения достижений научно-технического прогресса в экономику муниципального образования, то есть совокупность кадровых, материально-технических, информационных ресурсов, предназначенных для решения задач, стоящих перед муниципальным образованием;

— *инфраструктурный* характеризует экономико-географическое положение территориального образования, которое непосредственно влияет на производственную деятельность, то есть отражает уровень развития в муниципальном образовании производственной, транспортной, инженерной, социальной инфраструктур;

— *производственный* — суммарный результат хозяйственной деятельности населения в регионе, имеет денежную оценку и функционирует в реальных формах различных элементов производственного капитала, более полное представление о производственном потенциале дает дополнительная качественная характеристика (степень изношенности основных фондов);

— *трудовой* — объем, структура и качество рабочей силы, характеризуется уровнем квалификации и образования работников, кроме того характеризуется как система отношений по занятости и безработице, уровню заработной платы и ее дифференциации по отдельным группам работников;

— *потребительский* — совокупная покупательская способность населения региона;

— *институциональный* (рыночный) — степень развития ведущих институтов рыночной экономики [3].

Потенциал может быть высоким, средним, пониженным, низким, незначительным [5].

Инвестиционный риск оценивает вероятность потери инвестиций и дохода от них. Риск — характеристика вероятностная, качественная. Применительно к городу можно выделить следующие виды риска:

Виды риска:

- политический — зависит от устойчивости региональной власти, симпатий населения к ней;
- криминальный — уровень преступности, размеры теневой экономики, оценка вовлеченности криминальных кругов в легальную экономику;
- социальный — уровень социальной напряженности в муниципальном образовании, уровень регистрируемой безработицы, динамика реальных доходов населения, интенсивность забастовочного движения;
- экологический — степень напряженности экологической ситуации в муниципальном образовании, решения по развитию природоохранных мероприятий;
- финансовый — степень сбалансированности местного бюджета, степень сбалансированности финансов предприятий, уровень кредиторской/дебиторской задолженности;
- законодательный — совокупность правовых норм, регулирующих экономические отношения на территории: местные налоги, льготы, ограничения и т.п.
- экономический — связан с динамикой экономических процессов.

Риски могут быть минимальными, умеренными, высокими, экстремальными [5].

В зависимости от различных видов деятельности потенциального инвестора по-разному будут интересовать различные группы инвестиционной привлекательности.

Результатом оценки в соответствии с данной методикой является рейтинг, представленный в виде матрицы распределения городов по условиям инвестирования, где по вертикали выводится классификация по уровню инвестиционного риска, а по горизонтали — по инвестиционному потенциалу.

При доработке данного метода можно также вывести интегральную характеристику инвестиционной привле-

кательности города. Такая характеристика позволит использовать количественную оценку инвестиционной привлекательности отдельного города, без построения рейтингов. Основным недостатком в данном методе считают субъективизм в оценке инвестиционного потенциала и риска. Как правило, оценка коэффициентов весов показателей инвестиционного потенциала и риска проводится экспертным путем, поэтому трудно достичь достоверной оценки степени инвестиционного риска. Данный недостаток устраняется при определенной адаптации метода и применения математических моделей для определения значений коэффициентов весов показателей инвестиционной привлекательности.

Приведенные определения инвестиционной привлекательности отражают различные аспекты рассматриваемого понятия: от характеристики совокупности условий для инвестирования в муниципальном образовании до величины инвестиционного потенциала и инвестиционного риска города, определяющие возможности реализации инвестиционного проекта.

Таким образом, можно сформулировать следующее определение, отражающее наиболее значимые характеристики исследуемого понятия: *инвестиционная привлекательность города — это совокупность объективных условий, факторов (экономических, социальных, политических, правовых и др.), рассматриваемых в виде интегральной характеристики инвестиционного потенциала и инвестиционного риска, формирующих привлекательность и целесообразность инвестирования в муниципальное образование с позиции предпочтений конкретного инвестора.*

Для оценки инвестиционной привлекательности муниципального образования, по мнению автора, наиболее адекватным методом является интегральная характеристика ИПГ на базе расчета показателей инвестиционного потенциала и инвестиционного риска. Данный способ, на наш взгляд, наиболее полно отражает существенные характеристики инвестиционной привлекательности города, да и с организационной стороны является доступным для использования.

Литература:

1. Инвестиционная привлекательность региона: учебно-методическое пособие [текст] / под ред. Р.Ф. Дурицыной, Т.Н. Скибиной. Благовещенск, 2005. Инвестиционный менеджмент: учебное пособие [текст] / кол. авторов; под ред. В.В. Мищенко. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: КНОРУС, 2008. — 400 с.
2. Инфраструктура муниципальных образований: Учебное пособие [текст] / Кол.авторов; под ред. П.В. Кухтина. — М.: КНОРУС, 2008.
3. «Методические рекомендации по формированию концепции социально-экономического развития муниципального образования», разработан в 2000 г. по заказу Министерства национальностей РФ
4. Саак А.Э., Колчина О.А. Инвестиционный менеджмент муниципального образования [текст]. — СПб.: Питер, 2010. — 336 с. : ил.
5. Фатхутдинов Р.А. Стратегическая конкурентоспособность: Учебник [текст] / Р.А. Фатхутдинов. — М.: ЗАО «Издательство Экономика», 2005. — 504 с.

Особенности развития инновационной деятельности в российском машиностроении

Комов М.С., кандидат экономических наук, ст.преподаватель
Московский государственный университет путей сообщения (Брянский филиал МИИТ)

В современных экономических условиях функционирование и дальнейшее развитие машиностроительных предприятий напрямую зависит от их инновационной активности. Однако, как свидетельствуют статистические данные последних лет, промышленные предприятия испытывают серьезный кризис в инновационной сфере. Важным является принятие активных мер по его преодолению и стимулированию инновационной деятельности. В данных условиях особое значение приобретает оценка экономической эффективности инноваций, а также выявление специфики и особенностей развития инновационной деятельности в отечественном машиностроении. Несмотря на многочисленные исследования ученых в области инноваций необходимо отметить недостаточную разработанность методики оценки эффективности инновационной деятельности. Существующие в литературе подходы представляют собой рекомендации по решению отдельных вопросов данной проблемы, которые нуждаются в дальнейшем развитии, углублении и систематизации. Поэтому рассматриваемый нами вопрос является весьма актуальным.

Машиностроение представляет собой промышленный комплекс, изготавливающий с помощью наукоемких технологий средства производства, транспорта, оборонную продукцию, а также предметы потребления. Сегодня оно объединяет девять бывших отраслевых министерств, насчитывает в своем составе около 1650 крупных и средних предприятий с численностью работающих более 2,2 млн. человек. Машиностроительный комплекс является базовой отраслью экономики и ее главным системообразующим элементом, определяющим состояние производственного потенциала и обороноспособности государства, устойчивое функционирование всех отраслей промышленности и наполнение потребительского рынка. [1, с.47]

Сегодня в России доля машиностроения в выпуске промышленной продукции составляет около 20%. Следует отметить, что объемы машиностроения и металлообработки в экономически развитых странах (США, Германия, Япония) составляют от 36 до 45%, что обеспечивает возможность перевооружения промышленности в этих странах каждые 7–10 лет. В России темпы обновления технологической базы составляют от 0,1 до 0,5% в год, а выбытие основных фондов — от 1,5 до 2,5%, что во многом определяет технический уровень конкурентоспособности выпускаемой продукции. [2, с. 123]

Инновационная активность машиностроительных предприятий и объясняется, главным образом, их экономическим положением, хотя объективная потребность в нововведениях существует в производстве постоянно.

Главной причиной осуществления инноваций (75–80%) является расширение ассортимента выпускаемой продукции. Инновации, обеспечивающие конкурентоспособность, имеют небольшой удельный вес: достижение современным требованиям качества — 25–30%, повышение эффективности — 15–20%. [2, с. 126]

Анализируя последние годы преобразований, необходимо признать, что большинство экономических показателей ухудшились почти в два раза. Основными причинами такого положения стали:

1. Попытка спонтанного (без стратегии) перехода с административно-плановой системы управления экономикой страны сразу к рыночной экономике.
2. Переход с естественно-научного (немецкого) подхода к подготовке специалистов, применявшегося в России почти 300 лет, к гуманитарному (американскому) подходу.
3. Отказ на всех уровнях управления от методов научного планирования: системного анализа, программирования, оптимизации, программно-целевых методов и т.д.
4. Разработка законопроектов не для переходной экономики, а сразу для рыночной.
5. Слабое государственное регулирование экономики.

По сравнению с другими отраслями машиностроительная отрасль характеризуется: самым высоким уровнем проведения собственных НИОКР — 45% от опрошенных предприятий; самым высоким процентом внедрения новой продукции — 74% предприятий; вторым местом по внедрению новых технологий (40%) после предприятий химической и нефтехимической промышленности; достаточно высоким уровнем приобретения нового оборудования — 55% опрошенных предприятий; обучением и подготовкой персонала занимались 46% предприятий; процент предприятий, проводивших маркетинговые исследования составил 38% (самый высокий показатель); количество предприятий, занимавшихся покупкой патентов и лицензии невелико во всех отраслях, а в машиностроении составило 8%. [3, с. 74]

Рассмотрим некоторые особенности машиностроительного производства, влияющие на характер инновационной деятельности в продуктовой и технологической сферах отечественного машиностроения.

Существенной особенностью инновационной деятельности в машиностроении следует считать постоянно увеличивающиеся темпы изменения потребностей в машинотехнической продукции, связанных с революционным влиянием развивающегося научно-технического прогресса. С учетом жесткой конкурентной борьбы, машиностроительные фирмы не всегда имеют возможность

достаточно точно прогнозировать продолжительность жизненного цикла нового товара, таким образом, создание конкурентных преимуществ должно осуществляться за счет максимального сокращения исследовательской, предпроектной и подготовительной фаз развития нововведения. Указанная ситуация должна решать на пути установления баланса между потребностью массового выпуска машинотехнических изделий и требований к предельной гибкости используемых технологических процессов.

Наличие большого количества разноплановых технологических операций влечет за собой необходимость инновационных действий по всем направлениям производственного комплекса. Продуктовая инновационная деятельность на машиностроительном предприятии не может осуществляться путем внесения изменений в одну технологическую операцию. Предприниматель должен быть готов к внедрению целой гаммы нововведений, зачастую не связанных между собой, что в свою очередь, требует привлечения научно-технического потенциала из противоположных научных сфер.

Одной из основных особенностей продуктовой инновационной деятельности на предприятиях следует считать высокую степень наукоемкости и конструктивной сложности окончательного продукта. В этой связи на первый план выходит научно-исследовательская и опытно-конструкторская стадии жизненного цикла. Особые требования должны быть предъявлены к научному потенциалу фирмы. Финансовая составляющая процесса выпуска нового продукта (расходы на НИОКР в отношении к объему продаж) в передовых машиностроительных фирмах Западного достигают по данным зарубежных исследователей до 7–10 %, что позволяет данным предприятиям оставаться безусловными лидерами в своих отраслях. Активная инновационная деятельность на машиностроительном предприятии невозможна без наличия мощного кадрового потенциала (сложившиеся научные команды во главе с признанными лидерами-экспертами) и развитой материально-технической составляющей исследовательской деятельности, количественная величина которой может быть определена путем сравнения стоимости экспериментально-лабораторной базы и стоимости основных активов фирмы. [1, с. 51]

Значительные издержки, которые машиностроительное предприятие несет при внедрении технологических или продуктивных нововведений, чреваты колоссальными потерями, возникающими в случае негативного развития внешних и внутренних процессов на фирме. Существенный выигрыш, достигаемый в результате успешного внедрения нововведения, может обернуться невосстановимым катастрофическим проигрышем ввиду реализации какого-либо рискованного события. Практически каждое начинание в области нового машинотехнического продукта связано с необходимостью привлечения большого инвестиционного ресурса, доступ к которому может быть открыт действующими финансово-кредит-

ными институтами только при условии высочайшей степени экономической обоснованности проекта.

С учетом представленных выше особенностей продуктивно-технологической инновационной активности в машиностроении в рыночных условиях многократно повышаются требования к научному обоснованию номенклатуры выпускаемой продукции.

Дальнейшее развитие российского машиностроительного комплекса возможно при решении ряда проблем. Остановимся на них.

Одной из самых сложных проблем в машиностроении является моральный и физический износ технологического оборудования, достигающий в подотраслях 60–80 %. При этом инвестиционные вложения предприятий крайне малы, и темпы выбытия оборудования в 3–5 раз превышают темпы ввода новой техники. По данным Госкомстата РФ оборудование, которое можно назвать современным (срок эксплуатации которого меньше 5 лет), составляет по отрасли менее 5 %. [2, с. 164]

Такое положение складывается по ряду причин. Во-первых, многие предприятия загружены всего на 30–50 % от своей мощности (в 2010 г. средняя загрузка в машиностроении составила 45 %), что предопределяет недостаток у них не только инвестиционных, но и оборотных средств. Эта ситуация, в свою очередь, связана с недостаточной развитостью внутреннего рынка машиностроительной продукции и недостаточной конкурентоспособностью многих видов продукции на мировых рынках. При этом опыт электроэнергетики, где продукция вполне конкурентоспособна, и на мировых рынках (до 70 % продукции эта отрасль поставляет на экспорт) показывает, что отсутствие развитого внутреннего рынка — это все же главное препятствие.

Еще одна существенная проблема заключается в том, что машиностроительный комплекс (за исключением, может быть, автомобилестроения) слабо структурирован. В нем существуют многие весьма сильные ассоциации, объединения, группы, часть из них создается под непосредственным влиянием Минпромнауки России. Однако, в ряде подотраслей степень интеграции пока явно недостаточна. Это снижает устойчивость отрасли по отношению к ценовым колебаниям, снижает ее инновационный потенциал, не позволяет осуществлять отдельным предприятиям достаточные вложения в НИОКР, ограничивает возможности проведения масштабных маркетинговых исследований, рекламных кампаний, требующих серьезных финансовых затрат. Проблемы укрупнения и укрепления структурных связей особенно обостряются в связи с процессами глобализации, идущими в мире. Крупные транснациональные корпорации, конкурируя с российскими разрозненными производителями (как на мировом, так и на внутреннем рынках) и обладая несомненным финансовым, интеллектуальным и организационным превосходством, легко завоевывают ниши рынка, принадлежавшие ранее российским фирмам. Отвоевывать их, затем оказывается всегда намного сложнее. [3, с. 162]

К этой же проблеме примыкают вопросы развития линга дорогостоящей машиностроительной продукции и поддержка (в т.ч. со стороны государства) экспорта высокотехнологичных и наукоемких изделий. Учитывая, что, например, из имеющегося в стране станочного парка в 2,5 млн. единиц оборудования около 1,5 млн. единиц уже выработали свой амортизационный ресурс, трудно себе представить, что предприятия многих отраслей смогут в короткие сроки обновить свой производственный аппарат без необходимой государственной поддержки.

В качестве основных факторов, сдерживающих инновационную деятельность, выделяются: недостаток собственных финансовых средств (15,7%) и высокая стоимость нововведений (10,3%). Среди других причин, препятствующих проведению инноваций, следует отметить низкий инновационный потенциал организаций (6,4%), неразвитость рынка технологий (4,6%), длительные сроки окупаемости инновационных проектов (6,6%) и неопределенность сроков инновационного процесса (3,4%). [2, с. 165]

Преобразование и развитие машиностроения, как приоритетной отрасли промышленности, должно осу-

ществляться путем ее реструктуризации, на основе эффективных хозяйственных и правовых механизмов, обеспечивающих предпринимательскую деятельность отечественных товаропроизводителей по выпуску наукоемкой конкурентоспособной продукции. Важная роль при этом принадлежит государству.

Поэтому государство должно принимать на себя часть непосредственных расходов на науку. Такое решение проблемы создает дополнительные трудности, связанные с распределением бюджета. Трудности заключаются в том, что инвестиции в сферу НИОКР на национальном уровне не может рассматриваться только из соображений будущей прибыли. Так, традиционные рыночные критерии оценки эффективности инвестиций неприменимы для фундаментальных исследований.

В силу несовершенства на текущий момент кредитной, страховой, налоговой систем и законодательной базы, стимулирующих частный капитал к развитию в условиях рыночных отношений, государство должно создавать механизмы экономической заинтересованности предпринимателей в активном обновлении своего бизнеса.

Литература:

1. Макарова В.И., Бобренева К.Л. Инновационно-инвестиционная деятельность стратегического развития предприятия // Машиностроитель, 2004. №8. С. 45–52.
2. Социально-экономическое положение России. Госкомстат РФ. — М.: Госкомстат, 2009.
3. Федорова Е.А. Стратегическое управление машиностроительным предприятием в условиях нестабильной экономики. / Тул. гос. ун-т. — Тула, 1999. 266 с.

Текущее состояние и перспективы развития машиностроительной отрасли в России

Коростелева Е.М., аспирант

Московский государственный университет приборостроения и информатики

Машиностроительная отрасль без преувеличения называют основой промышленного производства любой страны. Важность его стабильного развития для экономики определяется тем фактом, что на протяжении нескольких столетий сектор остается единственным поставщиком капитальных ресурсов на предприятия прочих отраслей. Машиностроение обеспечивает любое производство машинами и оборудованием, а население — предметами потребления. Сегодня невозможно представить себе сферу человеческой жизни, в которой тем или иным образом не использовалась бы продукция отраслей машиностроения. От степени развития машиностроения, в конечном итоге, зависит устойчивость и эффективность развития других секторов и всей экономики в целом.

Машиностроение как отрасль насчитывает почти тысячелетнюю историю. Претерпев существенные изменения в своей структуре и видах выпускаемой продукции,

она объединила в себе сотни подотраслей, специализирующихся на выпуске разнородной продукции: от простейшего бытового оборудования до сложнейших высокоточных аппаратов. Данная уникальная позиция отрасли в системе экономических отношений делает ее главным проводником достижений научно-технического прогресса во все области жизнедеятельности человека, а также значительно усложняет ее анализ. Сегодня, в условиях рыночной экономики, отправной точкой при анализе отрасли становится вопрос: насколько данная отрасль прибыльна и перспективна для российского бизнеса?

Грант утверждает, что прибыль, полученная в отрасли, определяется тремя факторами:

1. Ценностью товара для потребителя;
2. Интенсивностью конкуренции;
3. Соотношением рыночной власти производителей и их поставщиков.

Анализ отраслевой структуры сводит все три фактора в единую аналитическую схему.

Основная предпосылка, которая лежит в основе анализа текущего состояния отрасли с точки зрения ее привлекательности — это вывод о том, что уровень прибыльности промышленности зависит не только от внутриотраслевого влияния, но и от воздействия отраслевой структуры. Экономика промышленной организации служит основой для теории, описывающей то, каким образом структура отрасли влияет на конкурентное поведение и определяет прибыльность отрасли, рассчитываемая как отношение нормы прибыли на капитал к стоимости капитала. Две противоположные экономические модели, монополия и совершенная конкуренция, представляют собой два полярных спектра различных структур отраслевой организации. В реальном мире отрасли занимают какое-то промежуточное место. Так и машиностроительная отрасль преимущественно в своих подотраслях относится к олигополии, когда небольшая группа компаний доминирует на рынке.

Машиностроение является одной из самых сегментарных отраслей экономики. Столь широкое разнообразие производимых отраслью товаров усложняет классификацию ее предприятий. На сегодняшний день нет единой классификации машиностроительной отрасли. Классификации, используемые в официальных источниках, являются укрупненными и не всегда удобными для использования, например, выделяют тяжелое, высокотехнологичное машиностроение, общего потребления и транспортное.

Общероссийский классификатор видов экономической деятельности делит отрасль на три сегмента, применяя критерий классификации по виду выпускаемой продукции:

- производство транспортных средств и оборудования;
- производство машин и оборудования;
- производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования.

Подобная укрупненная классификация используется Госкомстатом для ведения статистики отрасли. В результате мы получаем возможность проследить тенденции развития отрасли по основным направлениям, однако, увидеть полную и структурированную картину не представляется возможным.

В данной статье будут рассмотрены подотрасли гражданского назначения, в которых действуют рыночные отношения. Под гражданским машиностроением будем понимать отрасли, производящие предметы потребления, средства транспорта и необходимое для этого оборудование. Сюда же логично включить различные виды оборудования, применяемые для производства продуктов питания и оказания услуг, сооружения жилых и прочих зданий и объектов, добычи и переработки полезных ископаемых. К машиностроению военного и государственного назначения отнесем отрасли, которые, как показывают данные Госкомстата и доклады Минпромторг России, являются компонентами системы обороны и безопасности страны, развиваются за счет государственных инвестиций и заказов. Данные отрасли, несомненно, производят продукцию гражданского назначения, но в них преимущественно отсутствует конкуренция.

Уровень концентрации в отраслях гражданского назначения не высок, преимущественно преобладает олигополия. Например, в отрасли автомобилестроения на долю трех компаний-лидеров: АвтоВАЗ, ГАЗ, КАМАЗ приходится 16% совокупной выручки сектора. Крупнейшие компании сельскохозяйственного машиностроения — Концерн Тракторные заводы, Комбайновый завод Ростсельмаш, Группа ЧТЗ, компании энергетического машиностроения — Силовые машины, Кировский завод, Энергомашкорпорация и еще более 10 заводов. Данное положение структуры отрасли позволяет предсказать, какой именно тип конкурентного поведения может возникнуть, а также итоговый уровень прибыльности.

Эмпирические исследования показывают зависимость между концентрацией в отрасли и параметрами структуры, влияющих на конкуренцию и прибыльность. При совершенной конкуренции отрасль характеризуется большим количеством фирм, барьеры на вход и выход с рынка отсутствуют, товар преимущественно однородный, это создает условия для высокой конкуренции, следовательно, прибыльность отрасли минимальна. При уменьшении количества игроков в отрасли увеличиваются барьеры на вход и выход с рынка, а также появляется возможность дифференциации товара, что делает отрасль более привлекательной с точки зрения прибыли.

Таблица 1. Классификация машиностроительной отрасли

Машиностроение гражданского назначения	Машиностроение военного и государственного назначения
Транспортное	Судостроение
Энергетическое	Авиационное
Автомобилестроение	Ракетно-космическое
Сельскохозяйственное	Железнодорожное
Высокотехнологичное (оптика, электротехника, приборостроение, электроника)	Двигателестроение
Тяжелое (горнодобывающее, металлургическое и т.д.)	Оборонно-промышленный комплекс

Применим к машиностроительной отрасли схему классификации и анализа этих факторов, разработанную Майклом Портером. Модель пяти факторов конкуренции Портера определяет пять источников конкурентного давления:

1. Конкуренция со стороны товаров-заменителей. Существование непосредственных заменителей означает, что спрос становится эластичным относительно цены. В машиностроительном секторе ситуация с товарами-субститутами неоднозначна. Данная тенденция скорее присуща рынкам комплектующих, чем рынкам конечной продукции. Например, на рынке стальных труб усиливается конкуренция со стороны полимерных труб. При этом существуют такие виды продукции, где товары-заменители просто не существуют, например, автомобили.

2. Конкуренция со стороны новых потенциальных участников рынка. Если барьеры на вход в отрасль не высоки, то норма прибыли упадет до конкурентоспособного уровня.

В машиностроительной отрасли новые участники рынка зачастую не могут соперничать на равных с уже присутствующими компаниями. Это связано с достаточно высокими входными барьерами, которые диктуются следующими условиями отрасли:

- Высокая потребность в капитале. Машиностроительный сектор отличается высокими потребностями в производственных мощностях, материальных ресурсах, инвестициях в НИОКР и так далее. Это позволяет защитить рынок от наплыва новых игроков.

- Обширный рынок сбыта. Чем выше издержки компании при производстве продукта, тем большее количество этого продукта она должна продать, чтобы окупить затраты. Общеизвестным является тот факт, что в автомобильной индустрии для того, чтобы иметь низкие издержки, необходимо продавать более 4 млн. автомобилей в год.

- Дифференциация товара. Компании, работающие в отрасли долгие годы, обладают лояльностью покупателей и узнаваемостью торговой марки. Новые участники рынка должны потратить непропорционально большие средства на рекламу и стимулирование сбыта. Этот фактор актуален в большей степени для товаров массового потребления, в машиностроительной отрасли это продукция автомобилестроения, электрооборудование и различные приборы народного пользования.

- Правительственные и законодательные барьеры. Некоторые экономисты утверждают, что единственно эффективные барьеры для входа на рынок может создать только государство. Это могут быть лицензии, выдаваемые властными структурами, различные юридические формы защиты интеллектуальной собственности, а также различные требования и стандарты, действующие в различных сферах деятельности компании. Государство старается защитить машиностроительный сектор в России, прежде всего от конкурентного давления со стороны зарубежных компаний. Для этого разрабатываются различные

меры поддержки отечественных предприятий: льготные условия в сфере налогообложения и кредитования, государственные заказы и тендеры, различные меры стимулирующие спрос на товары российских производителей, повышение ввозных таможенных пошлин.

3. Конкуренция внутри отрасли. Если в отрасли доминирует слабая концентрация, как в отечественном машиностроении, то цены примерно одинаковы и конкуренция основывается преимущественно на рекламе, стимулировании сбыта и разработке товаров. Интенсивная конкуренция, которая характерна для мирового машиностроительного рынка, также обусловлена различиями в происхождении, структуре издержек, стратегиях и стилях управления конкурирующих компаний. Это говорит о том, что российскому производству для эффективного соперничества на международном рынке необходимо уделять внимание не только производимой продукции, но стратегическому управлению в целом.

4. Рыночная власть покупателей. На рынке в результате транзакций ценность создается и для покупателя, и для продавца. Как эта ценность будет распределена между ними с точки зрения прибыльности, зависит от того, какой рыночной властью обладает каждый из двух участников сделки. Чаще всего имеет значение размер и концентрация покупателей по сравнению с продавцами. Чем меньше число покупателей и больше объем закупок, тем большей рыночной властью обладают покупатели. С точки зрения дифференциации покупателей и их власти, машиностроительный сектор крайне неоднороден, в нем можно выделить три группы.

5. Рыночная власть поставщиков. Главный вопрос заключается в том, насколько легко фирмы в отрасли могут переключиться с одного поставщика на другого. Отечественное машиностроение отличается от зарубежных аналогов преимущественно тем, что большинство заводов, особенно созданных еще при Советском Союзе, являются производственными предприятиями полного цикла. То есть не только собирают конечный продукт, но и изготавливают для него практически все комплектующие. С одной стороны это позволяет им быть независимыми от поставщиков, но с другой стороны, значительно повышается себестоимость продукции.

Подводя итог анализа отраслевой структуры машиностроения и пяти факторов конкуренции Портера можно сделать некоторые выводы об уровне конкуренции и прибыльности отрасли. Высокие входные барьеры на рынок машиностроительной отрасли, благодаря высокому уровню требуемых ресурсов, эффективно препятствуют проникновению новых российских игроков, что, теоретически, должно добавлять привлекательности данной отрасли. Но эти рынки вышли за рамки государственных границ, потребители имеют возможность выбирать продукцию иностранных компаний. И эти же барьеры являются бесполезными для защиты от внутриотраслевой конкуренции со стороны международных компаний, которые располагают большим капиталом, известным брендом,

Таблица 2. Распределение рыночной власти покупателей по отраслям машиностроения.

	I группа	II группа	III группа
Потенциальные покупатели	Население, компании, индивидуальные предприниматели	Компании, индивидуальные предприниматели, работающие в различных отраслях народного хозяйства	Компании энергетической отрасли
Отрасли	Автомобилестроение Бытовые приборы	Отрасли производящие технологическое оборудование по отраслям: строительное, сельскохозяйственное, станкостроение, оборудование легкой, пищевой промышленности, приборостроение и т.д.	Нефтегазовое оборудование, Горнодобывающее оборудование, Энергетическое машиностроение
Характеристика продукции отрасли	Продукция широкого потребления	Продукция, ориентированная на обслуживание и автоматизацию других отраслей	Специализированная продукция энергетической отрасли
Размер и концентрация покупателей	Разнообразны по размеру; Концентрация максимальна	Разнообразны по размеру; Концентрация зависит от экономического положения профильной отрасли	Размер максимален; Концентрация минимальна
Средний объем закупок	Минимальный	Средний (относительно двух других групп)	Максимальный
Способность к вертикальной интеграции	Отсутствует	Существует, но трудно осуществимо, так как требует больших финансовых вложений	Возможна (в виде покупки бизнеса, создание различных объединений)
ИТОГ: Влияние покупателей на рыночную стоимость продукции	Слабое Покупатели в этой группе обладают малой рыночной властью	Умеренное (зависит от экономического положения отрасли, на которую ориентировано производственное предприятие).	Сильное Покупатели в этой группе имеют возможность влиять на цену приобретаемой продукции

обширными интеллектуальными ресурсами в виде патентов, собственных разработок, более масштабными рынками сбыта. Это позволяет зарубежным предприятиям экономить на издержках, не нанося ущерб качеству продукции, быстрее окупать инвестиции, что ставит их в более выгодное положение в сравнении с отечественными компаниями.

Жесткая конкуренция со стороны транснациональных компаний пагубно влияет на отечественный машиностроительный сектор, снижая привлекательность отрасли и прибыльность российского бизнеса в этой сфере. Подтверждают это и данные Госкомстата. Несмотря на то, что до кризиса этот сектор характеризовался высокими и устойчивыми темпами роста и совокупный оборот российских компаний вырос на 20 %, большинство экономических показателей уже тогда указывали на низкую доходность. Средний показатель рентабельности продаж по отрасли составил в 2009 году 6 %, в некоторых подотраслях, например, производство транспортных средств и оборудования показатель упал до 1 %. Коэффициент текущей ликвидности в 2009 году составил в среднем по отрасли 1,25. Анализ платежеспособности предприятий сектора показал, что наименьшие риски банкротства свойственны производителям электрооборудования, где

коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами составил 11,2, тогда как в отраслях производства машин и оборудования он составил всего 2,2, а в отраслях транспортных средств и оборудования оказался отрицательным -19.

Ликвидные акции машиностроительного сектора крайне малочисленны, практически все они торгуются на ММВБ и входят в расчет индекса MICEX Manufacturing. В их числе акции компаний транспортного машиностроения АвтоВАЗ, Sollers, КАМАЗ, УАЗ, Иркут, ОМЗ. Практически все эти компании относятся к подотраслям автомобилестроения, получающие поддержку государства. Доля машиностроительного сектора в совокупной капитализации акций ММВБ снизилась с 2 % до 0,9 %.

При пассивном отношении к сложившейся ситуации в машиностроительной отрасли перспективы неутешительны. Экспорт отечественной продукции с каждым годом все меньше, более того, возрастает роль импортной продукции на нашем отечественном рынке. Например, в тяжелом машиностроении объем импорта с 2003 по 2008 год вырос в 8,5 раз.

Наиболее перспективными, по мнению автора, можно считать отрасли, относящиеся ко второй группе (см. табл. 2). На этот сектор государство оказывает минимальное

влияние, и здесь действуют законы рыночной экономики. Появление товаров-субститов мало вероятно, так как большинство заводов в этой группе производят готовую продукцию. Несмотря на конкуренцию со стороны зарубежных производителей, идет тенденция к инвестированию и модернизации, как производственных мощностей, так и всей системы управления отечественных компаний. В большей степени ситуация в данных отраслях машиностроения зависит прежде всего от стабильности экономики страны и мировой экономики в целом. И если, например, в отраслях автомобилестроения и бытовых приборов технологический разрыв между отечественными и иностранными товарами очень велик, зачастую данные направления используют зарубежные технологии, оборудование, детали, узлы, то продукция второй группы отраслей вполне конкурентоспособна на международных рынках за счет своих собственных разработок. Например, гарантированное качество OEM-компонентов концерна «Тракторные заводы» позволило войти в число поставщиков на конвейеры мировых лидеров машиностроения — Fiat и Caterpillar.

Понимание того, каким образом структурные характеристики отрасли определяют интенсивность конкуренции и влияют на привлекательность, закладывает фундамент для выявления возможностей изменения структуры экономического сектора, которые привели бы к ослаблению

пресса конкуренции со стороны иностранных компаний и увеличению прибыльности отечественного производства. Перечислим некоторые возможные решения:

1. Создание различных объединений, союзов и альянсов. Эта мера позволит ослабить конкуренцию в отраслях машиностроения, производящих продукцию широкого потребления, обеспечит более рациональное использование производственных мощностей, облегчит полную модернизацию.

2. Специализация. Большинство отечественных машиностроительных предприятий являются диверсифицированными компаниями с широким ассортиментом предлагаемых на рынках товаров, при этом ни в одном из направлений, зачастую, не занимая лидирующего положения. Это приводит к избытку производственных мощностей и большим затратам. Стараясь занять лидирующее положение в какой-то конкретной области, компания сможет эффективнее инвестировать в свои ключевые продукты, повышать их качество и конкурентоспособность на международных рынках.

3. Создание входных барьеров. Эта мера должна реализовываться не только на уровне государственного регулирования, но и создаваться непосредственно предприятиями. Это жизненно важная стратегия позволит сохранить высокую доходность в долгосрочной перспективе.

Литература:

1. Авдашева С.Б., Розанова Н.М. Теория организации отраслевых рынков. Учебник. — М.: ИЧП «Издательство Магистр», 1998. — 320 с.
2. Грант Р.М. Современный стратегический анализ. 5-е изд. / Пер. с англ. под ред. В.Н. Фунтова. — СПб.: Питер, 2008. — 560 с. : ил.
3. Майкл Портер. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 715 с.
4. Промышленность России. 2010: Стат.сб./ Росстат — М., 2010. — 453 с.
5. Россия в цифрах. 2010: Крат.стат.сб./ Росстат — М., 2010. — 558 с.

Анализ факторов, оказывающих влияние на состояние и перспективы развития локального рынка говядины Курской области

Кривошлыков В.С., аспирант
Курский государственный университет

Рынок мясных продуктов является одним из крупнейших рынков продовольственных товаров. Он имеет весьма устойчивые традиции, его состояние оказывает существенное влияние на другие рынки продуктов питания. За долгие годы сформировалась определенная система производства и распределения подобных продуктов. Мясная промышленность всегда относилась к одной из важнейших, показатели ее развития составляли предмет пристального интереса со стороны госу-

дарства. Мясные продукты в виде тех или иных товарных групп являлись частью государственного стратегического запаса. Хотелось бы также отметить, что всегда мясная промышленность теснейшим образом была связана с положением в сельском хозяйстве. Чтобы понять многие сегодняшние процессы на рынке мяса, прежде всего, необходимо рассмотреть развитие животноводческой отрасли в качестве основного производителя сырья для мясной промышленности.

Объемы производства мяса КРС в Курской области за период 1990—2009 годы постоянно снижались (табл. 1).

Тенденция к снижению объемов производства говядины проявляется и на современном этапе развития локального рынка мяса Курской области. Уровень производства говядины в 2009 г. меньше уровня производства 2000 г. на 28,9 % (7,9 тыс. тонн).

Тенденции к снижению производства говядины прослеживаются во всех областях Центрально-Черноземного экономического района. Если проанализировать структуру производства говядины по категориям хозяйств, то ясно видно, что большая часть мяса КРС во всех пяти областях поступает на локальные рынки от хозяйств населения.

Основные факторы, оказывающие влияние на производство говядины, являются численность поголовья животных и их продуктивность.

Анализ динамики поголовья КРС в Курской области показал, что поголовье сокращалось на протяжении всего рассматриваемого периода (табл. 2).

В Курской области поголовье КРС в 2009 г. по сравнению с 2000 г. уменьшилось на 45,9 % (177,8 тыс. голов). Тенденция к снижению поголовья КРС прослеживается во всех пяти областях Центрально-Черноземного экономического района.

Осуществив аналитические расчеты данного ряда динамики с помощью табличного процессора Micro-

soft Excel, нами было установлено, что наиболее полно и статистически надежно данный ряд динамики характеризует авторегрессионная модель первого порядка $\hat{Y}_{n+j} = 7,016 + 0,9 \hat{Y}_{n+j-1}$

Полученная модель позволяет сделать прогноз поголовья КРС в Курской области до 2020 года. Прогнозируемые результаты представлены в таблице 3.

Если не предпринимать никаких мер при сложившихся условиях в 2020 году поголовье КРС в Курской области составит 115,3 тыс. голов, что на 45,1 % меньше чем в 2009 году.

Основная причина уменьшения поголовья КРС в Курской области в остальных областях Центрально-Черноземного экономического района, это отрицательная рентабельность мясного скотоводства (табл. 4).

Первой причиной отрицательной рентабельности мясного скотоводства в Курской области являются низкие показатели продуктивности (табл. 5). Специализированные мясные породы КРС обладают высокими продуктивными качествами: выход телят на 100 коров составляет 90 и более голов, среднесуточный привес живой массы бычков на откорме 1200 грамм. В Курской области подобных показателей не наблюдается, а низкие приросты удорожают себестоимость и увеличивают сроки выращивания молодняка.

**Таблица 1. Производство КРС на убой в Курской области
(в хозяйствах всех категорий; в убойном весе; тысяч тонн)**

Показатели	Годы							
	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Динамика производства КРС, тыс. тонн	67,2	37,8	27,3	21,4	19,3	18,8	21,2	19,4
Абсолютный прирост	–	-29,4	-10,5	-5,9	-2,1	-0,5	2,4	-1,8
Темп прироста, %	–	-43,8	-27,8	-21,6	-9,8	-2,6	12,8	-8,5

**Таблица 2. Поголовье крупного рогатого скота в Курской области
(в хозяйствах всех категорий; на конец года; тысяч голов)**

Показатели	Годы							
	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Динамика поголовья КРС, тыс. голов	1057,1	666,6	387,7	278,4	267,9	263,3	236,1	209,9
Абсолютный прирост	–	-390,5	-278,9	-109,3	-10,5	-4,6	-27,2	-26,2
Темп прироста, %	–	-36,9	-41,8	-28,2	-3,8	-1,7	-10,3	-11,1

**Таблица 3. Прогнозные результаты поголовья КРС в Курской области до 2020 г.
(в хозяйствах всех категорий; тысяч голов)**

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
КРС	183,8	172,7	162,6	153,6	145,4	138,1	131,5	125,5	120,1	115,3

Таблица 4. Рентабельность мяса КРС, реализованной сельскохозяйственными организациями Центрально-Черноземного экономического района, %

	Годы							
	1991	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Белгородская область	16,8	-8	-28,5	-6,7	-6	-4,5	-30,2	–
Воронежская область	6,1	-12,4	-24,4	-12,6	-3,1	-6,8	-11	–
Курская область	12,3	-27,8	-44,7	-25,9	-22,8	-24,5	-28,6	-25,0
Липецкая область	16,2	-17,3	-45,2	-26,9	-31,9	-27,5	-41,3	–
Тамбовская область	17,5	-42,4	-52,7	-35,2	-28,4	-8,8	-24	–

Анализируя основные воспроизводственные показатели в скотоводстве Курской области (табл. 5) можно сделать следующие выводы: показатель выход приплода телят на 100 маток за период 2000–2009 гг. довольно сильно варьируется в своих значениях. Однако значение этого показателя за 2009 год превышает значение этого показателя за 2000 год. Следовательно, можно говорить о незначительном, но все же увеличении выхода приплода телят.

Показатель процент падежа КРС за рассматриваемый период так же характеризуется довольно частыми изменениями. Однако, если сравнивать показатель падежа КРС за 2009 год (2,1 %) с показателем за 2000 год (4,2 %), то ясно видна тенденция к снижению падежа КРС в сельскохозяйственных организациях Курской области.

Анализ динамики среднесуточных привесов КРС показывает, что на протяжении рассматриваемого периода этот показатель постоянно увеличивался. Так показатель за 2009 год превышает показатель 2000 года на 185 грамм.

Для выражения зависимости между рассматриваемыми показателями, на основе данных таблицы 5, рассчитаем коэффициенты парной корреляции. Коэффициенты парной корреляции между выходом приплода (X_1),

падежом КРС (X_2), среднесуточными привесами (X_3), расходом кормов (X_4), поголовьем КРС (X_5) и производством КРС на убой (Y) составляют: $R_{X_1X_2}=0,099$; $R_{X_1X_3}=0,080$; $R_{X_1X_4}=0,278$; $R_{X_1X_5}=0,242$; $R_{X_1Y}=0,173$; $R_{X_2X_3}=-0,637$; $R_{X_2X_4}=-0,788$; $R_{X_2X_5}=0,809$; $R_{X_2Y}=0,935$; $R_{X_3X_4}=0,692$; $R_{X_3X_5}=-0,864$; $R_{X_3Y}=-0,753$; $R_{X_4X_5}=-0,586$; $R_{X_4Y}=-0,781$; $R_{X_5Y}=0,890$.

По значениям коэффициентов корреляции можно сделать следующий вывод, связь объемов производства КРС в Курской области с падежом КРС и поголовьем КРС характеризуется связью прямой высокой силы.

Связь объемов производства КРС с среднесуточными привесами и расходами кормов характеризуется связью обратной высокой силы.

Второй важной причиной отрицательной рентабельности производства КРС является рост себестоимости получения привеса телят (табл. 6).

Как видно из таблицы 7 основная доля затрат в животноводстве Курской области приходится на материальное оснащение процесса производства. Причем за весь рассматриваемый период доля затрат на материальное производство практически не изменилась и находится на уровне 68–69 %. Доля затрат на оплату труда возросла в

Таблица 5. Основные воспроизводственные показатели в скотоводстве Курской области по сельскохозяйственным организациям

Годы	Выход приплода телят в расчете на 100 маток, голов	Падеж КРС, в процентах к обороту стада	Среднесуточный привес КРС на выращивании и откорме, грамм	Расход кормов в расчете на одну условную голову крупного скота, ц.к. е.	Поголовье крупного рогатого скота в Курской области (на конец года; тысяч голов)	Производство КРС на убой в Курской области (в убойном весе; тысяч тонн)
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
2000	77	4,2	238	23,5	281,9	13,2
2001	82	2,9	261	28,5	276,9	10,5
2002	78	2,7	267	27,1	267,2	10,7
2003	74	3,1	264	25,4	236,4	10,7
2004	75	2,4	281	26,7	209	9,1
2005	73	2,1	286	28,4	180,3	8,2
2006	79	1,8	301	27,6	161,6	7,8
2007	74	2,1	323	27,7	146,6	6,9
2008	76	2,0	339	27,4	127,7	8,6
2009	79	2,1	423	29,8	114,6	7,2

2009 году по сравнению с 2000 годом на 5,1 %. Примечательно что снизилась доля затрат на амортизацию основных средств, в 2009 по сравнению с 2000 годом уровень снизился на 2,7 %.

Из анализа цен на промышленные товары, используемых в производственной деятельности сельскохозяйственными организациями Курской области видно, что цены на эти товары за весь рассматриваемый промежуток времени увеличивались. Наиболее высокими темпами увеличивались цены на цемент (524,9% по отношению к 2000 году), кирпич строительный (448,1%), электроэнергию (1110,4%), уголь (726,2%), природный газ (629,6%).

Вследствие увеличения цен на сопутствующие процессу производства товары увеличивались цены производителей крупного рогатого скота (табл. 8).

Усиливают диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию условия кредитования, которые приводят к недоступности кредитных ресурсов из-за высоких процентных ставок. Привлекая заемные средства, сельхозпроизводитель вынужден «переливать» часть дохода в банковский сектор.

Вслед за увеличением цен производителей говядины увеличивались и цены потребительские (табл. 9). Из статистического анализа потребительских цен на говядину и цен производителей говядины, а также цен на основные

Таблица 6. Себестоимость производства одного центнера продукции в сельскохозяйственных организациях Курской области, тыс. руб.

Показатель	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Привес молодняка и привес от откорма крупного рогатого скота	3,5	4,1	4,5	4,8	5,7	6,3	6,7	7,9	9,9	10,1

Таблица 7. Структура затрат на производство продукции сельского хозяйства Курской области; %

Годы	Затраты всего	из них			
		Оплата труда	Материальные затраты	Амортизация основных средств	Прочие
Животноводство					
2000	100	16,3	69,7	7,0	7,0
2001	100	18,0	70,6	5,3	6,1
2002	100	19,5	71,0	4,4	5,1
2003	100	19,1	71,3	4,0	5,6
2004	100	19.6	72.0	3.3	5.1
2005	100	19.7	72.2	3.0	5.1
2006	100	21.7	69.5	2.9	5.9
2007	100	22.1	68.9	3.2	5.8
2008	100	21.0	69.9	4.0	5.1
2009	100	21.4	68.7	4.3	5.6

Таблица 8. Индексы средних цен производителей крупного рогатого скота, %

Годы	Белгородская область	Воронежская область	Курская область	Липецкая область	Тамбовская область
2000	100	100	100	100	100
2001	153,3	149,1	161,8	146,9	147,2
2002	159,0	177,4	200,0	142,9	170,5
2003	153,0	176,0	192,6	133,7	173,2
2004	194,5	216,7	220,1	165,4	200,6
2005	242,3	278,6	277,9	202,3	270,4
2006	271,7	323,3	325,3	231,5	292,7
2007	299,5	324,7	333,3	225,7	342,1
2008	313,6	365,8	363,6	225,7	372,9
2009	345,1	443,9	417,7	331,7	382,3

промышленные товары, используемые в процессе производства говядины следует следующий вывод: в мясном скотоводстве всех пяти областей Центрально-Черноземного экономического района наблюдается непропорциональные темпы роста цен. Цены на электроэнергию, природный газ, уголь, кирпич и цемент растут быстрее цен на мясо скота. Этот факт является третьей основной причиной отрицательной рентабельности производства мяса крупного рогатого скота.

Следует отметить, что на территории Центрально-Черноземного экономического района, да и в России в целом, никогда не было мясного скота, который бы с низкими затратами давал достаточные привесы. За всю историю животноводства (включая советский период) разводили в основном мясомолочные породы крупного рогатого скота.

Проведенный анализ объемов выращенного скота и объемов реализации КРС на убой (табл. 10) показывает, что практически на протяжении всего рассматриваемого периода реализация на убой КРС превышает его выращивание. То есть сокращение поголовья КРС в Курской области частично объясняется тем, что стада крупного рогатого скота вырезались.

Для более детального анализа изучаемых показателей проведем группировку районов Курской области, используя следующий показатель: поголовье КРС (в хозяйствах всех категорий; на 1 января 2009 года; голов).

Группировочный признак, по которому будет проводиться группировка — поголовье КРС. Для оценки однородности совокупности по группировочному признаку рассчитаем коэффициент вариации по формуле

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100\%$$

где

V — искомая величина;

σ — стандартное отклонение;

\bar{X} — средняя величина.

Стандартное отклонение и среднюю величину мы рассчитали при помощи функции «Описательная статистика» в табличном процессоре Microsoft Excel.

Стандартное отклонение = 3726,655

Среднее = 8383,893

Коэффициент вариации = 44,5 %

Следовательно, совокупность данных поголовье КРС

Таблица 9. Средние потребительские цены на говядину (кроме бескостного мяса) в областях Центрально-Черноземного экономического района, руб. за кг., декабрь

	Годы									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Белгородская область	42,95	61,8	59,2	72,68	98,44	120,99	130,8	142,82	182,8	186,72
Индекс цен, %	100	143,9	137,8	169,2	229,2	281,7	304,5	332,5	425,6	434,7
Воронежская область	46,7	65,6	62,98	73,41	97,25	116	132,34	150,93	189,8	202,6
Индекс цен, %	100	140,5	134,9	157,2	208,2	248,4	283,4	323,2	406,4	433,8
Курская область	49,4	68,28	65,68	76,13	96,09	117,42	125,08	145,3	192,9	195,15
Индекс цен, %	100	138,2	132,9	154,1	194,5	237,7	253,2	294,1	390,5	395,0
Липецкая область	37,2	56,0	53,44	63,89	94,91	104,15	116,18	132,1	180,6	185,04
Индекс цен, %	100	150,5	143,7	171,7	255,1	279,9	312,3	355,1	485,5	497,4
Тамбовская область	43,3	62,2	59,58	70,04	93,58	116,5	132,54	138,85	182,3	177,8
Индекс цен, %	100	143,6	137,6	161,8	216,1	269,1	306,1	320,7	421,0	410,6

Таблица 10. Выращено КРС в живом весе в сельскохозяйственных организациях Курской области

Годы	Выращено КРС в живом весе; тыс. тонн	Произведено на убой КРС в живом весе, тыс. тонн	Отношение реализации к выращиванию, %
2000	17,8	20,2	113,5
2001	18,5	16,5	89,2
2002	18,0	17,0	94,4
2003	16,1	18,8	116,8
2004	14,5	16,3	112,4
2005	12,8	14,5	113,3
2006	12,1	13,7	113,2
2007	11,5	12,1	105,2
2008	10,8	15,2	140,7
2009	8,5	12,7	149,4

по 28 районах Курской области не однородна. Целесообразно разделить рассматриваемую совокупность на две совокупности: в первую включаем районы с численностью поголовья КРС меньше 10 000 голов, а во вторую совокупность районы с численностью поголовья скота более 10 000 голов.

Длина интервала определяется по формуле:

$$h = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K},$$

где X_{\max} и X_{\min} — наибольшее и наименьшее значение признака;

K — число групп, определяемое по формуле Стерджесса.

$$K = 1 + 3,322 \lg N,$$

где N — число единиц совокупности.

Группировка районов с численностью поголовья КРС менее 10 000 голов представлена в таблице 11. Коэффициент вариации для данной совокупности данных равен 28,5 %, что говорит о достаточной однородности рассматриваемой совокупности. Число групп для данной совокупности, вычисленное по формуле Стерджесса равняется 6, а длина интервала равна 1104.

Группировка районов с численностью поголовья КРС более 10 000 голов представлена в Таблице 12. Коэффи-

циент вариации для данной совокупности данных равен 17,4 %, что говорит о достаточной однородности рассматриваемой совокупности. Число групп для данной совокупности, вычисленное по формуле Стерджесса равняется 5, а длина интервала равна 1319,4.

Проанализировав таблицу 11 и таблицу 12 можно сделать вывод: между показателями «Поголовье КРС» и «Реализовано КРС» прослеживается прямая зависимость. Касательно показателя «Среднесуточные привесы КРС» можно отметить, что явной связи с другими показателями не проявляется.

Однородность обеих совокупностей позволяет провести укрупнение групп.

Группы районов с численностью поголовья КРС менее 10 000 голов образуют три группы с границами, представленными в таблице 13. При переходе от I группы к III наблюдается следующая взаимосвязь: с увеличением поголовья КРС увеличивается реализация на убой и уменьшаются среднесуточные привесы.

Группа районов под номером III, в которую входят только два района, значительно превышает остальные группы по показателям численности и реализации скота на убой.

Список районов, входящих в совокупность с численностью поголовья КРС менее 10 000 голов представлен в таблице 14.

Таблица 11. Группировка муниципальных районов Курской области по численности поголовья КРС

Номер группы	Группы районов с численностью поголовья КРС менее 10 000 голов, в хозяйствах всех категорий	Число районов	В среднем по группе		
			Поголовье КРС, голов	Реализовано КРС на убой, тонн	Среднесуточные привесы КРС на выращивании, откорме и нагуле, грамм
I	3228–4332	3	3594	305,3	638,7
II	4332–5436	3	4715,3	416	377,7
III	5436–6540	5	6040,2	529,2	357,8
IV	6540–7644	5	6844,8	536,6	378,4
V	7644–8748	1	8741	563	148
VI	8748–9852	1	9855	699	385
	Итого	18			

Таблица 12. Группировка муниципальных районов Курской области по численности поголовья КРС

Номер группы	Группы районов с численностью поголовья КРС более 10 000 голов, в хозяйствах всех категорий	Число районов	В среднем по группе		
			Поголовье КРС, голов	Реализовано КРС на убой, тонн	Среднесуточные привесы КРС на выращивании, откорме и нагуле, грамм
I	10160–11479,4	4	10530,5	989,3	436,5
II	11479,4–12798,8	1	11895	1053	463
III	12798,8–14118,2	3	13580,7	979,7	435,7
IV	14118,2–15437,6	1	14621	1205	653
V	15437,6–16757	1	16757	1355	397
	Итого	10			

Таблица 13. Укрупненная группировка муниципальных районов Курской области по численности поголовья КРС

Номер группы	Группы районов с численностью поголовья КРС менее 10 000 голов, в хозяйствах всех категорий	Число районов	В среднем по группе		
			Поголовье КРС, голов	Реализовано КРС на убой, тонн	Среднесуточные привесы КРС на выращивании, откорме и нагуле, грамм
I	3228–5436	6	4154,7	360,7	508,2
II	5436–7644	10	6442,5	532,9	368,1
III	7644–9852	2	9298	631	266,5
	Итого	18			

Таблица 14. Перечень муниципальных районов Курской области

Номер группы	Группы районов с численностью поголовья КРС менее 10 000 голов, в хозяйствах всех категорий	Наименование района
I	3228–5436	Дмитриевский муниципальный район
		Октябрьский муниципальный район
		Поныровский муниципальный район
		Конышевский муниципальный район
		Курчатовский муниципальный район
		Пристенский муниципальный район
II	5436–7644	Железногорский муниципальный район
		Солнцевский муниципальный район
		Тимский муниципальный район
		Хомутовский муниципальный район
		Щигровский муниципальный район
		Большесолдатский муниципальный район
		Золотухинский муниципальный район
		Обоянский муниципальный район
		Советский муниципальный район
		Фатежский муниципальный район
III	7644–9852	Касторенский муниципальный район
		Медвенский муниципальный район

Группы районов с численностью поголовья КРС более 10 000 голов образуют две группы с границами, представленными в таблице 15.

По данным таблицы 15 можно сделать вывод о том, что при переходе с первой группы ко второй увеличивается поголовье скота, показатель реализации на убой и среднесуточные привесы.

Список районов, входящих в совокупность с численностью поголовья КРС более 10 000 голов представлен в таблице 16.

Группы районов с численностью поголовья КРС более 10 000 голов образуют две группы с границами, представленными в таблице 16.

Таким образом, нами было выявлены районы с наибольшей концентрацией производства крупного рогатого скота, которые характеризуются высокими произ-

водственными показателями. Эти районы представлены в таблице 16.

Таким образом, формируется явное противоречие: получение мяса от молочного скота является более затратным, но не смотря на это в России так и не сформировалась отрасль мясного скотоводства. Мясное скотоводство имеет ряд преимуществ по отношению к молочному скотоводству: мясные породы КРС не прихотливы к природно-климатическим условиям, устойчивы ко многим заболеваниям, не требуют для содержания больших материальных затрат и, что немаловажно, значительных людских ресурсов так как мясных коров не доят, а телята до 7-8-месячного возраста находятся на подсосе и не нуждаются в особом уходе. К тому же, мясное скотоводство на порядок дешевле, чем молочное животноводство, так как не требует больших затрат и дорогостоящих инвестиций (на-

Таблица 15. Укрупненная группировка муниципальных районов Курской области по численности поголовья КРС

Номер группы	Группы районов с численностью поголовья КРС более 10 000 голов, в хозяйствах всех категорий	Число районов	В среднем по группе		
			Поголовье КРС, голов	Реализовано КРС на убой, тонн	Среднесуточные привесы КРС на выращивании, откорме и нагуле, грамм
I	10160–12798,8	5	10803,4	1002	441,8
II	12798,8–16757	5	14424	1099,8	471,4
	Итого	10			

Таблица 16. Перечень муниципальных районов Курской области

Номер группы	Группы районов с численностью поголовья КРС более 10 000 голов, в хозяйствах всех категорий	Наименование района
I	10160–12798,8	Курский муниципальный район
		Льговский муниципальный район
		Суджанский муниципальный район
		Черемисиновский муниципальный район
		Горшеченский муниципальный район
II	12798,8–16757	Глушковский муниципальный район
		Кореневский муниципальный район
		Рыльский муниципальный район
		Мантуровский муниципальный район
		Беловский муниципальный район

пример, отопление помещений зимой или приобретение доильного оборудования). Однако, для развития мясного скотоводства необходима закупка племенного скота и активная работа по созданию кормовой базы, а также по повышению технологичности производства.

На федеральном уровне утверждена и действует государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы. В данной программе на 2011 и 2012 годы заложено 4,8 и 5,1 млрд. руб. для поддержки племенного животноводства. Однако из программы не ясно, какие именно подотрасли животноводства являются приоритетными при получении государственной поддержки.

В курской области утверждены и действуют две целевые программы поддержки сельского хозяйства:

1. Областная целевая программа «Развитие молочного скотоводства в Курской области на 2009–2012 годы»;

2. Областная целевая программа «Развитие сельского хозяйства Курской области на 2009–2012 годы».

Первая программа на развитие мясного скотоводства не выделяет средств. Вторая программа предполагает предоставление субсидий на возмещение затрат на содержание маточного поголовья животных в 2011 и 2012 годах это 3,5 и 3,5 млн. руб. соответственно. Кроме того вторая программа предполагает предоставление субсидий на содержание племенных быков производителей по 650 тыс. руб. на 2011 и 2012 годы. Этих средств, разумеется, не хватит для зарождения подотрасли мясного скотоводства Курской области. Необходимо принятие специализированной областной целевой программы по поддержке мясного скотоводства.

Литература:

1. Официальный сайт администрации курской области [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.adm.rkursk.ru>
2. Совет при Президенте России по реализации приоритетных национальных проектов и демографической политике [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://rost.ru/>
3. Статистические данные Росстат [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.bi.gks.ru>
4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gks.ru>

Пути углубления энергетического сотрудничества между Казахстаном и Россией

Лоскутова И.Н., соискатель

Московский авиационный институт (государственный технический университет)

Экономическое сотрудничество России с Казахстаном можно назвать наиболее стабильным и плодотворным процессом в сравнении с развитием взаимоотношений с другими государствами на территории бывшего советского пространства.

Поскольку в экономике того и другого государства определяющую роль играет нефтегазовая отрасль, то значительная часть взаимодействия России и Казахстана лежит именно в этой области. Правительствами России и Казахстана принимается множество эффективных мер, направленных на формирование и развитие общего рынка нефти и газа. В частности, в соответствии с Планом мероприятий по реализации решений Межправительственной комиссии по сотрудничеству между Республикой Казахстан и Российской Федерацией энергетические ведомства этих стран разработали совместный топливно-энергетический баланс (ТЭБ).

В рамках составления совместного ТЭБ разработан Совместный баланс нефтяного и газового сырья Республики Казахстан и Российской Федерации на 2004–2015 гг., который стал основой для формирования согласованных объемов экспортных и транзитных поставок нефтегазовых ресурсов, соответствующего Плана их транспортировки и модернизации нефтегазотранспортной инфраструктуры [1].

Отсутствие у Казахстана непосредственного выхода к мировым рынкам, в сочетании с наличием протяженной границы с Россией, определяет экономический и политический вес нефтегазотранспортных операций, осуществляемых между двумя государствами. Российское участие в освоении нефтегазовых ресурсов Казахстана до недавнего времени было достаточно ограниченным. Оно резко активизировалось с началом разработки крупных месторождений на суше в районе Каспия и с открытием месторождений в северном секторе акватории Каспийского моря.

Нефтегазовое сотрудничество двух стран базируется на нескольких межправительственных соглашениях, в том числе «О сотрудничестве и развитии топливно-энергетических комплексов» от 25 декабря 1993 года с ежегодными протоколами к нему — «О техническом и экономическом сотрудничестве и интеграции в нефтегазовых отраслях» от 25 февраля 1997 года, «О сотрудничестве в газовой отрасли» от 28 ноября 2001 года. В июне 2002 года Казахстан и Россия заключили долгосрочное межгосударственное соглашение на 15 лет по транзиту казахстанской нефти через территорию России объемом не менее 17,5 млн тонн в год. В 2002 году президенты России и Казахстана подписали «Протокол к Соглашению между Россией и Казахстаном о разграни-

чении дна северной части Каспийского моря в целях осуществления суверенных прав на недропользование от 6 июля 1998 года». Этот документ, определяющий принципы и правовые основы взаимодействия двух стран в области освоения ресурсов дна Каспийского моря, установил географические координаты прохождения модифицированной срединной линии разграничения дна северной части Каспийского моря. Расположенные на этой линии месторождения Курмангазы (казахстанская юрисдикция), Центральное и Хвалынское (российская юрисдикция) было решено осваивать совместно, на паритетной основе. Нарботанная правовая база сотрудничества между двумя государствами получает дальнейшее развитие и конкретизацию.

В результате восстановления параллельной работы энергосистем Казахстана и России обе страны уже получили ощутимые выгоды. Поэтому, на наш взгляд, в сфере электроэнергетики одним из приоритетных направлений экономической политики двух государств должно стать дальнейшее расширение интеграционного сотрудничества и формирование общего электроэнергетического рынка. Такой общий рынок даст обеим странам полное покрытие потребности в дешевой электроэнергии, обеспечит благоприятные условия для ее экспорта в третьи страны, даст возможность более рационально использовать водно-энергетические ресурсы, а также расширит возможности межгосударственных перетоков электроэнергии и позволит эффективнее использовать транзитный потенциал двух стран.

Сегодня в Казахстане и России происходит формирование межгосударственных вертикально интегрированных структур — от добычи угля до выработки и продажи электроэнергии. Углубляется сотрудничество в нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности. В этой связи большие перспективы открываются в плане создания производств по выпуску продукции завершающих переделов. Вообще, при сохранении внимания к развитию сотрудничества в базовых отраслях промышленности, на наш взгляд, основные акценты в настоящее время необходимо сдвинуть на сотрудничество в обрабатывающем секторе, осуществление скоординированных действий в направлении кардинальных структурных преобразований национальных экономик.

Еще одним перспективным направлением углубления энергетического сотрудничества между Казахстаном и Россией является более эффективное использование транзитного потенциала обеих стран, развитие нефтегазотранспортной инфраструктуры и расширение экспортных возможностей поставок нефтегазовых ресурсов в третьи страны.

Здесь успешно развивающееся сотрудничество России и Казахстана в области транспортировки нефтегазовых ресурсов в западном направлении, на наш взгляд, может и должно быть дополнено развитием совместного экспорта углеводородов в направлении динамично растущих рынков Восточной Азии и, прежде всего, Китая.

Как известно, Китай сегодня прорабатывает возможность энергетического сотрудничества как с Казахстаном, так и с Россией. Ведь именно Казахстан и Россия имеют стратегическое значение для Китая благодаря своим запасам углеводородов, а также близкой расположенности к границам Китая и удобства транспортировки топлива. Китайское руководство рассчитывает, что в перспективе более чем половина получаемой Китаем из-за рубежа нефти должна поступать именно из России и Казахстана.

Учитывая постоянно растущий спрос на энергоресурсы в китайской и других соседних азиатских экономиках и перспективную взаимную выгоду от экспорта нефти и газа в данном направлении, здесь видится необходимость сотрудничества Казахстана и России.

Как известно, казахстанско-китайские договоренности на высшем уровне, сделанные в 2003–2004 годах, о строительстве нефтепровода Казахстан — Китай и крупных китайских инвестициях в нефтегазовые проекты Казахстана, в мировом сообществе восприняли неоднозначно. Многими российскими экспертами это расценивалось как скрытый антироссийский шаг со стороны казахстанского руководства [2]. Однако, данные проекты, на наш взгляд, имеют ряд конструктивных евразийских компонентов сотрудничества.

Появление экспортного нефтепровода из Казахстана в Китай отнюдь не означает, что у Китая отпадает необходимость в российской нефти. Многое будет зависеть от того, как Казахстан будет развивать нефтедобычу, и как в Китае будет расти спрос на нефть. Важным фактором так же могут стать китайские планы реэкспорта нефти через китайские порты в государства АТР. Если Китай будет поставлять нефть в Южную Корею и Японию, и в этих странах спрос будет расти достаточно быстро, тогда востребованной окажется и казахстанская, и российская нефть.

Более того, уже сегодня, с учетом российско-казахстанских договоренностей, можно говорить о начале разработки новой евразийской долгосрочной нефтяной программы, предусматривающей слияние отдельных российских и казахстанских проектов с ориентацией не только на Китай, но и регион Северо-Восточной Азии в целом.

С точки зрения национальных государственных интересов как Казахстана, так и России, формирование своеобразного российско-казахстанского нефтяного картеля как минимум усилило бы позиции Москвы и Астаны как продавцов на мировых нефтяных рынках, и сделало бы потенциальных покупателей в лице Китая и других стран Северо-Восточной Азии более уступчивыми. Одновременно «евразийский картель» мог бы стать и одним из факторов влияния на мировые нефтяные цены.

Сегодня меняется не только ценовая, но и геополитическая структура глобального нефтяного рынка. В странах Северо-Восточной Азии складываются основные «центры притяжения», вокруг которых и будет развиваться многостороннее сотрудничество в энергетической сфере. Москва и Астана могут в этих условиях сыграть главную структурообразующую роль в становлении многостороннего евразийского энергетического сотрудничества стран Северо-Восточной и Центральной Азии.

Что касается экспортных направлений нефти из евразийского региона, становится ясно, что лоббирование трубопроводов из Казахстана и России связано с насущными потребностями экономического развития. В строительстве трубопровода из Западного Казахстана в интересах Китая действовать сообща с Россией, а также с участием всех сторон Шанхайской организации сотрудничества.

Важное значение на современном этапе имеет разработка и принятие на межправительственном уровне общей стратегии развития энергетического рынка России и Казахстана. И принципиальное значение здесь должно быть отведено созданию соответствующей правовой базы, обеспечивающей развитие торгово-экономических связей двух государств в области энергетики, условия для свободного и бесперебойного транзита энергоресурсов и проведение согласованной таможенной, налоговой и тарифной политики в отраслях энергетического сектора.

Формирование общего рынка энергоресурсов в России и Казахстане станет основой для создания Единого энергетического пространства в рамках ЕврАзЭС и ЕЭП.

Примеры передовых промышленно развитых стран и, в частности, стран Западной Европы, прилагающих в последние годы серьезные усилия по созданию в рамках Европейского Союза конкурентных рынков энергоресурсов, показывают, что курс на регионализацию энергетических рынков рассматривается ими в качестве важнейшего необходимого условия успешного будущего развития энергетики, и еще раз подчеркивают, что сегодня одной отдельно взятой стране, даже обладающей значительной ресурсной базой энергетики, очень сложно обеспечить свою энергетическую безопасность, находясь в отрыве от международных интеграционных процессов в топливно-энергетическом комплексе.

Создание общего энергетического рынка в пределах России и Казахстана будет способствовать развитию взаимовыгодных хозяйственных связей в области энергетики, насыщению внутреннего рынка дешевыми видами энергоресурсов, покрытию потребностей потребителей в них и расширению возможностей экспортных поставок энергоресурсов в третьи страны. Проведя анализ развития нефтегазовых секторов России как наиболее богатой ресурсами страны постсоветского пространства, и как стран с наиболее близкими экономическими интересами, которые интегрируются в рамках ЕЭП, предлагается уточнить и конкретизировать стратегию развития национального нефтегазового комплекса России путем учета динамики и направлений сотрудничества между Россией

и Казахстаном. При этом учёт направлений динамичного развития необходим для точной диагностики недоработок и выработке ориентиров дальнейших действий. С учётом процессов возрастающей глобализации и конкуренции интересов поставщиков и потребителей продукции нефтегазового сектора, сотрудничество и интеграция между странами — поставщиками, такими как Россия и Казахстан, будет способствовать как самому процессу усовершенствования и развития собственных национальных нефтегазовых комплексов, так и процессу защиты энергетических интересов и обеспечению энергетической безопасности на международной арене.

В основе потенциальных сфер интеграции России и Казахстана лежит один из основных принципов, а именно — принцип взаимодополняемости стран — контрагентов. Интеграция позволяет решать также крупные народнохозяйственные задачи, которые было бы невозможно даже представить без объединения усилий производителей нескольких стран.

Важным направлением внешнеэкономической интеграции является технологическое взаимодействие нефтегазовых комплексов, в качестве как потребителей различных услуг компаний, так и импортеров технологий и оборудования.

Россия проводит политику многовекторности выбора направлений экспорта и максимальной эффективности использования трубопроводных систем. Аналогичный

подход характерен и для Казахстана, Азербайджана, Туркмении. Это способствует его интеграции с Россией и приносит как политические преимущества, так и существенную экономическую выгоду. Интеграция в данном направлении помогает противостоять странам Запада и США, пытающимся оказывать влияние на экономический курс Казахстана и стремящихся к установлению своего контроля над крупными залежами нефти и газа.

Таким образом, основаниями, на наш взгляд, интеграции нефтегазовых комплексов России с Казахстаном, которые должны учитываться при разработке стратегии развития нефтегазового комплекса России, являются:

Совместное проведение работ по геологоразведке, нефтегазодобыче, транспортировке и переработке;

Использование аутсорсинга и услуг по выполнению обслуживающих или сопутствующих функций (использование компаний по специализированным направлениям выполняемых работ в зависимости от опыта, технического и технологического обеспечения);

Совместная работа по привлечению инвестиций, поддержке экспортных потенциалов, международного имиджа, защита интересов;

Объединение усилий в проведение научно-технических исследований, инновационной деятельности, подготовке кадров;

Согласование позиций и поддержка интересов в отношении стран-импортеров, включая и ценовую политику.

Литература:

1. Султанов Б.К. Перспективы развития российско-казахстанского сотрудничества // «Жас Казак» от 25 ноября 2005 года
2. Керницкий Р.Б. Роль нефтяной и газовой индустрии России в формировании благополучного инвестиционного потенциала страны // Труды МЭЛИ, № 4, 2008.

Развитие водного туризма в Нижегородской области

Маклашина Л.Р., директор
ООО «ТК Альманах» (г. Нижний Новгород)

Нижегородская область расположена в центре европейской части России, территория около 80 тыс. кв. км, население 3,6 млн. чел., уровень урбанизации, по плотности населения регион входит в десятку наиболее густонаселенных регионов России.

Выгодное географическое положение, практически исключаются природные катаклизмы, делает территорию привлекательной для путешествия в любое время года. Нижегородская область входит в европейский проект развития транспортных коридоров. Плотность сети автомобильных дорог в 5 раз превышает среднероссийские показатели, железных дорог — в 3 раза. Нижний Новгород располагает международным аэропортом, речным портом, обслу-

живающим суда река-море, который имеет выход ко всем морям, омывающим Европейскую часть России. Речная сеть области насчитывает 9000 рек и ручьев общей протяженностью 33 тыс. км. Наиболее крупные реки Волга и ее правый приток Ока, Ветлуга, Сура и другие. Общая их площадь более 60 тыс. га. Горьковское и Чебоксарское водохранилища занимают площадь более 58,5 тыс. га. [1. с. 118]

Одним из наиболее динамично развивающихся сегментов туристского рынка является отдых на воде. Рынок водного туризма в Нижегородской области представлен немногими направлениями: речные круизы на теплоходах, сплав на байдарках и катамаранах, охотничий и рыболовный туризм.

Речные круизы — это прекрасная возможность посвятить свой досуг увлекательному и полезному отдыху в кругу семьи и друзей, а также провести конференцию, бизнес-семинар, торжество или другое мероприятие. Из Нижнего Новгорода можно совершить увлекательные путешествия по речным просторам Волги, Оки, Камы. Сегодня три туристских фирмы специализируются на речном круизном туризме: ОАО «Волга Флот Тур», ООО «Гама», ООО «Инфлот». В период навигации с апреля по октябрь более 17 комфортабельных пассажирских теплоходов Волжского пароходства способны обеспечивать перевозку более 2000 тысяч туристов и пассажиров.

В силу своего географического положения Нижегородская область не является и не может стать регионом массового въезда туристов с целью традиционного летнего пляжного отдыха. Тем не менее, культурно-исторический, природный потенциал региона огромен. Нижегородский регион известен своими историко-архитектурными ансамблями XVI-XIII веков. Древнейшим памятником архитектуры является Нижегородский кремль, благодаря которому Нижний Новгород входит в число 100 городов мира, включенных ЮНЕСКО в список городов, представляющих историческую и культурную ценность. Около 40 исторических поселений с сохранившимися исторической планировкой и застройкой, природно-историческим ландшафтом, комплексами памятников истории и культуры, традиционными народными промыслами. Всемирно известная продукция народных художественных промыслов: художественная резьба и роспись по дереву, золотое шитье, художественная обработка металла и глины, изготовление игрушек, художественная обработка бересты, древняя иконопись и другое.

Грамотно построенная маркетинговая стратегия, сконцентрированная на ключевых направлениях туристского рынка региона, а также внедрение инновационных методов управления туристским рынком региона, позволит сделать въездной туризм доходной составляющей всей туристской сферы региона.

«Круизный туризм вносит вклад в развитие региональной экономики. Один туроператор в сегменте круизного туризма обслуживает более 15 тыс. туристов и 60 тыс. экскурсантов в год. Объем услуг крупных операторов ежегодно составляет от 100 до 200 млн. рублей. Платежи в областной и местные бюджеты составляют не менее 19 млн. рублей»: из доклада В.Селезнева — заместителя министра поддержки и развития малого предпринимательства, потребительского рынка и услуг Нижегородской области. Этот вид туризма способствует занятости населения. В обслуживании одного круизного теплохода занято от 50 до 200 человек. Тенденция рынка круизного туризма характеризуется устойчивым ростом спроса. Причем, в спросе доминирует сегмент потребителей комфортабельного отдыха с максимальным комплексом дополнительных услуг на самом теплоходе.

Но на пути развития круизного туризма в регионе стоят несколько глобальных проблем: высокая изношенность теплоходов, высокие затраты на перевооружение и реконструкцию, обмеление русел Волги и Оки, недостаток рекламно-информационных материалов, слабое продвижение туристского продукта на российский и международный рынок, отсутствие развитой туристской инфраструктуры (не оборудованы причалы, отсутствие оборудованных «зеленых» стоянок), необходимость в ведении обязательного страхования круизных судов и пассажиров. За счет собственных ресурсов региону этих проблем не решить. В рамках целевой программы «Развитие внутреннего и въездного туризма в РФ.» рассчитанной на 2011–2016 гг., областным правительством подготовлено предложение — общий объем средств для региона определен в 850 млн. руб., в том числе 95 млн. руб. на реконструкцию и строительство причалов, 680 млн. руб. на берегоукрепительные работы и 80 млн.руб. на дноуглубление. Правительство Нижегородской области совместно с турфирмой «Гама» в 2010 году оборудовали «зеленую» стоянку «Лукоморье» под г. Балахной. Этой фирмой спущен на воду теплоход «Сура», который имеет низкую осанку и предназначен для плавания в мелководных реках, что позволит возродить маршрут «Московская кругосветка», восстановить маршруты в г. Павлово и г. Выкса. [2]

Правительство Нижегородской области проводит политику развития сотрудничества с отечественными и зарубежными партнерами, создавая на территории области благоприятные условия для инвестиций и бизнеса, устанавливая взаимовыгодные международные и межрегиональные связи со странами, регионами и организациями.

Рынок водного туризма не полноценен, как в Нижегородском регионе, так и в стране, практически не развиты индивидуальные путешествия на собственных или арендуемых катерах и яхтах. Этот вид туризма чрезвычайно развит в Европе и Америке. В нашей стране начали создаваться в Москве и Санкт-Петербурге яхт-клубы, но они ориентированы на сегмент рынка высокой ценовой категории. Необходимо развитие этого вида туризма и для туристов находящихся в средней ценовой категории. Для этого целесообразно наладить выпуск разнообразных видов судов (с применением инновационных технологий и материалов), разработать новые маршруты, с применением инновационных методов управления туризмом, построить инфраструктуру, в которой разместятся предприятия общественного питания, торговли, бытового сервиса, медицинские центры, а также ангары для судов, небольшие мастерские по ремонту, учебные классы для занятий, заправочные станции, причальные сооружения и охраняемые гавани.

Стоит отметить, что только при создании благоприятных условий и стимулирование туристского предпринимательства, может быть достигнут наиболее эффективный скачок в развитии туризма как отрасли экономики.

Литература:

1. А.Б. Косолапов. География Российского внутреннего туризма, М.: КНОРУС, 2010 г., 272 с.
2. www.nntur.ru

Общее и особенное политических процессов России и Республики Корея, как мировых субъектов

Михалёва И.В., аспирант

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (филиал в г. Находке)

На сегодняшний день в контексте международных политических процессов происходят коренные перемены. Особенно отчетливо это заметно в таком бурно развивающемся регионе, как Северо-Восточная Азия. Здесь соприкасаются интересы таких стран как Россия и Южная Корея. Этот регион играет ведущую роль в мировой политике, экономике и торговле. Вместе с тем, здесь сохраняются проблематичные и обоюдоострые вопросы, ждущие своего решения сложные и запутанные международно-правовые конфликты.

Среди них конфликт на Корейском полуострове между двумя корейскими государствами. Но появилась надежда на мирное объединение корейской нации. Состоялись первые встречи, контакты лидеров Юга и Севера, возобновился мирный процесс урегулирования ситуации в этом взрывоопасном регионе.

Активную роль в этих процессах уверенно играет Российская Федерация, авторитет которой значителен как на Юге, так и на Севере Корейского полуострова. Большинство вопросов, так или иначе, сводится к общей теме межкорейского урегулирования и роли в нем России, которая рассматривается как хороший посредник и партнер. Вместе с тем, российскому руководству представляется, что главную роль в урегулировании на полуострове должны играть сами корейцы. И это главное в позиции РФ по корейской проблеме.

Особый интерес для автора статьи представляет исследование проблемы политических процессов Кореи в свете усилий и позиции России, ее политики в данном направлении.

Контраст между демократизацией в Республике Корея и России, казалось бы, очевиден. С одной стороны, в Корею — классическая диктатура, опирающаяся на массивную помощь извне (американскую прежде всего) и осуществляющая эффективную авторитарную модернизацию.

Экономический успех (в соответствии с классическими политологическими схемами создавший прослойку среднего класса, но в гораздо меньшей степени, сказавшийся на улучшении положения трудящихся масс) способствует здесь созданию коалиции, выступающей за постепенную либерализацию режима [1, с. 17].

Таким образом, сравнительная методология в политической науке предполагает выявление элементов сходства и различия — в том числе и между различными вариантами поставторитарной и посттоталитарной трансформации. Вопрос лишь в том, какие постоянные и переменные факторы выделяются в ходе этого сравнения. В данном случае, как представляется, можно выделить как минимум следующие (объективные и субъективные) факторы, которые в той или иной степени работают применительно к Корею и России:

- во-первых, нормативное отношение к демократии как к декларируемому (пусть даже на практике и редко реализуемому) идеалу и цели предполагаемых общественных преобразований;

- во-вторых, связанная с этим растущая массовая привлекательность демократических моделей и образцов как результат широких культурных влияний, в том числе под воздействием западной массовой культуры;

- в-третьих, реальное расширение (пусть не последовательное и прерываемое) демократических прав и свобод и экспериментирование с демократическими институтами и процедурами.

Контраст между демократизацией в Республике Корея и России, казалось бы, очевиден. С одной стороны, в Корею — классическая диктатура, опирающаяся на массивную помощь извне (американскую прежде всего) и осуществляющая эффективную авторитарную модернизацию (кстати, в условиях жестокого двухполярного противостояния в общем контексте «холодной войны»)[2, с. 33].

Уже эти обстоятельства позволяют ставить вопрос, по крайней мере, об элементах частичного сходства между различными феноменами современной демократизации (в том числе в Корею и России), пусть и проистекающими из разных источников, но, в конечном счете, сливающимися в одну демократическую волну. Вместе с тем эти элементы сходства заставляют еще более пристально взглянуть и на различия между ними, поскольку только в сравнении тех и других мы можем рассчитывать на приращение знания об исследуемых процессах.

Сравнению может помочь включение в методологический арсенал анализа (в том числе применительно к

сравнению общественно-политических трансформаций в Корее и России) понятия демократического транзита — в отличие от общеприменимого в транзитологии расширительного и как бы одновекторного понятия демократизации.

Еще раз хотелось бы повторить, что демократические транзиты — где бы то ни было — в Корее или России, или где-либо еще — по определению не означают гарантированного перехода к демократии и уж тем более консолидацию демократии. Это обозначение разнообразных процессов переходов от одного общественного и политического состояния к другому, причем в качестве конечного пункта движения (транзита) отнюдь не обязательно выступает демократия (полиархия) [6, с. 51].

Последнее развитие событий в Корее несколько по-новому ставит вопрос и о последовательности экономических и политических реформ. Сейчас складывается впечатление, что в корейском обществе все шире признается необходимость продвижения экономических реформ — но это невозможно без продолжения политических реформ. Это вообще ставит под вопрос казавшуюся предсказуемой последовательность — вначале авторитарная модернизация, а после — политическая демократизация.

Конфуцианство и обломки советской культуры (с примесью православия) — далеко не «культура гражданственности», на которой, согласно классической теории, вырастают демократические институты, и опирается этнос. Они — демократические институты — могут рождаться как процедуры, избираемые и навязываемые реформаторами. Вот, как представляется, один из важных выводов из сравнительного анализа корейского и российского феноменов демократизации [3, с. 31].

Корейский и российский опыт заставляют пересмотреть и роль культурных факторов, которые, как мы подчеркнули выше, долгое время считались одним из важнейших структурных элементов демократизации.

Сравнение корейского и российского опыта вскрывает и особую роль государства в процессе демократического транзита, включая проведение экономических реформ.

Государство оказалось здесь важным механизмом запуска рыночных реформ. В России, насколько видно, этого еще не произошло.

Наконец, еще один вывод, вытекающий из сравнительного анализа двух моделей демократического транзита: только легитимное, демократически выстроенное и эффективное государство может получить поддержку населения (даже в случае экономических трудностей). Данные общественного мнения во многих странах, проходивших путь демократического транзита, показывают, что население готово проявлять экономическое терпение, когда верит демократическим институтам государства. В России этого тоже пока что нет.

Однако это такие переходы, которые осуществляются в контексте отмеченных нами выше — и в этом смысле общих — глобальных факторов (напомним: нормативное отношение к демократии и массовая притягательность де-

мократических идеалов, экономическая неэффективность авторитаризма, практическое экспериментирование с демократическими институтами и процедурами, благоприятная для демократизации международная среда и др.) [4, с. 18].

В целом изучение данного аспекта применительно к Республике Корея и Российской Федерации в некоторой степени является новым. Интерес во многом обусловлен сложностью, родственностью переживаемых сейчас обеими странами политических процессов.

Политический процесс в России представляет собой широкую палитру политических взаимодействий субъектов, носителей и институтов власти. Они действуют на основе тех ролей и функций, которые задаются системой культуры, традициями, конфессиональной средой, ментальностью общества, особенностями исторического развития, чертами психологического склада этносов и т.д. Обозначенные социальные переменные предполагают определенную интерпретацию политических ролей и функций, заметно отличающуюся от той, которая принята в современных демократиях. Поведение субъектов власти и властных институтов в России имеет иные логику и происхождение.

Особенность политического процесса в России состоит в нерасчлененности политики и экономики, социальных и личных отношений. Политика не отделена от других сфер жизни в силу незрелости институтов гражданского общества, которые должны ее ограничивать и контролировать.

Политический процесс в России характеризуется отсутствием консенсуса между участниками политической жизни. В России не было традиции консенсуса, и ее невозможно было укоренить за несколько лет реформ. Другая же причина конфликтности политического процесса кроется в различном понимании ценностей свободы и демократии у зарождающихся политических сил, а также в их неравных возможностях активного участия в реформаторском процессе и удовлетворения собственных интересов.

Новые политические силы, представляющие интересы зарождающегося класса предпринимателей, а также работников бюджетных сфер имели худшие стартовые позиции при переходе к рыночной экономике, чем, например, работники государственного аппарата, правящая элита, дельцы «теневой экономики». Различные условия старта формировали прямо противоположные устремления и цели этих политических сил. Для отстаивания разнородных политических целей и реализации своих требований политические силы (партии, движения, группы давления) используют широкий арсенал средств, включая незаконные (коррупцию, шантаж, подлог, насилие и т.д.).

Политический процесс в России состоит в его не структурированности и высокой степени совмещения и взаимозаменяемости политических ролей. Обманчиво кажущееся многообразие участников российской политической жизни, поскольку их реальная роль и политические функции достаточно ограничены.

Общность или близость позиций России и Республики Корея по ключевым проблемам, стоящим сегодня перед международным сообществом. Характерной особенностью корейской модели развития политического процесса в отличие от европейских и латиноамериканских стран является ее глубокая укорененность в традиционных культурных ценностях, особый стиль личных и общественных отношений.

В последнее десятилетие Южная Корея стала политически расколотым обществом. Правда, экономические успехи и продолжающийся рост уровня жизни не очень-то способствуют жёсткой политической конфронтации, однако деление на два лагеря ощутимо.

Постоянное наблюдение за ходом политических процессов Республики Корея важно для России в связи с обеспечением безопасности в азиатско-тихоокеанском регионе, географическим соседством и геополитическим партнерством.

Сегодняшняя Южная Корея представляет собой переходное общественное состояние, противоречиво совмещающее в себе элементы как сословно-корпоративной организации общества, так и современной системы политического представительства. Соотношение между этими элементами не остается неизменным, оно постоянно меняется, что и создает динамику сложного, но все же поступательного движения к развитым формам представительной демократии. Противоречивость бытия общества в полной мере отражается и на деятельности социальных сил и политических [7, с. 16].

В целом можно говорить о том, что отношения между Россией и Республикой Корея развиваются конструктивно и по-партнерски.

Одним из важнейших политических процессов, который серьезно повлияет на положение регионов в мире, и, прежде всего в АТР, является процесс межкорейского диалога, направленный на объединение КНДР и Республики Корея в единое государство.

Этот диалог, получивший новое развитие в результате визита президента Республики Корея в Пхеньян летом 2003 года и подписания соответствующего соглашения между сторонами, дает возможность значительного ускорения процесса объединения Корей и более быстрого, чем ожидалось ранее, преодоления связанных с этим трудностей.

Развитие и укрепление межкорейского диалога является процессом многогранным и спорным, который затрагивает как чисто политические, так экономические и гуманитарные проблемы. Очевидно, что на каждом из

этих этапов движение будет осуществляться в различных темпах. Не менее очевидно и то, что «процесс пошел», и изменить его ход практически невозможно. Сегодня можно попытаться спрогнозировать, что процесс объединения Корей в основном завершится примерно в 2012–15 годах. Чем определяются такие временные рамки?

Во-первых, межкорейский диалог приобрел устойчивый характер, и в результате предстоящего визита руководителя КНДР Ким Чен Ира в Республику Корея возможен значительный прогресс в отношениях двух стран, в том числе в плане «открытия» экономики КНДР.

Во-вторых, существует достаточно мощный внешний фактор в лице Китая, России, США, Японии и ряда других стран, объективно (прежде всего — политически) заинтересованных в корейском объединении. Северная Корея для ряда развитых государств относится к категории стран, представляющих (самим фактом наличия у нее ядерного потенциала и средств его доставки) угрозу мировому сообществу, поэтому ее объединение с Южной значительно сократит риски военно-политического характера.

В-третьих, в КНДР происходят изменения в идеологической сфере, которые трансформируют общественное сознание, устраняя образ врага в лице Юга. Воссоединение семей уже стало мощным фактором движения к скорейшему объединению.

Если говорить о роли России в данном вопросе, то следует подчеркнуть, что новая активность России на Корейском направлении отразилась и на ее подходе к межкорейскому диалогу. Позиция Москвы далеко ушла от давних советских времен, когда она безоговорочно, а затем с оговорками, поддерживали военные авантюры Пхеньяна. В своё время президент В.В. Путин, а на сегодняшний день президент Д.А. Медведев неоднократно отмечал, что Россия «оказывала, и будет оказывать содействие мировому урегулированию корейской проблемы» и «готова использовать потенциал отношений с Южной, и с Северной Кореей для содействия межкорейскому урегулированию».

Таким образом, несмотря на разноплановость сущности становления политических процессов в России и Корее усматривается некоторая схожесть тенденций становления упомянутых процессов.

Прослеживается не только общность сложности исторических предпосылок становления действующих политических процессов России и Республики Корея, но и расстановка действующих политических сил. Так же и уровни развития политических систем в исследуемых странах в некоторой степени схожи; у обоих акторов усматривается наличие сложного явления демократизации и ее становления.

Литература:

1. Лукашук, И.И. Внешняя политика России и международное право. / И.И. Лукашук. — М.: Изд-во РАН, 2007. — С. 90.
2. Ланьков, А. Корея: будни и праздники. / А. Ланьков. — М.: Межд. отношения, 2003. — С. 123.
3. Миронюк, М.Г. Мир политической науки. Кн. 2. Персоналии: Путеводитель по научным биографиям и концепциям ста видных представителей политической мысли / М.Г. Миронюк. — М.: Просвещение, 2009. — С. 101.

4. Democratization, the Theory of Development and Korean Exceptionalism. Paper for the Concurrent Session of the 17th World Congress of IPSA Organized by Institute of East and West Studies, Yonsei University, Hoover Institution, Stanford University// The Dong-A Ilbo. Co-sponsored by KOLON Group. — 2010. — August. — P. 18–19.
5. Jon, Huer Korea and U S.: two models of justice/ Huer Jon // Korea Herald. — 2007. — № 12. — P. 11–12.
6. Воронцов, А.В. Россия и Корейский полуостров: современные реалии и перспективы /А.В.Воронцов.//Проблемы Дальнего Востока. 2009. — № 3. — С. 48–55.
7. Кретов, Б.И. Политические процессы в России/Б.И.Кретов.// Социально-гуманитарные знания. — 2008. — № 5. — С. 15–21.
8. Дробышев, Е. Корейская политика России требует корректировки/Е. Дробышев.// Проблемы Дальнего Востока. — 2008. — № 1. — С. 18–24.

Сравнительная характеристика двух систем калькулирования чистой себестоимости: Direct Costing и Variable Costing

Новиков И.В., аспирант

Великолукская государственная сельскохозяйственная академия

Системы калькулирования себестоимости Direct Costing и Variable Costing предназначены для исчисления чистой (неполной, сокращённой или усечённой) себестоимости, т.е. подразумевают под собой включение в неё только таких затрат, которые непосредственно относятся к производственному процессу.

Считается, что системы исчисления чистой себестоимости стали использоваться в экономически развитых странах тогда, когда исчерпала себя модель экстенсивного развития производства и на её смену пришла новая модель — модель интенсивного развития.

Сейчас трудно сказать, кто стоял у истоков теоретического обоснования такой классификации затрат, но достоверно известно, что ещё Т.Е. Клишштейн в своей книге «Учение об альтернативах в учёте» (Лейпциг, 1781 год) на примере металлургического производства показал, как основные (прямые) затраты нужно относить на отдельные фазы (передель): добывающее производство; угольное производство; переработка шлаков; плавка; кузнечное производство. А накладные (косвенные) расходы, по его мнению, следовало списать прямо на счёт результатов за период. Ж. Курсель-Сенель в своём труде «Теория и практика предпринимательства в земледелии, ремесле и торговле» (Штутгарт, 1869 год), также предлагал разделять затраты на «особые» (постоянные, накладные) и «общие» (переменные, основные).

Особое место в изучении подразделения затрат на постоянные и переменные принадлежит Джону Бейтсу Кларку, который впервые, в 1923 году, предложил подразделять валовые издержки производства, в зависимости от его объёма.

Чуть позже, в 1936 году, американский исследователь Джонатан Гаррисон (Jonathan Harrison) в статье, опубликованной в бюллетене Национальной ассоциации промышленного учёта (США), изложил основные идеи системы учёта затрат и исчисления себестоимости Direct Costing.

В основе системы Direct Costing (дословно: «Прямое калькулирование») лежит подразделение всех затрат организации на прямые и косвенные.

Прямые затраты (direct costs) — это затраты, непосредственно связанные с производственным процессом и напрямую включаемые в себестоимость выпускаемой продукции (выполняемых работ, оказываемых услуг).

Косвенные затраты (indirect costs) — это затраты, непосредственно не связанные с производственным процессом (т.е. их невозможно отнести на какой-либо конкретный вид продукции (работ, услуг)), и, соответственно, не включаемые напрямую в себестоимость выпускаемой продукции (выполняемых работ, оказываемых услуг).

При исчислении себестоимости по системе Direct Costing в неё включаются только прямые затраты, а косвенные вычитаются из маржинальной прибыли организации. Процесс калькулирования себестоимости по данной системе, и получение чистой прибыли можно выразить с помощью ряда формул:

$$C = \Sigma Z_{\text{прям}}$$

$$П_{\text{марж}} = В - C$$

$$П_{\text{чист}} = П_{\text{марж}} - \Sigma Z_{\text{косв}}$$

где: C — себестоимость выпускаемой продукции (выполняемых работ, оказываемых услуг);

$В$ — выручка от реализации продукции (работ, услуг);

$\Sigma Z_{\text{прям}}$ — сумма прямых затрат, понесённых в процессе производства;

$\Sigma Z_{\text{косв}}$ — сумма косвенных затрат, понесённых организацией в отчётном периоде;

$П_{\text{марж}}$ — маржинальная прибыль;

$П_{\text{чист}}$ — чистая прибыль.

Система Variable Costing (дословно: «Переменное калькулирование») основывается, также как и система Direct Costing, на принципе подразделения затрат организации. Только в данном случае — на переменные и постоянные.

Переменные затраты (variable costs) — это затраты, также как и прямые, которые непосредственно связаны с производственным процессом, напрямую включаются в себестоимость выпускаемой продукции (выполняемых работ, оказываемых услуг), и изменяются прямо пропорционально объёму производства (их величина постоянна на единицу продукции, но при росте или снижении объёма производства их сумма, в целом по предприятию, соответственно, увеличивается или уменьшается).

Постоянные затраты (fixed costs) — это затраты, величина которых остаётся неизменной для организации за определённый период времени. Их величина не зависит от объёма производства, а при его росте или снижении, соответственно, уменьшается или увеличивается на единицу продукции.

Процесс исчисления себестоимости и получения чистой прибыли можно, также как и при использовании системы Direct Costing, описать с помощью ряда формул:

$$C = \Sigma Z_{\text{перем}}$$

$$\Pi_{\text{марж}} = B - C$$

$$\Pi_{\text{чист}} = \Pi_{\text{марж}} - \Sigma Z_{\text{пост}}$$

где: $\Sigma Z_{\text{перем}}$ — сумма переменных затрат, понесённых в процессе производства;

$\Sigma Z_{\text{пост}}$ — сумма постоянных затрат организации в отчётном периоде.

Как видно, две данные системы схожи, т.к. предлагают одинаковый алгоритм калькулирования усечённой себестоимости:

$$C = \Sigma Z_1$$

$$\Pi_{\text{марж}} = B - C$$

$$\Pi_{\text{чист}} = \Pi_{\text{марж}} - \Sigma Z_2$$

где: ΣZ_1 — сумма затрат, непосредственно связанных с процессом производства;

ΣZ_2 — сумма затрат, непосредственно не связанных с процессом производства и понесённых организацией в отчётном периоде.

Таблица 1. Пример расчёта себестоимости продукции (работ, услуг) с помощью систем Direct Costing и Variable Costing.

№ п/п	Статья затрат	Direct Costing		Variable Costing	
		Прямые затраты	Косвенные затраты	Переменные затраты	Постоянные затраты
1	Зарботная плата промышленного персонала	500 000	x	500 000	x
2	Страховые взносы с зарботной платы промышленного персонала	170 000	x	170 000	x
3	Зарботная плата управленческого и обслуживающего персонала	x	100 000	x	100 000
4	Страховые взносы с зарботной платы управленческого и обслуживающего персонала	x	34 000	x	34 000
5	Сырьё и материалы	700 000	x	700 000	x
6	Полуфабрикаты и комплектующие изделия	250 000	x	250 000	x
7	Электроэнергия для производственного помещения	25 000	x	25 000	x
8	Электроэнергия для административного помещения	x	10 000	x	10 000
9	Аренда производственного помещения	30 000	x	x	30 000
10	Аренда административного помещения	x	9 000	x	9 000
11	Охрана производственного помещения	45 000	x	x	45 000
12	Охрана административного помещения	x	15 000	x	15 000
13	Единовременная реклама предприятия и его продукции	x	2 500	2 500	x
14	Сертификация видов выпускаемой продукции	1 700	x	1 700	x
Итого:		1 721 700	170 500	1 649 200	243 000
Всего затрат:		1 892 200		1 892 200	

Таким образом, на первый взгляд может показаться, что Direct Costing и Variable Costing — близнецы, различающиеся только классификацией затрат (в первом случае затраты классифицируются по способу включения в себестоимость, а во втором — в зависимости от объёма производства). Но это не так, поскольку принцип подразделения затрат, лежащий в основе этих двух систем, является главным признаком, отличающим Direct Costing от Variable Costing.

Данный принцип подразумевает не простую классификацию затрат, а разность в их учёте. Так, затраты, попадающие под критерий прямых, не всегда являются переменными, и наоборот, некоторые переменные затраты никак нельзя отнести к прямым.

Примеры такой разности в отнесении затрат к той или иной группе представлены ниже:

1) аренда производственного помещения — с одной стороны, этот вид затрат непосредственно связан с производственным процессом и, поэтому, такие затраты можно отнести к прямым. С другой стороны, поскольку арендная плата относительно постоянна, то при росте или снижении объёма производства её сумма, соответственно, уменьшается или увеличивается на единицу продукции — это говорит о том, что данный вид затрат можно отнести скорее к постоянным, нежели к переменным;

2) единовременная реклама предприятия и его продукции — с одной стороны, данный вид затрат можно отнести к косвенным, поскольку он непосредственно не связан с производством продукции, а с другой, эти затраты нельзя отнести к постоянным, потому что они носят разовый характер;

3) охрана производственного помещения — данный вид затрат несомненно относится к прямым, поскольку он связан с процессом производства напрямую. В то же время, затраты на охрану производственного помещения нельзя отнести к переменным, т.к. их величина остаётся относительно постоянной на протяжении определённого периода времени и не зависит от объёма производства.

Пример расчёта себестоимости с помощью систем Direct Costing и Variable Costing представлен в таблице 1 (суммы затрат носят условный характер).

Из представленной выше таблицы видно, что усечённая себестоимость продукции, рассчитанная по системе Direct Costing больше, чем по системе Variable Costing (1 721 700 руб. против 1 649 200 руб.). Однако может возникнуть и обратная ситуация. Такая разность в величине себестоимости зависит от многих факторов:

- 1) принятая на предприятии классификация затрат;
- 2) отнесение статей затрат к той или иной группе затрат;
- 3) способ исчисления себестоимости (полная или сокращённая);
- 4) система исчисления себестоимости (Direct Costing, Variable Costing и т.п.) и т.д.

Таким образом, при исчислении себестоимости продукции (работ, услуг) с помощью разных систем калькулирования, можно получить отличную друг от друга себестоимость одного и того же продукта. В связи с этим, каждое предприятие в праве выбирать ту систему, которая наиболее оптимальна для него на данном этапе развития.

Литература:

1. Грибков Е. Методы учёта затрат и расчёта себестоимости / Е. Грибков // Экономика и жизнь (Экономика бизнеса). — 2008. — № 50. — С. 4.
2. Колузанов К., Колузанова Н. Совершенствование управления затратами на основе анализа себестоимости продукции в системе «Директ-костинг» / К. Колузанов, Н. Колузанова // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2007. — № 2. — С. 18–22.
3. Никитин С.А. Совершенствование учёта себестоимости продукции предприятия как необходимый элемент повышения качества менеджмента / С.А. Никитин // Управленческий учёт. — 2009. — № 8.
4. Рассказова-Николаева С. Директ-костинг: правдивая себестоимость / С. Рассказова-Николаева // Экономика и жизнь (Экономика бизнеса). — 2008. — № 50.
5. Усатова Л.В. Организация современного управленческого учёта на промышленном предприятии с применением зарубежных методик учёта затрат / Л.В. Усатова // Управленческий учёт. — 2008. — № 7.
6. Усатова Л.В. Роль и место управленческого учёта и анализа в системе управления современным российским предприятием / Л.В. Усатова // Управленческий учёт. — 2009. — № 1.
7. Шапорова О.А. Использование методики маржинального анализа прибыли в управленческом учёте предприятий / О.А. Шапорова // Управленческий учёт. — 2009. — № 6.
8. Jesse T. Barfield, Cecily A. Raiborn, Michael R. Kinney — Cost Accounting: Traditions and Innovations — South-Western College Pub (2001) ISBN: 0324026455, 990 pages

Прогностический анализ развития внешнего окружения металлургической компании с учетом процессов интернационализации и глобализации

Поликарпова М.Г., кандидат экономических наук, доцент
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова

В настоящее время глобализация увеличивает сложность принятия решений в международном маркетинге. Термин «глобализация» имеет два смысла. С точки зрения спроса он означает конвергенцию культур и рыночных технологий во всем мире. С точки зрения предложения термин может обозначать становление глобальных корпораций. Термины «интернационализация» и «глобализация» сходны, но имеют некоторые различия. Интернационализация как процесс означает постоянный рост масштабов и природы международной деятельности организации. Он также может включать в себя и переход от экспорта к началу деятельности в другой стране. Хотя культурная конвергенция стран также может быть названа глобализацией, в корпоративном контексте глобализация означает специфическую, завершающую стадию интернационализации.

Главным фактором, способствующим глобализации, является технология. С точки зрения спроса технологические инновации способствовали сближению потребительских предпочтений. С точки зрения предложения внедрение современных телекоммуникационных технологий и наличие более дешевого транспорта позволяют фирмам интегрировать производство и обращаться к потребителю во всемирном масштабе. При этом можно выделить следующие связанные с технологическими изменениями проявления глобализации:

- рост значимости заграничного патентования;
- рост как производимых, так и принимаемых прямых иностранных инвестиций, связанных с исследованиями;
- взрывообразный рост числа международных стратегических альянсов в области науки и технологий;
- рост технологического обмена и др.

Природа рыночного окружения компании является важным фактором, влияющим на выбор между глобальной и многодомной стратегиями. При этом особенно важны два фактора: предпочтения потребителей и взаимозависимость конкуренции между странами.

ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»¹ в стратегической перспективе позиционирует себя как глобальная компания. Это обусловлено и происходящими процессами глобализации, и теми позициями, которые комбинат занимает сегодня на мировых рынках (объем производства товарной металлопродукции в 2010 г. возрос на 18% и составил 10402

тыс.т., объем чистой прибыли увеличился на 6% и составил 232 млн. долл.). В современных условиях только интернациональная деятельность может служить гарантией сохранения компанией статуса самостоятельного игрока.

Как глобальная компания, ОАО «ММК» способно реализовывать смешанную стратегию вертикальной и горизонтальной интеграции, как на российском, так и на мировом рынке металлопродукции. Регионы мира развиваются циклически, и присутствие на рынках разных стран позволяет снизить риск потерь — спад в одной стране компенсируется ростом в другой. В результате, глобальное развитие компании обеспечивает стабильность показателей ее эффективности.

Стратегию международного маркетинга ОАО «ММК» можно рассмотреть в рамках мировой стратегии развития компании. Уникальными чертами международной стратегии, которые отличают ее от внутренней стратегии, являются конфигурация и координация.

• **Конфигурация.** Согласно Майклу Портеру, хотя развитие организации может иногда происходить централизованно, в большинстве случаев маркетинговая деятельность должна осуществляться там, где находится потребитель. Ключевыми регионами для присутствия ОАО «ММК» в настоящее время являются быстрорастущие рынки Ближнего Востока, страны тихоокеанского бассейна (ТОБ), и высокотехнологичные, с традиционно высокими ценами, страны Северной Америки и ЕС. Поэтому ОАО «ММК» должно стремиться реализовывать маркетинговую деятельность по динным указанным направлениям.

• **Координация.** Координация маркетинговой деятельности должна осуществляться путем применения сходных методов в различных странах.

При этом одной из проблем является приспособление стратегии развития компании к различным видам окружения, в котором конкурирует компания. Проведенный анализ показал, что ОАО «ММК» стремится придерживаться глобальной стратегии, поскольку конкурентное преимущество возникает из активов, используемых по всему миру и глобально комбинируемых оптимальным способом с учетом ситуационных требований. Поэтому решение о выборе и использовании корпоративных ресурсов принимаются на глобальном уровне и с целью по-

¹ ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» входит в число крупнейших мировых производителей стали и занимает лидирующие позиции в черной металлургии России. Доля ОАО «ММК» в российском производстве стали составляет 17%. Компания представляет собой крупный металлургический комплекс с полным производственным циклом, начиная с подготовки железорудного сырья, добычи коксующегося угля и заканчивая глубокой переработкой черных металлов.



Рис. 1. Региональная структура экспорта ОАО «ММК» за 2008–2010 гг., тыс. т.

лучения глобального конкурентного преимущества (цель на внешнем рынке: поддержание конкурентных позиций ОАО «ММК» на внешнем рынке путем обеспечения объемов продаж до 4,8 млн. т. к 2017 г., в том числе с основной площадки ОАО «ММК» до 1 млн. т.; с зарубежных площадок до 3,8 млн. т.).

При вхождении на зарубежные рынки ОАО «ММК» использует в основном 2 большие группы методов:

- **Экспорт.** В 2010 году региональная структура продаж изменилась в сторону увеличения доли поставок в страны Европы (+52 % к 2009 г.) — Италия, Великобритания, Польша; в страны Центральной и Латинской Америки (+82 % к 2009 г.) — Бразилия, Колумбия, что объясняется более выгодной рыночной конъюнктурой в данных регионах. Отгрузка в страны Ближнего Востока незначительно снизилась (-8 % к 2009 г.), при этом основной объем был отгружен на рынки Ирана и Турции. Основными видами экспортной металлопродукции является г/к

лист (80 %) и х/к лист (11 %). На рис. 1 представлена региональная структура экспорта ОАО «ММК».

При этом внутренний рынок для ОАО «ММК»¹ также является приоритетным вследствие:

- потенциала и быстрых темпов роста металлопродукции, которые составляют 7–10 % в год;
- стабильных высоких цен на металлопродукцию;
- устоявшихся связей с потребителями и географического расположения компании.

На рис. 2 представлено российское потребление стали по отраслям.

Прямые инвестиции. Инвестиции могут производиться через совместные предприятия, либо через стопроцентную дочернюю компанию. В целях реализации стратегии ОАО «ММК» и в связи со значительным дефицитом листовой продукции в Ближневосточном и Средиземноморском регионах было создано совместное предприятие ММК-Atakas (металлургический комплекс, возведенный на двух



Рис. 2. Российское потребление стали по отраслям, тыс. т.

¹ В 2010 г. объем поставок на внутренний рынок (с СНГ) составил 7,0 млн т., что на 43,6 % больше, чем в 2009 г. Доля продаж на внутреннем рынке увеличилась до 69 % (56 % — в 2009 г.) и составила максимум за последние годы.

промышленных площадках в Искендеруне и Стамбуле¹ производственной мощностью 2,3 млн.т. горячекатаных рулонов, 750 тыс. холоднокатаных рулонов, 900 тыс.т. оцинкованных рулонов и 400 тыс.т. рулонов с полимерным покрытием). Такой тип предприятия может выиграть от использования знаний местной фирмы в комбинации с ноу-хау и другими предпринимательскими активами зарубежного участника. Турецкая компания также может обеспечить доступ к ресурсам, например к сырьевым материалам и рабочей силе, а также связи с правительством и другими важными центрами принятия решений.

При этом положение ОАО «ММК» на каждом из ее рынков динамично. Хотя компании важно каждый раз применять наиболее подходящий способ выхода на рынок, форма и структура ее присутствия будут меняться частично по стратегическим причинам, а частично в ответ на возникающие возможности. Поэтому можно предположить, что в скором времени ММК-Atakas примет форму дочернего предприятия ОАО «ММК» со стопроцентным владением.

При оценивании привлекательности стран для выхода на их рынки используется оценка, которая включает в себя обычный спектр факторов, определяющих возможности и риски, и сходна с общепотребительной моделью СТЭЭП (социальные, технологические, экономические, экологические и политические факторы), а также четы-

рехэтапный подход Джохансона, включающий в себя:

- составление списка стран;
- предварительный просмотр;
- детальный просмотр;
- окончательный выбор.

При этом при реализации зарубежных проектов особое внимание необходимо уделить помимо прочего важности культуры и политическому окружению². Поэтому считаю, что может быть полезным приложение иерархии потребностей Маслоу к международному маркетингу, а также четкое осознание пределов, до которых конкурентное преимущество может быть перенесено с внутреннего рынка на международный (например, олигополистическое положение на российском рынке металлопродукции, квалифицированная рабочая сила и т.д.).

Таким образом, интернационализация и анализ внешнего окружения играют большое значение при принятии решений о выходе на международные рынки. При этом неустойчивость, вызываемая технологическими изменениями, является главным источником сложностей для металлургической компании, а реализация международной маркетинговой стратегии зависит от структуры компании: структура определяет ответственность персонала, его мотивацию и вознаграждение, а также способы координации международных операций.

Литература:

1. Международный маркетинг: Учебное пособие. Кн.4 МИМ ЛИНК, 2010 (RS9 «Стратегии маркетинга в сложном окружении»).
2. www.consulting.rbc.ru
3. www.mmk.ru

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых — кандидатов наук (МК-449.2010.6)

Особенности экономики регионов туристско-рекреационной специализации и их ресурсный потенциал

Снегирева Е.В., аспирант

Сочинский научно-исследовательский центр РАН

В последнее время значение и роль населенных пунктов — местных сообществ туристской дестинации, культуры и особо специфичных для данной территории

традиций — подчеркивается в исследованиях о туризме и развивает дискуссии по данной теме, заставляет исследователей разрабатывать стратегии в данном направлении.

¹ Инвестиции в интеграционный проект превысили 2 млрд. долл. По своему технологическому оснащению этот комплекс не имеет аналогов в Турции. Его производственные мощности позволяют удовлетворить растущие потребности турецкого рынка в различных видах металлопродукции, а также экспортировать продукцию предприятия на зарубежные рынки, в частности на Ближний Восток, страны Средиземноморья и Европы. Немаловажно, что на строительство предприятия практически не повлиял финансово-экономический кризис. Все объекты возводились в максимальном соответствии с запланированными сроками и инвестиционными планами.

² 31 марта 2006 г. ОАО «ММК» объявил об участии в аукционе по приобретению 75% акций компании Pakistan Steel Mills Corporation, приватизируемой Правительством Пакистана. В результате аукциона максимальная цена в размере 362 млн. долларов была предложена консорциумом, в состав которого вошли ОАО «ММК», Al-Tuwairqi и Arif Habib Group. Однако оппозиция Пакистана опротестовала данную сделку, и Верховный суд данной страны отменил сделку.

Увеличение значимости местных территорий (локаций) данной специализации первоначально основано на изменяющихся моделях и способах туристского производства и потребления в западных обществах и увеличении необходимой достоверности и устойчивости в развитии туризма [1,2,3].

Исторически местные и коренные культуры локаций характеризовались как неустойчивые с точки зрения направления развития туризма. Этот опыт и очевидная связь с прошлым позволила предложить новые идеи и образы населенных пунктов (локаций) в сфере туризма, хотя данная идеология «производства» создала напряженность в современном развитии туризма и противоречивые идеи, о том, как туристические локации могут быть развиты и активизированы [4].

Туристско-рекреационный регион чаще всего обозначают в научной литературе как территорию профильно-ориентированную на туризме и рекреации с целью оказания туристских услуг рекреационной специализации. Эта специализация может быть реабилитационной направленности, восстановительного, оздоровительного, общеукрепляющего характера т.д. Разнообразие, вариативность видов экономической деятельности в данных регионах не является основополагающим. Главной на этих территориях является именно туристско-рекреационная активность или деятельность, которую все прочие виды экономической деятельности могут либо только дополнить, либо только обслужить.

Большинство регионов рекреационно-туристской направленности с позиции административно-территориального деления в РФ представляют собой не что иное как города, административные центры, городские округа, например, Анапа, Геленджик, Ессентуки, Кисловодск, Сочи и т.д.

Это самый последний уровень территориальной дифференциации, наиболее низкий, поэтому целесообразно данные регионы назвать субрегионами или микрорегионами. Идея данной градации была предложена ведущим экономистом, ученым, д.э.н., профессором Татариновым А.А., который заметил, что данные субрегионы еще

и образуют так называемые агломерации, более крупные группировки: группа Кавказских минеральных вод, Черноморское побережье Кавказа, Подмосковье и т.д.

Разные регионы и субрегионы страны могут специализироваться на значительном разнообразии отраслей, но есть такие, где «главная скрипка», ведущая роль принадлежит туризму и рекреации, что определяет их специализацию. В 1996 г. около 36% мест в санаториях и пансионатах с лечением страны было сосредоточено в трех регионах, Краснодарском крае, Ставропольском крае, Московской области [5, с. 17], а в 2008 г. эта величина составила уже 50,81%, в 2009 г. 50,04% [6].

Санаторно-курортная сфера и предприятия ее образующие представлены понемногу практически во всех регионах России, однако, степень концентрации имеет существенное значение при выделении этих регионов в качестве регионов (субрегионов) туристско-рекреационной специализации. Поэтому в качестве критерия можно использовать относительные показатели, например, количество мест в санаториях и пансионатах на 10 тыс. чел. жителей субрегиона [6, с. 18]. В таблице 1 произведены расчеты по степени концентрации, специализации части регионов РФ.

Уровень рекреационной активности подтверждает тот факт, что концентрация как мест санаторно-курортного лечения, так и предприятий отдыха значительна. Например, в 2008 г. удельный вес мест размещения санаторно-курортной специализации составил: в Краснодарском крае 31,06%, в Московской области 8,46%, а в Ставропольском крае 11,29% общей величины всех мест размещения по России, а в 2009 г. эти показатели были соответственно 30,26%, 7,94% и 11,85%. В Московской области и Краснодарском крае доминирующее число мест размещения предприятий отдыха. Их существенно больше, чем мест санаторно-курортного лечения. Так, в доля Московской области в общей величине концентрации услуг отдыха Российского уровня составила в 2008 г. 16,37%, а в 2009 г. 23,21%. В Краснодарском крае данный показатель соответственно 61,20% и 56,24%.

Еще в 2002 г. в Ставропольском крае было зарегис-

Таблица 1. Рекреационная емкость в регионах наибольшей концентрации рекреационной деятельности Российской Федерации за 2009 гг. [5,7,8,9]

Регион	Санатории и пансионаты с лечением			Дома и пансионаты отдыха (без баз отдыха, кемпингов, турбаз и прочих организаций отдыха)		
	Количество мест, единиц	Количество мест на 10 тыс. чел. населения, ед.	Отношение регионального уровня к среднему по России	Количество мест, единиц	Количество мест на 10 тыс. чел. населения, ед.	Отношение регионального уровня к среднему по России
Московская область	18153	27,04	1,68	9567	14,25	4,90
Краснодарский край	69230	132,40	8,21	23180	44,33	15,23
Ставропольский край	27099	99,95	6,20	-	-	-
Всего по Российской Федерации	228785	16,12	-	41222	2,91	-

трировано 100 койко-мест в домах отдыха, к 2003 г. их стало 96, а к 2004 г уже 20. С 2005 г. показатель отсутствует. Таким образом, Ставропольский край специализируется на услугах санаторно-курортного профиля. Однако уровень концентрации мест санаторно-курортной деятельности в 5, 6 и более раз (в Краснодарском крае больше 8) из рассчитанных в таблице превышают среднероссийский только для Краснодарского и Ставропольского края. Именно здесь сосредоточено преимущественно значительное количество наиболее популярных курортов, Адлер, Сочи, Геленджик, Пятигорск, Железноводск и другие. Таким образом. Эти регионы и субрегионы можно отнести к регионам санаторно-курортной специализации.

Московская область по уровню концентрации услуг санаторно-курортного профиля существенно уступает уровню Краснодарского и Ставропольского края, но выше, чем среднероссийский примерно в 1,7–1,8 раза. Конечно, данный регион трудно отнести к районам санаторно-курортной специализации, но в качестве субрегиона, который обслуживает жителей Москвы и Московской области этот субрегион очень удобен, особенно для тех, кто не может позволить себе транспортные затраты в связи с отдыхом в других регионах России.

Однако доля мест размещения в домах отдыха в Московской области существенна, имеет тенденцию к увеличению. В 2008 г. 16,37 %, в 2009 г. 23,21 %. Этот рост показателя связан с существенной популяризацией среди москвичей проведения отпусков, выходных, уик-эндов в пансионатах и домах отдыха Московской области. В Краснодарском крае данный показатель составляет около 60 % общероссийского.

Естественно, много регионов и субрегионов Российской Федерации не вошли в таблицу, что не означает отсутствие в этих местностях услуг или мест туристско-курортной направленности. Существует много примеров, где развит туристско-рекреационный сектор, например, Алтайский край (Катунь, Телецкое озеро), Кольско-Карельский район (Кандалакша, Апатиты, остров Кижы, Валаам, Соловецкие острова и т.д.), курортная зона Ленинграда, «Золотое кольцо России», Белокуриха, Самарская область (Сергиевские минеральные воды) и еще огромное множество. В данных регионах рекреационная деятельность присутствует, имеет преимущественно региональное значение, создает имидж территорий, но не является отраслью специализации.

Отрасли дифференциации региона, его специализации можно условно оценить с помощью относительных показателей. Статистическими показателями, отражающими конкурентную устойчивость отрасли в регионе, могут служить коэффициент локализации данного производства на территории региона, коэффициент душевого производства и коэффициент специализации региона на данной отрасли. В качестве показателя значимости М. Портер предпочитает использовать «коэффициент локализации» [10].

Коэффициент локализации K_L выявляет отрасли специализации региона с помощью сопоставления отрас-

левой структуры региона с отраслевой структурой базовой территории. В качестве базовой территории могут приниматься любые территории более высокого ранга (например, страна, экономический район, область и т.п.). Коэффициент локализации показывает как степень специализации региона на данной отрасли, так и степень концентрации данной отрасли в регионе. Отрасль считается отраслью специализации для региона, если $K_L > 1$ [11], данная отрасль превалирует в экономике региона (по сравнению с отраслевой структурой страны). Причем чем больше значение коэффициента локализации, тем больше концентрация данной отрасли в регионе, отрасли являются значимыми. Коэффициенты локализации рассчитываются обычно по численности занятых в отрасли или по объему произведенной продукции.

$$K_L = \frac{ЧЗ_{ij}}{ЧЗ_{it}} \div \frac{ЧЗ_{nj}}{ЧЗ_{nt}} \quad (1)$$

где $ЧЗ_{ij}$ — численность занятых в j -й отрасли i -м регионе;

$ЧЗ_{it}$ — общее число занятых в i -м регионе;

$ЧЗ_{nj}$ — численность занятых в j -й отрасли по стране в целом;

$ЧЗ_{nt}$ — общее число занятых в стране.

Учитывая, что часть того, что производит отрасль специализации региона или субрегиона направляется на вывоз из него, то «относительно избыточно занятые в какой-либо отрасли региона как раз и обеспечивают производство вывозимой продукции [6, с. 20]».

К сожалению, статистические данные не приводят сводный показатель численности занятых как в регионах, так и по России в целом по категории отрасли «туризм», «рекреационно-туристский комплекс», «санаторно-курортная сфера» и подобное. Поэтому наиболее удобным и соответствующим критериям отбора показателей для сравнения регионов с помощью коэффициента локализации можно принять за занятость в сфере рекреации и туризма занятость в отрасли «Здравоохранение и предоставление социальных услуг» (ОКВЭД). Однако посчитав коэффициенты локализации за 2008–2009 гг. в некоторых регионах, субъектах Федерации видно, что данный коэффициент не отражает достоверно степень рекреационно-туристской специализации.

После сделанных расчетов было определено значение коэффициента локализации в регионах явно курортно-туристской специализации и в регионах, где рекреационно-туристская сфера не является доминирующей, то есть не отрасль специализации. Так, в 2007–2009 гг. в Краснодарском крае коэффициент локализации составил 1,53, 1,56 и 1,51; в Ставропольском крае тоже больше 1: 1,53, 1,55 и 1,53. Одновременно в Московской области за этот же период коэффициент локализации составил 1,06, 0,98 и 1,03 соответственно, в Челябинской области 1,1, 1,12 и 1,12, Самарской области 1,24, 1,27 и 1,27, тоже более 1, хотя у данных регионов другая специализация.

И это только то, что касается санаториев и пансионатов с лечением. Если оценивать предприятия отдыха, то

здесь тоже нет точной суммы занятых в сфере рекреации и отдыха, для сравнения регионов по данному критерию с помощью коэффициента локализации можно принять за занятость в сфере рекреации занятость в отрасли «Деятельность по организации отдыха и развлечений, культуры и спорта» (ОКВЭД). Данный расчет также достоверно не отражает искомый компонент для расчета.

Кроме того данные показатели на уровне региона также не совсем точны и не отражают реальную ситуацию в регионе. Учитывая, что, например, в Краснодарском, Ставропольском крае функционирует значительное количество субрегионов с разной специализацией (сельское хозяйство, производство пищевых продуктов, строительство, транспорт и связь, туристско-рекреационное направление и т.д.) включение в расчет коэффициента локализации средней величины занятых по региону существенно занижает его. Более точно можно было бы оценить субрегион (Сочи, Ессентуки, Кисловодск, Красную Поляну и другие), подсчитав общее число занятых в данном субрегионе, затем подсчитав общее число занятых в сфере туристско-рекреационной специализации данного субрегиона. Коэффициенты локализации были бы точны и способны достоверно оценить уровень специализации субрегиона.

Следовательно, можно сказать что анализ рекреационно-туристской специализации, сферы или отрасли необходимо проводить на уровне субрегиона, а не региона и кроме того оценивать не отдельные показатели их функционирования, а всю экономику и экономическую политику субрегиона или субтерритории рекреационно-туристской специализации.

Экономику региона можно оценить с помощью категории экономической базы. Методика экспортной базы впервые была сформулирована американским экономистом Г. Хойтом в 30-е годы и использовалась за 40 лет в более чем 100 отдельных региональных исследованиях США [12]. В соответствии с теорией экспортной базы в региональном хозяйстве выделяются два сектора: сектор, производящий товары, используемые за пределами региона (экспортный, основной или базовый сектор); сектор, продукты которого используются внутри региона (небазовый, сервисный или вспомогательный сектор). Разделение секторов на базовый и небазовый соответствует их разделению на отрасли специализации, ориентированные на внешний для региона спрос, и вспомогательные и комплексирующие отрасли, ориентированные на внутрирегиональный спрос, генерируемый домашними хозяйствами и отраслями специализации.

Модель экспортной базы Д. Норта является региональной в двух смыслах. Во-первых, она соответствует существующим в современной литературе по региональной экономике представлениям о теории экспортной базы. Во-вторых, она предполагает очень открытый характер моделируемой экономики (поскольку величина регионального промышленного дохода определяется спросом на продукцию базовых отраслей за пределами региона),

который более характерен для региона, нежели чем для экономики страны в целом [13, с.8].

Развитие региональных экономических систем происходит под воздействием процессов территориального разделения труда, что приводит к обособлению части экономики в отдельный элемент — блок специализации. Затем происходит более глубокое разделение функций базового (специализирующего) и обслуживающего блоков региональной экономики.

Из теории экономической базы следует то, что отрасли специализации образуют региональный доход и соответственно активизируют региональный рост экономики. Следовательно, рыночный спрос внутри региона (субрегиона) имеет для него второстепенную значимость, вторичен, не может обеспечивать региону соответствующее экономическое развитие.

Существует крайняя ситуация типичная для регионов замкнутых, автаркичных, обратная специализации, где производство товаров или услуг, которые должны и могут быть вывезены из региона, то есть экспортированы используются внутри региона и не вывозятся. Хотя это тоже больше иллюзорная ситуация, трудно представляемая в связи с развитием экономических отношений в современном мире. В реальной жизни всегда существует некое соотношение между пропорциями собственного производства и ввозимой величиной продукции.

Изучаемые туристско-рекреационные центры сформированы как территории с ориентированной специализацией, доминирующей в данном субрегионе. Чаще всего в этих районах сильно развита санаторно-курортная составляющая, база которой сформировалась еще в довоенный период и модернизировалась в СССР. К моменту образования Российской Федерации на бывшей территории советского пространства уже практически были типизированы отдельные объекты и крупные агломерации специализированных рекреационных субрегионов, базирующиеся на тех или иных природных факторах. В дальнейшем эти факторы различной этимологии (морские ресурсы, минеральные источники, горные рельефы и т.д.) стали мотивирующим фактором усиления конкурентоспособности субрегионов рекреационно-туристской специализации.

Реализация имеющихся ресурсов и услуг по их использованию создавала региональный доход данного субрегиона, который был не что иное как сумма средств, собранных за предоставленные туристско-рекреационные ресурсы и услуги, и дотаций, направляемых туристским предприятиям для покрытия разницы между затратами на производство туристских услуг доходами от их реализации. Учитывая советскую государственную политику, государственную собственность на средства производств, направления расходования средств, и многие прочие факторы, можно было легко решать проблему недостаточности доходной материальной базы туристских предприятий путем координации расходно-доходных соотношений из центра, где государство составляло и направляло расходования созданного в субрегионах валового продукта.

Учитывая то, что «существующие инструменты системы управления природопользованием не обеспечивают рациональное использование природных ресурсов и сохранение экосистем при реализации планов развития территорий и крупных инвестиционных проектов в регионах рекреационно-туристской специализации» [14, с. 63], трудно представить на территории субрегиона рекреационно-туристской специализации химические заводы, металлургические комбинаты, машиностроительные комплексы. Природные комплексы, которые представляют составной элемент туристского продукта, главный критерий аттрактивности для посетителей субрегиона могут разрушаться в процессе чрезмерного антропогенного участия, что ухудшает качество жизни местного населения, резко сокращает темпы устойчивого развития региона, соответственно, увеличивают экологическую нагрузку.

Поэтому существенность, специфика туристских субрегионов в том, что главная отрасль их специализации плохо комбинируется с прочими видами экономической деятельности. В итоге, как следствие, рекреация функционирует как единственная отрасль специализации субрегиона. Это определяет характер экономики субрегионов рекреационно-туристской специализации, где «... валовая добавленная стоимость рекреационно-туристской деятельности преобладает в валовом региональном продукте», а функционирование прочих отраслей «зависит от масштабов рекреационно-туристской деятельности» [15]. Соответственно, местные жители добровольно вынуждены удовлетворять потребности их функционирования учитывая специфику основного вида экономической деятельности и контролировать уро-

вень производства в отраслях, обслуживающих местный спрос, базируясь на масштабах главной отрасли специализации.

Рекреация имеет существенную ценность для населения, поэтому территории-субрегионы рекреационно-туристской специализации регулируются государственными структурами, социально ориентированы, частично ограничены с точки зрения использования земли и природных ресурсов.

Из всего вышесказанного следует, что мотивом развития рекреационно-туристских субрегионов является объем спроса на услуги специализации субрегиона, услуги рекреации. В случае недостаточности данного показателя, чтобы обеспечить жизнедеятельность местного населения, сохранить его потенциал, государственные органы законодательной и исполнительной власти обеспечивают субрегион дотациями из вышестоящих бюджетов. С целью недопущения такой ситуации или снижения данной дополнительной нагрузки вышестоящего бюджета, увеличения собственных источников финансовых ресурсов, субрегионы туристско-рекреационной специализации (СТРС) просто обязаны поддерживать аттрактивность своих услуг, обеспечивать их конкурентоспособность, позиционировать специфику субрегиона. В противном случае при долгосрочном падении валового дохода субрегиона, снижении объема реализации туристско-рекреационных услуг и отсутствии внешнего финансирования данные субрегионы могут изменить специализацию. Деятельность, обеспечивающая рекреацию возможна лишь в регионах, где сформированы условия для ее проведения: это чаще всего природные условия территории.

Литература:

1. Butler R (1999). Sustainable tourism: a state-of-the-art review. *Tourism Geographies* 1:1, p.7–25.
2. Poon A (1993). *Tourism, Technology and Competitive Strategies*. CAB International, Wallingford.
3. Saarinen J (2006). Traditions of Sustainability in Tourism Studies. *Annals of Tourism Research* 33: 4, p.1121–1140.
4. Pratt ML (1992). *Imperial Eyes: Travel Writing and Transculturation*. Routledge, London.
5. Татаринцов А.А. Методология статистической оценки и анализа развития рекреационно-туристских регионов. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. Москва. 1998. 329 с.
6. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]: Режим доступа — http://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/munr.aspx?base=munst07 (дата обращения 03.07.2011).
7. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]: Режим доступа — http://www.gks.ru/bgd/regl/b10_13/IssWWW.exe/Stg/d2/09-20.htm (дата обращения 03.07.2011).
8. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010: Стат. сб. / Росстат. М., 2010. 996 с.
9. Курортно-туристский комплекс Краснодарского края 2006–2010. Статистический сборник. — Краснодар-стат. — Краснодар, 2011. — 99 с.
10. Porter M., 2003, *The Economic Performance of Regions* // *Regional Studies*, Vol.37.6&7, pp. 549–578, August/October 2003.
11. Гликман Н. Эконометрический анализ региональных систем: перевод с англ. / Гликман, Н., Арянин, А.Н., др., Баранов, Э.Ф. — М.: Прогресс, 1980. — 279 с.
12. Bergman E., Feser E. *Industrial and Regional Clusters: Concepts and Comparative Applications*. [Электронный ресурс]: Режим доступа — <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Bergman-Feser/chapter3.htm> (дата обращения 20.07.2011).
13. Hoyt H. *One Hundred Years of Land Value in Chicago*. — Chicago, 1930.

14. Белоусова А.В. Экспорт как фактор реального экономического роста // Вестник Дальневосточного отделения РАН. — 2009. — № 5. — С. 116–124.
15. Мишулина С.И. «Зеленые» стандарты в системе управления рациональным природопользованием. // Социально-экономические и технологические проблемы устойчивого развития юга России: сб. науч. тр. — Краснодар: Экоинвест, 2009. — 380 с.
16. Туризм как фактор регионального экономического развития в России. Проблемы измерения роли туризма в региональной экономике / С.Л.Дж. Смит, А.А. Татаринов, С.Л. Пошнагов, П.С. Трехлеб; Под науч. ред. А.А. Татарина. — Сочи. — Ватерлоо, СГУТиКД, 2003. — 164 с.

Моделирование сценарного развития различных вариантов оказания медицинских услуг

Токарев К.Е., аспирант

Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

Медицинская услуга представляет собой трудовую, целесообразную деятельность медицинского характера, результаты которой выражаются в полезном эффекте, связанном с предупреждением болезней, лечением, сохранением и укреплением здоровья людей и представляющая затраты конкретного труда, не принимающего предметную форму.

Необходимость решения разных задач является одним из факторов, обусловивших появление различных вариантов понятия КМУ (качество медицинской услуги). И в этом плане существование множества подходов к определению качества оказания медицинской услуги является не только оправданным, но и необходимым, так как в совокупности они образуют определенную систему показателей, каждый из которых имеет свою область применения.

Для настоящего исследования качество медицинской услуги, оказываемой в лечебно-профилактических учреждениях, определяется как совокупность свойств процесса оказания медицинской услуги, способствующих формированию у пациентов чувства удовлетворенности в ходе взаимодействия с медицинскими работниками, при достаточном ресурсном, квалификационном и технологическом обеспечении.

Основой качественного оказания медицинских услуг являются ресурсы стандартизации в системе здравоохранения. Ключевой элемент всех моделей управления качеством в здравоохранении — стандарт медицинской услуги. Медицинские услуги — это наиболее сложный объект стандартизации. Они имеют ряд особенностей по сравнению с другими видами услуг: индивидуальный характер, врачебную тайну, информированное согласие, своевременность и условия оказания услуги (гигиенические, психологические и другие).

Разработка стандартов с самого начала имела цель повысить качество лечения пациентов — от наличия достаточного по численности персонала до создания системы целесообразного применения медикаментозных средств.

Однако, стандартизация имеет и другую цель — обеспечение качественного процесса оказания медицинской помощи, включая достижение экономического эффекта. Стандартизация остается основой технологии обеспечения качества медицинских услуг.

Практически все разработки в области оценки и обеспечения КМУ, так или иначе связаны с использованием классических структурного, процессуального или основанного на учете конечных результатов подходов.

Для оценки эффективности оказания медицинской услуги из всей совокупности методологической базы экономики здравоохранения был выбран ряд индикаторов оценки качества оказания медицинской помощи, в частности ее эффективности. Для оценки расходов были определены показатели, характеризующих результаты деятельности ЛПУ. Для оценки конечных результатов и эффективности расходов выделены соответственно две основные группы показателей: система показателей для оценки конечных результатов, показатели эффективности расходов. Система показателей для оценки конечных результатов включает объемные показатели по госзаказу (по видам медицинской помощи), промежуточные показатели результативности (производственные), показатели дефектов, итоговые показатели эффективности здравоохранения, финансово-экономические показатели. Группу показателей эффективности расходов составляют: показатели использования производственной мощности стационара, показатели использования финансовых ресурсов, показатели экономических результатов деятельности.

Коэффициент технологической эффективности деятельности рассчитывается по формуле 1.

$$K_T = \frac{Ч_\phi}{Ч_n}, \quad (1)$$

где $Ч_\phi$ — фактическое количество пролеченных больных; $Ч_n$ — плановое количество пролеченных больных.

Эффективность использования финансовых ресурсов можно определить с помощью коэффициента обеспеченности финансовыми ресурсами (формула 2).



Рис. 1. Система индикаторов оценки качества оказания медицинских услуг

$$K_0 = Z_n / Z_\phi, \quad (2)$$

где Z_n — плановые затраты в расчете на 1 посещение;
 Z_ϕ — фактические затраты в расчете на 1 посещение.

Экономические результаты деятельности определяются коэффициентом «экономический эффект от сокращения средней длительности госпитализации» (формула 3).

$$\mathcal{E}_d = (D_n - D_\phi) \cdot \mathcal{C}_\phi \cdot C_{\kappa/d}, \quad (3)$$

где D_n — средняя длительность госпитализации плановая; D_ϕ — средняя длительность госпитализации фактическая, \mathcal{C}_ϕ — фактическое количество пролеченных больных, $C_{\kappa/d}$ — стоимость 1 койко-дня круглосуточного стационара.

В любой отрасли непроизводственной сферы формируется косвенный эффект затрат. Хотя улучшение здоровья населения — интенсивный, качественный фактор роста производства, но действие этого фактора проявляется в форме своеобразного экстенсивного увеличения количества труда, применяемого в единицу времени. В самом деле, сокращение заболеваемости способствует росту годового фонда рабочего времени при неизменном списочном составе работников. А снижение показателей смертности и выхода на инвалидность лиц, находящихся в трудоспособном возрасте, а также контингентов, которым предстоит в будущем влиться в состав трудовых ресурсов, означает потенциальное увеличение численности занятых в народном хозяйстве. Масштабы текущего и долговременного ущерба от заболеваемости поддаются статистической оценке. Однако фактическое изменение потерь от заболеваемости не следует отожд-

ествлять с косвенным эффектом медицинского обслуживания.

Если в результате медицинских мероприятий число человеко-дней, потерянных в связи с заболеваемостью, уменьшилось с n_0 до n_1 а средняя величина дневной выработки в расчете на одного работника увеличилась с P_0 до P_1 , то фактическое изменение величины недопроизведенной продукции равно $n_1 P_1 - n_0 P_0$. Необходимо представить это выражение как сумму двух компонентов по формуле (4).

$$P_1(n_1 - n_0) + n_0(P_1 - P_0) \quad (4)$$

Второе слагаемое в (4) показывает, насколько изменилась бы величина экономического ущерба, если бы при фактически имевшем место росте выработки число дней потерянных в связи с заболеваемостью, осталось бы прежним. Эффект снижения заболеваемости находит выражение в первом слагаемом, которое и должно приниматься во внимание при исчислении косвенного эффекта здравоохранительных мероприятий.

Наряду с текущим ущербом от заболеваемости необходимо учитывать долговременный экономический ущерб, вызываемый выходом на инвалидность и смертностью населения. Суммируя в составе долговременного ущерба текущие потери за ряд лет, необходимо отразить их объективно различное экономическое значение (формула 5).

$$v^* = \sum_t^T \frac{v_t}{(1 + E_t)^t} \quad (5)$$

где v^* — долговременный экономический ущерб; v_t — потери в t -м году с начала рассматриваемого периода; E_t —

нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; T — число лет рассматриваемого периода.

Таким образом, косвенный эффект затрат на развитие здравоохранения воплощается в снижении экономических потерь от заболеваемости.

Приведенные коэффициенты позволяют оценить эффективность технологии работы, использования финансовых ресурсов и экономические результаты деятельности ЛПУ и косвенный эффект затрат. В совокупности перечисленные индикаторы характеризуют внутренние ресурсы ЛПУ согласно SWOT-модели. Совокупность показателей характеризует социально-экономическую эффективность оказания медицинских услуг, а именно, третью составляющую качества медицинских услуг.

Однако, оценка экономической эффективности функционирования ЛПУ на сегодняшний день осуществляется преимущественно в рамках стоимостного анализа, а именно анализа минимизации стоимости; анализа эффективности затрат, стоимостный анализ прибыли. Определяется это несколькими причинами. Во-первых, быстрыми темпами роста стоимости лечения наиболее распространенных заболеваний и общим удорожанием медицинских услуг. Во-вторых, появлением альтернативных методов лечения одного и того же заболевания, при выборе которых приходится учитывать не только их клиническую эффективность, но и стоимость. И, наконец, в-третьих, отставанием возможностей финансирования высокотехнологичных и дорогостоящих методов лечения, которое существует во всех странах. Однако, перечисленных методов анализа не достаточно для комплексной оценки деятельности ЛПУ. Необходимо применение методов, основанных на сборе информации об оценке качества медицинской помощи с позиции как ее объектов так и субъектов, что позволит соотнести как состояние внутренней среды учреждения, так и влияние на него внешних факторов.

Осуществление подобного анализа в системе здравоохранения возможно с помощью метода SWOT-анализа.

Традиционно SWOT-анализ проводится в два этапа: внешний анализ угроз и благоприятных возможностей

внешней среды, внутренняя оценка, анализ сильных и слабых сторон организации.

Матрица SWOT-анализа в ЛПУ должна содержать, информацию о динамических изменениях учреждения, т.е. появления новых технологий лечения, применения новых медикаментозных средств, реструктуризации организационной структуры учреждения, перемен в количественном и качественном составе персонала. С помощью SWOT-метода анализируется конкурентная среда учреждения, т.е. эффективность применяемых лечебных и профилактических технологий, а так же, анализ профессионализма персонала в сравнении с другими учреждениями города данного типа. Заключительным этапом построения матрицы является разработка SWOT моделей с учетом различных сценариев развития учреждения.

Рассмотрим особенности каждого из факторов SWOT-анализа, применительно к системе здравоохранения. Потенциальные внутренние сильные стороны учреждения (S) — это компетентность и профессионализм персонала, адекватные финансовые источники, применение новейших медицинских технологий, качество предоставляемых услуг, развитие коммерческой сферы организации, виды платных услуг, хорошее понимание потребителей, ценовое преимущество, собственные уникальные медицинские технологии, надежная сеть распределения.

К потенциальным внутренним слабостям ЛПУ (W) относятся недостаточность финансов, отсутствие четко выраженной стратегии, высокая стоимость на предоставляемые платные услуги, устаревшие медицинские технологии, потеря глубины и гибкости управления.

Потенциальные внешние благоприятные возможности ЛПУ (O) включают обслуживание дополнительных групп пациентов, благоприятную экономическую, политическую и социальную обстановку, доступность ресурсов и др.

И, наконец, к потенциальным внешним угрозам ЛПУ (T) относятся неблагоприятные демографические изменения, увеличение видов заменяющих медицинских услуг,

Таблица 1. Определение внешних и внутренних параметров SWOT-анализа качества оказания медицинских услуг

Внутренние (Силы/ слабости)	Внешние (Возможности/ угрозы)
<u>Параметр №1.</u> Кадровые ресурсы (врачи, средний медицинский персонал, младший медицинский персонал)	<u>Параметр №3.</u> Материально-техническое обеспечение (медицинская техника, оборудование, рабочие площади, лекарства, транспортные средства, бытовая техника)
<u>Параметр №2.</u> Эффективность технологии работы (количество пролеченных больных (чел.), количество умерших больных (чел.), средняя длительность пребывания больного на койке (дни), оборот койки (чел./койка), средняя занятость койки в году (дней).	<u>Параметр №4.</u> Финансовые ресурсы (бюджетные средства, средства по ОМС, средства по ДМС, средства от оказания платных услуг).

		S (3)	S (2)	S (1)	W (1)	W (2)
		Эффективность распределения финансовых ресурсов	Удовлетворенность пациентов КМУ	Компетентность и профессионализм персонала	Ассортимент оказываемых медицинских услуг	Применение инновационных технологий
↑	O (2)	+	+	+	необходимо ознакомление с современными технологиями для расширения ассортимента медицинских услуг	O (2) способствует возможности развития направления W (4)
	O (1)	+	+	+	Возможно W (1) не целесообразно в виду отсутствия конкурентов	Возможно W (2) не целесообразно в виду отсутствия конкурентов
	T (1)	Неблагоприятные изменения в законодательстве	T (1) является реальной угрозой S (3)	S (2) определяет возможность ужесточения порядка реализации МУ без потери клиентов	Оптимизация деятельности за счет развития трудовых ресурсов	-
	T (2)	Отсутствие поставщики лекарственного обеспечения	Смена поставщиков возможно с более дорогостоящим ассортиментом	Соответственно параметр T (2) не значителен	возможно создание кадрового состава по обеспечению лекарств внутри ЛПУ	-
	T (3)	Снижение уровня жизни населения	Выделение дополнительных бюджетных средств в соответствии с T (3)	Соответственно параметр T (3) не значителен	Набор дополнительных кадров	-
↓						

Рис. 1. Пример реалистичной SWOT-модели качества оказания медицинских услуг

ожесточение конкуренции, появление иностранных конкурентов с технологиями низкой стоимости, ужесточение законодательного регулирования и др.

В данном исследовании для формирования SWOT-модели предлагается использование метода экспертных оценок. Модели проведения экспертизы обычно основаны на предположении, что эксперты оценивают интересующий параметр с некоторыми ошибками, т.е. личность эксперта рассматривают как особого рода прибор с присущими ему метрологическими характеристиками. Оценки группы экспертов рассматривают как совокупность независимых одинаково распределенных случайных величин со значениями в соответствующем пространстве объектов числовой или нечисловой природы. Обычно предполагается, что эксперт чаще выбирает правильное решение (т.е. адекватное реальности), чем не-

правильное. В математических моделях это выражается в том, что плотность распределения случайной величины — ответа эксперта монотонно убывает с увеличением расстояния от центра распределения — истинного значения параметра.

Реализация изложенной модели позволит оценить возможности оптимизации внутренних сил сферы здравоохранения без привлечения дополнительных финансовых ресурсов. Достижение этого результата возможно за счет определения степени влияния внешних факторов на изменения внутренних ресурсы здравоохранения. Внедрение разработанной инновационной SWOT-модели позволит определить как отразится на качестве оказываемой медицинской услуги существующие или прогнозируемые возможности или угрозы внешней среды.

Литература:

1. Анализ производственно-экономических показателей медицинского учреждения. Методические рекомендации. Новокузнецк. Институт усовершенствования врачей, 1995. — С. 35–96.
2. Вардосанидзе С.Л. Управление качеством лечебно-диагностического процесса в многопрофильном стационаре — Ставрополь. — 2002. — С. 41–49.
3. Вялков А.М., Райзберг Б.Г., Шиленко Ю.В. Управление и экономика здравоохранения: Учебн. Пособие / Под ред. А.И. Вялкова. — М.: ГЭО-ТАР-МЕД, 2002.
4. Калининченко В.И., Аршинова Н.А. Калининченко Л.А. и др. Значимость системы управления качеством оказания медицинской помощи в реализации реформ муниципального здравоохранения // Реформирование муниципального здравоохранения: проблемы и поиски решений: Сб. науч. (тр. Всерос. науч.-практ. конф. / Под ред. В.И. Калининченко. — Краснодар, 2000. — С. 66–68.
5. Щепин О.П., Линденбрaten А.Л., Зволинская Р.М., Голоднекко В.Н. От оценки качества медицинской помощи — к ее обеспечению // Бюллетень НИИ, социальной гигиены, экономики и управления здравоохранением. — 1997.-С. 8–13.

Ценообразование в нефтедобывающей отрасли республики Казахстан: влияние и особенности

Токмурзиев М., слушатель программы «Доктор Делового Администрирования»
Международная Академия Бизнеса (Казахстан, г. Алматы)

В современном мире нефть уже не одно десятилетие остается важнейшим фактором в экономике и политике, определяющим вектором развития многих государств. Энергетические возможности и ресурсы любой из стран играют не последнюю роль не только в обеспечении экономической независимости и безопасности, но и в степени ее влияния на развитие политических процессов в мире.

По предварительным данным нефтедобывающими компаниями республики за 9-ть месяцев 2010 года добыто 58 932 тыс. тонн нефти, включая газовый конденсат (104,8%). План добычи нефти и газового конденсата на 2010 год составляет 80,0 млн.тонн (104,6%).

Основной прирост добычи нефти с газовым конденсатом был обеспечен следующими компаниями: ТОО СП «Тенгизшевройл», «Buzachi Operating ltd», АО «Мангистау-мунайгаз», АО «СНПС-АйДанмунай», АО «Тургай Петролеум», «Карачаганак Петролеум Оперейтинг. Б.В.».

Экспорт нефти и газового конденсата составил 52 997,686 тыс. тонн (105,9%), в том числе по направлениям: Атырау-Самара — 11 265,786 тыс. тонн (87,6%), ОГПЗ (конденсат) — 1 305,077 тыс. тонн (106,8%), КТК — 21 399,664 тыс. тонн (104,1%), Атасу-Алашанькоу — 7 549,009 тыс. тонн (172,6%), морской порт — 6 907,208 тыс. тонн (86,1%), железная дорога — 4 570,942 тыс. тонн (153,6%), Экспорт нефти в 2010 году на уровне 73 млн. тонн. (105,5%).

Нефтеперерабатывающими заводами республики за 9 месяцев т.г. переработано — 10 456,2 тыс. тонн нефти (120,5%) и произведено: бензина — 2 252,5 тыс. тонн (120,9%), дизельного топлива — 3 188,2 тыс. тонн

(111,8%), мазута — 2 835,0 тыс. тонн (122,2%), авиакеросина — 387,2 тыс. тонн (154,6%), в 2010 году переработано свыше 13,1 тыс. тонн нефти (108,2%) и произведено: бензина — 2815,0 тыс. тонн (108,7%), дизельного топлива — 3909,0 тыс. тонн (103,0%), мазута — 3194,0 тыс. тонн (98,6%), авиакеросина — 484,0 тыс. тонн (129,4%). На положительную динамику развития нефтебизнеса влияет и ценовая политика.

Ценообразование — это процесс формирования цен на товары и услуги, на который оказывают воздействие как государственные органы, так и сами субъекты экономической деятельности. В более узком смысле — разработка самими фирмами конкретной ценовой стратегии, увязанной с общими целями и основанной на общей политике ценообразования.

Необходимо четко понимать, под влиянием каких факторов изменяется рыночная цена. Для выбора ценовой политики фирма должна найти и проанализировать все ценообразующие факторы. Они могут быть как *внешними*, так и *внутренними*. Цена на рынке видоизменяется под воздействием спроса и предложения. Спрос является наиболее важной категорией экономики, т.к. именно он определяет цену на разные товары, распределяет сырьё и готовую продукцию (см. рисунок ниже).

На рисунке показаны основные факторы, влияющие на цену товара, и направленность их влияния. Существуют несколько факторов, влияющих на динамику ценообразования на нефть, которые условно можно разделить на макро-и микроэкономические.

Одним из фундаментальных макроэкономических факторов, влияющих на изменение цен на нефть в мировом

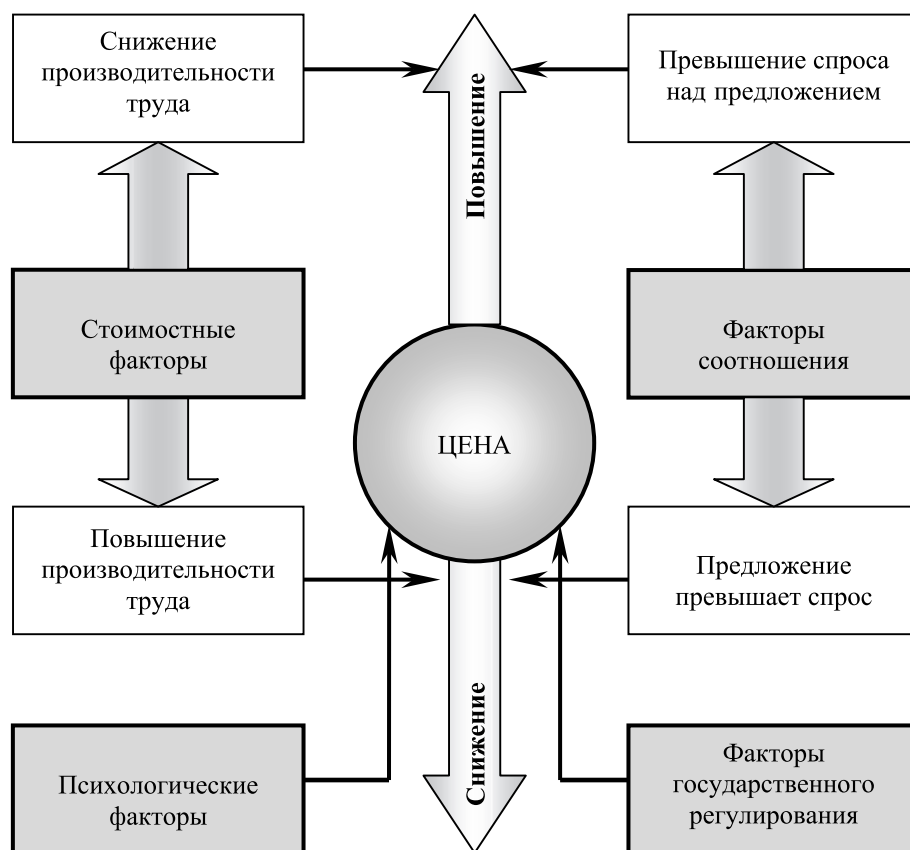


Рис. 1. Факторы, влияющие на цену товара

масштабе, является курс доллара США. Во многом, это связано с формированием национального бюджета стран — экспортеров нефти. При понижении курса доллара США снижаются доходы стран — экспортеров нефти в то время как значительную часть импорта и текущих расходов государства оплачивают в долларах США или в иной конвертируемой валюте (USD/баррель) и поэтому ослабление доллара означает подорожание нефти и наоборот.

Кроме того, на нестабильность цен на нефть отражается также ситуация на финансовых рынках. Дело в том, что многие инвесторы предпочли конвертировать свои капиталы в финансовые инструменты, связанные с рынком энергоносителей, например как фьючерсные контракты на нефть. Влияние на ценообразование на энергоресурс оказывает стремительный рост экономик развивающихся стран, в первую очередь Китая и Индии, и формирования ими стратегических резервов, немаловажным аспектом является и политическая и экономическая ситуация в США, гарантирующая 21,71 % от общемирового потребления нефти, на мировую арену потребления энергоресурсов выходят и азиатские рынки.

Помимо макроэкономических есть также микроэкономические — производственные факторы, влияющие на динамику цен в общемировом масштабе. Примером тому могут служить недостаточные объемы инвестиций, требуемых в нефтедобывающую отрасль. В большинстве случаев, мировые нефтедобывающие комплексы рабо-

тают на пределе своих производственных возможностей. Строительство дополнительных нефтедобывающих мощностей, актуализация технологий нефтедобычи, освоение новых месторождений и создание резервов требует больших финансовых вливаний. Однако, в свете кризисных явлений и дефициту ликвидности, многие нефтедобывающие компании пересмотрели свою инвестиционную политику и снизили затраты.

Кроме того, снижению затрат на инвестирование также может способствовать расходы по преодолению экологической катастрофы в регионе. В свете текущих событий, весьма вероятно ожидать ряда экономических и экологических санкций от государств-экспортеров нефти и ужесточения требований к нефтедобывающим компаниям, которые отразятся на их инвестиционной способности.

Как и стоимость любого товара, цена черного золота зависит от спроса и предложения. При этом нужно учитывать, что на практике на эти две как бы простые составляющие котировок влияет множество факторов. Собственно, все, что может, так или иначе (прямо или косвенно) затронуть производство или потребление, закупки энергоносителей, может повлиять на ситуацию на товарных рынках. Особенно если инвесторы, торгующие нефтяными контрактами, будут верить в действенность того или иного фактора: в уровне цен всегда есть место спекулятивному элементу.

Таким образом, основными факторами, влияющими на спрос и предложение являются:

- позиция стран-экспортеров нефти. ОПЕК (объединение стран, являющихся главными поставщиками черного золота на мировой рынок) может назначить ту или иную квоту для добычи. Очевидно, что волевое решение ОПЕК о снижении квоты сильно уменьшает предложение и толкает цену вверх;

- политическая нестабильность в богатых нефтью регионах — как фактор, затрудняющих поставки и транспортировку энергоносителя;

- аналогично — предложение могут снизить разнообразные (не относящиеся к политике) условия, препятствующие свободной торговле, например, природные катаклизмы, плохие погодные условия, аварии на трубопроводах и так далее;

- политические решения об увеличении или уменьшении запасов нефти в США. Небольшой уровень запасов может подтолкнуть спрос — работает беспокойство покупателей;

- общий рост или деградация мировой экономики: ведь чем больше мировое хозяйство, тем больше ему требуется энергии;

- научные разработки, принятие тех или иных законопроектов: например, к некоторому ослаблению позиций нефти привело увеличение в Европе доли автомобилей с двигателями, работающими на спирту.

Необходимо также отметить, что подход к ценообразованию при реализации нефти, используемый в мировой практике, опирается на использование маркерных сортов нефти в качестве базиса для определения цены на энергоресурс.

В зависимости от региона — экспортера нефти, маркерный сорт может диверсифицироваться. Эталоном для формирования рыночных цен на экспортируемую казахстанскую нефть являются 3 сорта: *Brent dtd* (Североморский датированный), *Urals (REBKO)* и *смесь КТК* (Каспийский трубопроводный консорциум).

Цена эталонного сорта *Urals (REBKO)* рассчитывается исходя из котировки *Brent* Североморского датированного сорта (публикуемой агентством *Platt's*) и дифференциала *CIF* Аугуста (Юралс Средиземноморье) или *CIF* Роттердам (Юралс Северо-Западная Европа). Разница расчета дифференциалов зависит от порта доставки нефти. В расчете цен на Казахстанскую нефть используется ценовой эталон *Юралс Средиземноморье*.

То есть, в зависимости от региона — экспортера нефти, маркерный сорт может диверсифицироваться. Например, для рынков Европы маркерными сортами нефти являются «BFO» — *Brent*, *Forties* и *Oseberg*.

В вопросе ценообразования для экспортируемых сортов казахстанской нефти (КТК, Тенгиз, Кумколь, БТД (Нефтепровод Баку — Тбилиси — Джейхан)) расчет стоимости основывается на котировках сортов *Brent dtd* — Североморский датированный или *Urals*, публикуемых агентством *Platt's* [1]. Величина дифференциала и вычисленная стоимость казахстанской нефти приведена в таблице:

Таким образом, рыночная цена казахстанской нефти может быть выражена в следующих формулах:

$$\text{Цена} = \text{Североморский датированный (эталон)} + / - \text{рыночный дифференциал и Цена} = \text{Urals (эталон)} + / - \text{рыночный дифференциал.}$$

Дифференциал — представляет собой суммарную величину всех затрат, понесенных при транспортировке, доставке, страховке и реализации энергоресурса до покупателя в расчете на 1 баррель или тонну. Рыночный дифференциал не является постоянной величиной и обновляется на ежедневной основе. Размер дифференциала также варьируется и зависит от сезонности поставок.

При определении экспортных цен при продаже нефти на международных рынках учитывается зависимость цен от действующих эталонных сортов региона — импортера. Стоит отметить, что при условиях, когда нефть экспортируется согласно долгосрочному договору на поставку, отсутствуют какие-либо стандартные подходы к определению точных методов ценообразования на энергоресурс. В данном случае дифференциалы, равно как и скидки на экспортный продукт, определяются путем переговоров между продавцом и покупателем при условии учета фактически понесенных затрат экспортера.

Для расчета котировки на смесь Тенгиз на погрузочном терминале используется методика расчета стоимости аналогичная расчету стоимости экспорта смеси КТК:

$$(\text{Цена} = \text{Североморский датированный (эталон)} + / - \text{рыночный дифференциал (CIF Аугуста)}).$$

В большинстве случаев нефть реализуется по долгосрочным контрактам, на условиях «FOB» или «CIF» на спотовом рынке. Нефть, поставляемая посредством не-

Таблица 1. Ценообразование на нефть

Сорт	Коэффициент перевода в барреля в тонны	Базис поставки	Период поставки	Объемы поставки, тыс. тонн
Смесь КТК	7,77	CIF Аугуста, Италия	10–30 сут.	80–140
Тенгиз	7,92	CIF Аугуста, Италия	10–30 сут.	80
Кумколь	7,62	CIF Аугуста, Италия	10–30 сут.	50–80
Кумколь Китай (смесь Достык)	7,62	Daf Алашанькоу, Китай	Баланс текущего месяца	30
Смесь БТД	7,44	CIF Аугуста, Италия	10–25 сут.	80–140

Таблица 2. Цены на нефть по состоянию на 22.06.2010 г.

Сорт нефти долл./барр.	Цена	Дифференциал CIF Аугуста (по отношению к стоимости Североморской смеси)
Североморской датированный	78,10	-
Юралс (Средиземноморье)	77,35	-0,75
Смесь КТК (CPC Blend)	79,10	1
Тенгиз	79,10	1
Кумколь	78,9	0,8
Кумколь Китай	71,40	-6,70
Смесь БТД	80,35	2,25

фтепровода ККТ, реализуется на условиях DAF Алашанью [2]:

Согласно условиям доставки FOB Одесса железнодорожным транспортом через Одесский порт на рынок Средиземного моря (порт Аугуста), котировка не включает расходы на транспортные потери, балласт, плату за простой судна в порту, комиссии посредников и прочие затраты, а стоимость страхования груза вычисляется исходя из стоимости транспортируемой нефти.

При определении цены на смеси БТД, доставляемой по трубопроводу Баку — Тбилиси — Джейхан, и Кумколь используются аналогичная система расчета, что и в предыдущих случаях.

Котировка смеси Достык (Кумколь — DAF Алашанью), поставляемой по трубопроводу ККТ Атасу — Алашанью рассчитывается с привязкой к стоимости эталонных смесей Юралс или Североморской датированной +/- рыночный дифференциал для смеси Кумколь.

В виду высокого содержания парафинов в нефти, добываемой на месторождении Кумколь, с мая по октябрь по трубопроводу идет нефть казахстанского содержания в то время, как с октября — ноября по апрель — смесь Кумколь в пропорции 60/40 (нефть 60 % казахстанского, 40 % западно — сибирского содержания).

Расчет экспортных цен АО РД КМГ происходит исходя из данных мировых котировок продажи сортов нефти Юралс и смеси КТК (CPC Blend). Привязка котировки нефти АО РД КМГ к котировкам Юралс обусловлена статусом смеси в регионе.

Ценообразование на энергоресурсы является важным аспектом в разрезе формирования государственного бюджета. Выше приведенные формулы ценообразования на энергоресурсы являются справедливыми при расчете налогового бремени при условиях CIF Аугуста. В пункте назначения порт Аугуста спред стоимости экспортной нефти при условиях CIF увеличивается.

Для корректного расчета налогового бремени крайне важно учитывать контрактные источники условий реали-

зации нефти. Разность в использовании официальных информационных данных для установления базовой стоимости экспортируемой нефти, и, следовательно, размера установленного налога, зачастую приводит к возникновению проблем. В первую очередь, это связано с начислением Налоговым Комитетом Министерства Финансов Республики Казахстан задолженности, пени и штрафов по налогам нефтедобывающим компаниям. Во вторую очередь, данный аспект может негативным образом отразиться на качестве планирования будущих налоговых поступлений в бюджет страны.

Соответственно, рыночная цена казахстанской нефти зависит от нескольких основополагающих факторов, которые условно можно разделить на *постоянные и переменные*.

Переменные факторы, такие как уровень потребления нефти и нефтепродуктов в конкретный период времени, количество энергоресурса, представленного на рынке, условия доставки, количество трейдеров, в значительной степени влияют на колебание цен на нефть. Кроме того, влияние на уровень рыночных цен оказывает качество экспортируемых нефтепродуктов (плотность, содержание серы и парафинов и пр.), поддержание данного качества, стабильность добычи и поставок, а также стоимость добычи нефти в определенном регионе. Кроме того, немаловажным аспектом в определении цены на казахстанскую нефть является нормы законодательного регулирования, наличие или отсутствие экспортных пошлин на энергоресурс и размер страховых выплат. Увеличение или уменьшение экспортных таможенных пошлин на нефть и нефтепродукты будет зависеть от цены на энергоресурсы.

Весьма вероятно, что данная мера не скажется ни на объемах экспорта нефти казахстанского содержания за рубеж, ни на ухудшении кредитоспособности нефтедобывающих компаний. Однако, с увеличением экспортной пошлины следует ожидать сокращения объемов свободных денежных потоков экспорто-ориентированных

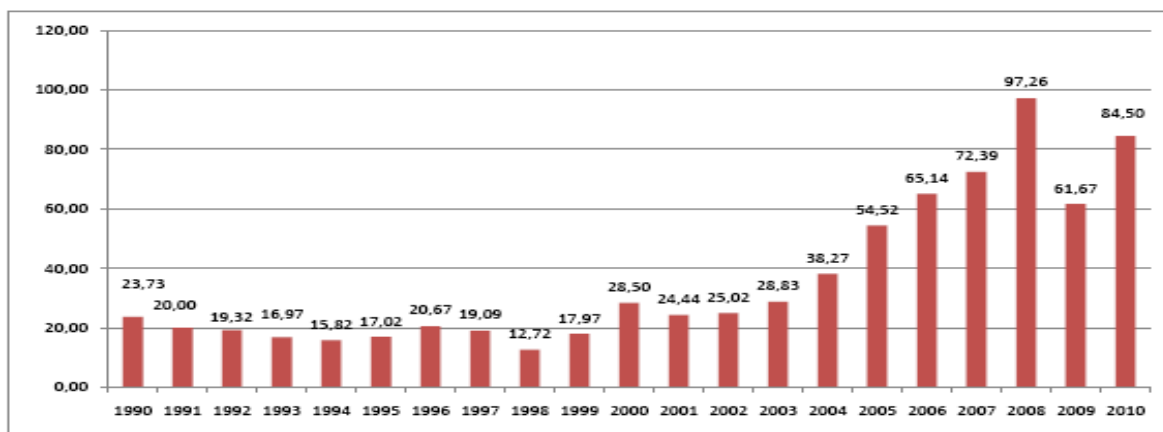


Рис. 2. Динамика цен на нефть (спот) марки Brent dated, долл. США/баррель

компаний. Рынок нефти в течение последних 20 лет демонстрирует весьма изменчивую тенденцию, приведенную на рисунке [1]:

Как показывает график на рисунке 2, пик цен пришелся на 2008 г., составляя 97,26 долл. США за баррель нефти эталонного сорта «Brent dated», в то время как 1998 г. демонстрировал значительный спад цен до уровня 12,72 долл. США за баррель. В 2009 г. среднегодовой показатель цены на нефть был на уровне 61,67 долл. США за баррель Brent dated, в 2010 г. ожидаемый средний показатель цен на уровне 84,50 долл. США за баррель.

Экономический кризис также отразился и на рынке нефти, цены на котором лихорадит. По мнению экспертов, положение во многом дестабилизировалось из-за того, что нефтедобывающие компании по соображениям экономии существенно уменьшили объемы своих коммерческих за-

пасов — важного резерва на случай резких изменений конъюнктуры, а также вследствие политики нефтепереработчиков, также стремившихся обеспечить лишь свои минимально необходимые потребности.

Важно подчеркнуть, что вследствие существенных различий в закономерностях формирования мировой цены на нефть в долгосрочном, среднесрочном и краткосрочном планах ценовые прогнозы мирового нефтяного рынка на далекую, обозримую и ближайшую перспективы имеют принципиально различную методическую основу.

Таким образом, правильное использование политики ценообразования в нефтедобывающей отрасли влияет на высокую ликвидность рынка физического товара, его сравнительной открытости и достаточно большого количества сделок по купле-продаже.

Литература:

1. Отчет Рейтингового агентства «РФЦА» «Краткий обзор нефтедобывающей отрасли Казахстана», Алматы, 2010 г., //www.rfca.kz.
2. Статистические данные Агентства по статистике РК, Алматы, за 2009, 2010 гг., //www.stat.kz.

Особенности мотивации менеджеров по продажам для организаций, основным коммерческим инструментом которых является система сбыта

Уваров И.А., аспирант

Ростовский государственный университет путей сообщения

В период выхода на рынок многих инновационных видов товаров и услуг, развития связей между предприятиями-потребителями и поставщиками, а также роста сфер услуг и торговли, одним из наиболее значительных внутренних факторов для большинства компаний стала результативность механизма сбыта. Известно, что результаты управления отделом продаж во многом зависят от продуманной системы мотивации сотрудников. В усло-

виях высокого спроса среди работодателей на данную категорию сотрудников на рынке труда и высокой текучести кадров, для многих руководителей остается вопросом проблема подбора подходящей модели мотивации менеджеров по продажам [11, с. 2].

Существует два основных типа концепций системы сбыта в компании как фактора, определяющего тип мотивации [13, с. 262–263].

Потребитель является, прежде всего, клиентом компании. Роль менеджера по продаже является одним из многочисленных маркетинговых и коммерческих инструментов компании.

Потребитель является, прежде всего, клиентом менеджера. Стимулирование продавцов является значительной частью коммерческих расходов. Продажа в этом случае является основным маркетинговым инструментом и фактором конкурентного преимущества компании, а также основным инструментом коммерческих служб компании. Наиболее актуальна в сложившихся условиях рынка.

Данная статья рассматривает формирование системы мотивации менеджеров по продажам для предприятий с последней концепцией продаж.

Тема данного исследования активно разрабатывалась в США в конце 60-х — 70-х годах, в период динамичного развития рыночной экономики такими учеными, как Р. Сунил, Дж. Гэлбрейт, Л.Л. Куммитигс, М. Александер, Э. Мацце, О.С. Уокер мл, Г.А. Черчилль мл. и Н.М. Форд. В 2000 годах в России, с расширением рынка инновационных товаров и услуг, данная тема продолжила свое развитие такими учеными, как В.В. Смирнова, Д.И. Занько, С.П. Коноплев и В.С. Коноплева, Р.М. Лукич, А.Б. Кавтрева, Д.И. Норка, а также в Польше К. Цыбульским.

Для концепции продаж как основного коммерческого инструмента компании наиболее актуальной основой считается теория ожиданий В. Врума [3, с. 237—257]. В соответствии с ней, мотивация работника имеет мультипликативную зависимость от трех составляющих: привлекательности цели, вероятности положительного результата и ожидания желаемых последствий результата [5, с. 52—63].

Теория В. Врума часто критикуется из-за возможной неточности расчета со многими переменными, однако она является одной из наиболее комплексных моделей, т.к. учитывает различные факторы мотивации [5, с. 52—63].

Впоследствии данная теория была развита О.К. Черчиллем, Г.А. Фордом и Н.М. Уолкером и конкретизирована непосредственно для мотивации менеджеров по продажам следующим образом. Повышение производительности труда до определенного уровня (J) является функцией двух других переменных.

- Ожидание вознаграждения (I_{JK}). Менеджер по продажам ожидает, что увеличение производительности (J) приведет к увеличению вознаграждения (K).

- Значимость вознаграждения (V_K).

Менеджер по продаже считает, что при увеличении вознаграждения (K) он сможет повысить свою производительность [3, с. 163—164]:

$$J = \sum_{K=1}^n (V_K * I_{JK}), \quad (1)$$

где: J — производительность труда менеджера по продажам,

K — вознаграждение,

I_{JK} — ожидания от вознаграждения,

V_K — значимость вознаграждения.

Отношение между этими тремя факторами, будет мультипликативным. Если продавец испытывает дефицит в любом факторе, производительность, скорее всего, будет на низком уровне [9, с. 87—88]. Также, данная теория отмечает особую роль структурированности задач, хороших условий труда, личностных факторов в производительности труда, помимо уровня мотивации сотрудников [4, с. 158].

Таким образом, для эффективной работы менеджера по продажам необходимо обеспечить связь конкретных элементов вознаграждения с соответствующими результатами труда, соответствие ценности вознаграждения затраченным усилиям при каждом достижении в трудовой деятельности, а также прозрачность системы мотивации, позволяющую менеджеру самостоятельно прогнозировать степень удовлетворения собственных потребностей в зависимости от внесенного вклада достижение целей организации.

В связи с этим, для менеджера по продажам, помимо уровня вознаграждения, особенно важны структура и соотношение элементов мотивации, их связь с результатами каждой сделки [2, с. 123—133].

С целью определения приоритетов мотивов среднестатистического менеджера по продажам, в компании ООО «ВертолЭкспо», являющейся ярким примером организации, в которой технология сбыта является основным коммерческим инструментом, а уровень зарплат соответствовал среднерыночному по региону, был произведен опрос среди менеджеров по продажам (18 человек).

Для исследования использовался тест разработанный учеными Ш. Ричи и П.Мартинотом, рекомендуемый Д.И. Занько непосредственно для определения потребностей менеджеров по продажам [6, с. 130].

Всего рассматривалось 12 мотивационных факторов. После опроса и обработки данных получена сводная таблица 1. [10, с. 18—22]»

Рассмотрим выявленное значение следующих факторов мотивации.

1. Потребность в материальном вознаграждении.
2. В хороших условиях работы.
3. В четком структурировании работы.
4. В социальных контактах.
5. В завоевании признания со стороны других людей.
6. Во влиятельности и власти.
7. В разнообразии, переменах и стимуляции.
8. В совершенствовании, росте и развитии как личности.
9. В ощущении востребованности.
10. Потребность быть креативным.
11. Потребность ставить для себя дерзновенно сложные цели.
12. Потребность в долгосрочных стабильных взаимоотношениях.

Из сводной таблицы видно, что на первом месте выступают потребность в высокой заработной плате, а также потребности в достижении целей и признании.

Таблица 1. Сводная таблица теста Ш. Ричи и П. Мартина на примере менеджеров по продажам

Менеджер	Факторы мотивации											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Менеджер 1	38	23	19	29	35	44	30	24	31	26	40	28
Менеджер 2	39	23	19	30	35	44	29	25	34	25	31	29
Менеджер 3	42	23	21	30	35	44	28	24	34	25	29	29
Менеджер 4	38	27	25	27	36	36	28	26	31	26	36	27
Менеджер 5	35	25	17	29	42	39	30	22	31	26	39	28
Менеджер 6	39	23	21	29	34	38	28	23	36	27	27	28
Менеджер 7	42	22	18	29	34	39	30	19	36	27	38	29
Менеджер 8	41	23	18	29	31	42	30	21	36	27	36	29
Менеджер 9	40	26	25	27	35	36	28	25	31	26	37	27
Менеджер 10	42	26	25	27	36	35	27	25	31	25	37	27
Менеджер 11	45	27	25	28	36	35	27	25	31	25	32	27
Менеджер 12	46	26	25	29	36	35	27	25	31	25	31	27
Менеджер 13	40	26	25	27	35	36	28	25	31	27	36	27
Менеджер 14	33	25	19	29	40	39	30	24	31	26	39	28
Менеджер 15	33	25	19	29	39	39	30	25	31	26	39	28
Менеджер 16	33	25	17	29	41	39	30	24	31	26	40	28
Менеджер 17	37	23	17	29	42	39	30	23	36	26	39	28
Менеджер 18	33	25	17	29	41	39	30	24	31	26	40	28
мода	33	25	25	27	35	39	30	25	31	26	39	28
диапазон	33–46	22–27	17–25	27–30	31–42	35–44	27–30	19–26	30–36	25–27	27–40	27–29
медиана	41	26	25	27	35.5	35.5	27.5	25	31	25.5	37	27

Поэтому рассмотрим, прежде всего, систему материального стимулирования менеджеров по продаже для компании с рассматриваемой нами концепцией сбыта.

Заработная плата менеджера по продажам состоит из постоянной и переменной частей. Переменная, в свою очередь, состоит из премии и бонусов.

Р.М. Лукич в рамках проблемы материальной мотивации менеджеров по продажам при агрессивном политике продаж компании доказывает действенность только тех модели заработной платы, в которых соотношение постоянной и переменной частей доходит до 30%:70% соответственно [8, с. 14–25].

По мнению К. Цыбульского, для торгового персонала, решающего текущие коммерческие задачи, постоянная часть должна также составлять 30–40% заработной платы и переменная — 70–60% [13, С. 269].

Согласно теории Д.И. Норка, за исключением случаев особо уязвимого финансового положения фирмы, наиболее оптимальна комплексная модель оплаты труда ме-

неджеров по продажам аналогичным сочетанием базовой ставки переменной части [9, с. 100].

С.П. Коноплев считает оптимальной такую систему и рекомендует систему оплаты труда с долей комиссионных 100% только при быстром процессе покупки и неограниченности рынка сбыта. Однако существенным недостатком данной системы при этом отмечает невысокий уровень защищенности менеджера от получения очень низкого заработка, в т.ч. по причинам, от него не зависящим. Это может вызвать резкую демотивацию [7, с. 174–175]. В соответствии с мнением Р.М. Лукича, подобная система, скорее всего, будет неэффективной [8, с. 12].

К. Цыбульский также отмечает редкие случаи, в которых данная система будет работать эффективно, однако, компании со значительной ролью продаж как коммерческого инструмента они не соответствуют [13, с. 272]. Кроме этого, при начисленных комиссионных ниже МРОТ, данная система может противоречить действующему трудовому законодательству [1, ст.133, с. 277].

Постоянная часть также может зависеть от результата труда. Для этого, по результатам деятельности менеджера, в каждом отчетном периоде устанавливается его грейд и квалификация, от которой зависит размер постоянной части оплаты труда [11, с. 197].

Премия в большинстве случаев рассчитывается как 1 % от принесенного дохода, либо от оборота (в зависимости от роли продаж в деятельности компании). При выполнении плана менее чем на 50 % рекомендуется не начислять процент [8, с. 14–16]. Некоторые авторы рекомендуют не начислять премию даже при выполнении плана менее чем на 70 % [11, с. 203].

Если производственные мощности не имеют строгих ограничений, т.е. важно перевыполнять план, после 100 % можно постепенно увеличивать процент, делая премию сдельно-прогрессивной после 100 % выполнения плана повышать переменную часть заработной платы. В зависимости от специфики организации, целей бизнеса и стоимости продукции комиссионные от перевыполнения плана могут составлять 2 %, 2.5 %, 3.5 % [8, с. 20] от дохода, принесенного менеджером. В некоторых случаях эта цифра доходит даже до 10 % [11, с. 203].

Для большей справедливости и прозрачности оплаты А.Б. Кавтрева предлагает метод расчета премии менеджера по продажам, при котором она определяется не как доля от принесенного дохода, а как доля от некоторого эталона, равного постоянной части и при этом равного переменной части при выполнении плана на 100 %.

В зависимости от выполнения плана премия меняется аналогично (2) [15].

$$R = \frac{\Phi}{\Xi}, \quad (2)$$

где R — результативность,

Φ — фактический объем реализованной продукции руб.,

Ξ — эталон, руб.

Также, в зависимости от целей компании, переменная часть может рассчитываться по количеству единиц реализованной продукции, объему реализованной продукции руб., по интегрированному от них показателю (80 %:20 % соответственно), либо наоборот (20 %:80 %) [14].

Помимо постоянной части и премии, для стимулирования менеджеров по продажам рекомендуется использовать систему бонусов. Бонусы могут начисляться за продажу определенного числа новых или особо прибыльных продуктов, за продажу новым клиентам, достижение каждого значимого рубежа в выполнении плана (110 %, 120 %) [7, с. 176], продажу в несезонный период, а также за командные заслуги [8, с. 22–24].

Из нематериальных стимулов, которые возможны к применению для менеджеров по продажам, можно назвать вознаграждения, связанные с достижением. Из них применяются ценные подарки, подарки, связанные со спецификой деятельности (телефон, ноутбук и т.д.) [13, с. 259–260], конкурсы продаж, система продвижения по результатам деятельности [7, с. 180–182]. Некоторые авторы рекомендуют применить к нематериальной мотивации менеджеров по продажам индивидуальный подход [6, с. 130].

Таким образом, для эффективной мотивации менеджера по продажам необходимо обеспечить связь конкретных элементов его вознаграждения с соответствующими результатами труда.

Основным и особо значительным мотивирующим фактором менеджеров по продажам в организации с большим коммерческим значением механизма сбыта является материальное стимулирование. Большинство предложенных различными авторами моделей стимулирования менеджеров по продажам говорит об оптимальности системы оплаты труда с постоянной и переменной частями, при которой переменная часть состоит из премии и бонусов. Премия зависит от соответствия эталону — выполнению плана продаж. С возрастанием доли выполнения плана премия может увеличиваться прогрессивно, а при выполнении плана менее чем на 50–70 % совсем не начисляться. Также менеджеров по продажам мотивирует на достижение определенных результатов система бонусов. При выполнении всех поставленных целей на 100 % соотношение постоянной части заработной платы, премии и бонусов наиболее оптимальным в большинстве случаев будет близко к 35:35:30 соответственно. Помимо материальных стимулов, менеджеров по продажам мотивируют нематериальные, связанные с признанием и достижением.

Литература:

1. Комментарий к Трудовому кодексу РФ / Отв. ред. Ю.П. Орловский. — 5-е изд., испр., доп. и перераб. — М.: КОНТРАКТ, ИНФРА-М, 2009. — 1500 с. . ст.133.
2. M Alexander, M. and E. Mazze. Sales Management. New York: Pitman Publishing Corp.. 1965.
3. Galbraith. J. and L.L. Cummitigs. «An Empirical Investigation of the Motivational Determinants of Task Performance: Interactive Effects Between Instrumentality-Valence and Motivation-Ability,» *Organizational Behavior and Human Performance*, 7, 1967.
4. Orville C. Walker. Jr., Gilbert A. Churchill, Jr., Neil M.Ford «Motivation and Performance in Industrial Selling: Present Knowledge and Needed Research» *Journal of Marketing Research* Vol. XIV May 1977.
5. Sunil R. «A Review of Employee Motivation Theories and their Implications for Employee Retention Within Organizations,» *Journal of American Academy of Business*, 5:1/2, 2004.
6. Занько Д.И. Адаптация, мотивация и развитие персонала отдела продаж — М.: Вершина, 2006. — 240 с.
7. Коноплев С.П., Коноплева В.С. «Менеджмент продаж»: учебное пособие. — М.: ИНФА-М, 2009. — 304 с.

8. Лукич Р.М. Материальная мотивация продавцов. Принципы, возможности, ограничения. — Манн, Иванов и Фербер, 2010. — 40 с.
9. Норка Д.И. Управление отделом продаж малого предприятия, стратегии и тактики успеха. ГроссМедиа, РОСБУХ, 2008. — 137 с.
10. Ричи Ш., Мартин П. Управление мотивацией Учеб. пособие для вузов /Пер. с англ, под ред. проф. Е.А. Климова. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. — 399 с.
11. Смирнова В.В. Секреты мотивации продавцов. 2-е изд., расширенное и дополненное. — Спб.: Питер, 2009. — 320 с.
12. Токарева Е.А. Повышение эффективности деятельности организации на основе совершенствования системы мотивации персонала в условиях рынка. — Спб.: наука, 2008. — 542 с.
13. Цыбульский К. Управление отделом продаж: Прогноз, организация, мотивация, контроль. Пер. с польск. Э.Г. Артеменко, Харьков: Гуманитарный Центр, 2009. — 380 с.
14. Кавтрева А.Б. «Решение сложных задач в области заработных плат», бюллетень «Рекламное Измерение» № 10 (75), 2000 . <http://www.triz-ri.ru/themes/method/salary1.asp>
15. Кавтрева А.Б., серия «Статьи про зарплату», 2007 «Эталонная зарплата» портал «Открытые методики рекламы и PR «Рекламное Измерение», <http://www.triz-ri.ru/themes/method/salary7.asp>

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 8 (31) / 2011. Том I.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.

Иванова Ю. В.

Лактионов К. С.

Воложанина О. А.

Комогорцев М. Г.

Драчева С. Н.

Ахметова В. В.

Ответственный редактор:

Шульга О. А.

Художник:

Шишков Е. А.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях,
ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

672000, г. Чита, ул. Бутина, 37, а/я 417.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ООО «Формат»,
г. Чита, ул. 9-го Января, д. 6.



Дизайн — студия «Воробей»

www.Vorobei-Studio.ru

Вёрстка — П.Я. Бурьянов

paul50@mail.ru