



**СГУГиТ**

СИБИРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

## Вестник СГУГиТ

Научный журнал  
Издается с 1996 г.  
Выходит 4 раза в год

Вып. 1 (29). 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

### Главный редактор

А. П. Карпик

### Редакционная коллегия:

К. С. Байков

В. Б. Жарников

(зам. главного редактора)

И. Г. Журкин

А. И. Каленицкий

Д. А. Ламерт

И. В. Лесных

Д. В. Лисицкий

А. А. Майоров

В. Н. Москвин

В. Н. Опарин

В. П. Савиных

Г. А. Сапожников

В. А. Середович

В. Ю. Тимофеев

Л. К. Трубина

А. Г. Чибуничев

В. Я. Черепанов

Т. А. Широкова

В. Б. Шлишевский

Х. К. Ямбаев

До 2015 г. журнал выходил  
под названием  
«Вестник СГГА»

Перепечатка материалов,  
опубликованных в журнале  
«Вестник СГУГиТ»,  
допускается по согласованию  
с редакцией

© СГУГиТ, 2015

### ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ

*Ю. В. Сурнин.* Регулярный подход к оцениванию орбитальных, геодезических и геодинамических параметров по результатам спутниковых измерений..... 6

*А. И. Каленицкий, Э. Л. Ким.* О необходимости комплексного применения гравиметрии и геодезических методов при мониторинге природной и техногенной геодинамики на месторождениях углеводородов..... 15

*А. М. Дегтярёв, В. В. Ялтыхов.* Использование методов оптимизации для решения инженерно-геодезических задач..... 24

*Т. Ю. Бугакова.* Моделирование изменения пространственно-временного состояния инженерных сооружений и природных объектов по геодезическим данным ..... 34

*А. В. Никонов.* Исследование точности измерения расстояний электронными тахеометрами в безотражательном режиме..... 43

*А. В. Никонов, И. Н. Чешева, Г. В. Лифашина.* К вопросу об определении постоянной поправки дальнометра электронного тахеометра..... 54

### КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

*И. Г. Вовк.* Моделирование траектории движения систем, рассматриваемых как абсолютно твердое тело..... 62

### ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

*Н. С. Ивчатова.* Анализ экономической составляющей и оптимизация штатной численности территориальных органов Росреестра при создании регистрационного кадастрового центра в Новосибирской области..... 71

**Свидетельство  
о регистрации**

ПИ № ФС 77-62654  
от 10.08.2015

**Подписные индексы  
в каталогах:**

«Пресса России» – 43809  
Электронный каталог  
«Российская периодика»  
(www.ideg.ru) – 43809э

Журнал включен  
в Российский индекс  
научного цитирования  
(РИНЦ)

**Технический редактор  
журнала**

А. В. Конева

**Адрес редакции:**

630108, Новосибирск,  
ул. Плахотного, 10, к. 436  
E-mail: vestnik@ssga.ru  
Тел. (383)361-06-55  
http://vestnik.ssga.ru

**Перевод на английский  
язык**

Д. В. Романова

**Редактор**

Е. К. Деханова

**Компьютерная верстка**

Л. Н. Шиловой  
Н. Ю. Леоновой

Подписано в печать  
20.08.2015.

Формат 70 × 100 1/16.

Усл. печ. л. 13,79.

Тираж 1 000 экз. Заказ 130.

Редакционно-издательский  
отдел СГУГиТ

630108, Новосибирск,  
ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной  
лаборатории СГУГиТ  
630108, Новосибирск,  
ул. Плахотного, 10.

*В. Н. Москвин, Т. А. Соколова.* Проблемы и перспекти-  
вы переоценки кадастровой стоимости земельных уча-  
стков в судебном порядке..... 82

**ОПТИКА, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ  
И КОМПЛЕКСЫ**

*В. А. Литовченко.* Методы анализа устойчивости ак-  
тивных СВЧ-цепей и измерения их S-параметров..... 90

**ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Г. Е. Мекуш, Е. О. Ушакова.* Исследование ресурсного  
потенциала Новосибирской области для развития ту-  
ристской отрасли..... 101

*А. С. Огулов, М. А. Креймер, В. В. Турбинский.* Значе-  
ние гигиены атмосферного воздуха в экономическом  
и территориальном планировании..... 111

*Ю. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев, С. М. Приходько,  
Е. И. Баранова, Л. Б. Пыстина.* Электромагнитные по-  
ля в системе обеспечения экологической безопасности  
жилого дома..... 129

**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ  
НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ**

*А. Г. Барлиани, И. Я. Барлиани.* Процедура оценивания  
параметров моделей экономических систем ..... 140

**СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

*С. С. Жданов.* Русский хаос versus немецкий порядок  
как продолжение традиций русской литературы в рас-  
сказах Саши Черного ..... 149

**ХРОНИКА**

Итоги работы диссертационных советов в 2014 году ..... 158

Хроника событий и памятные даты СГУГиТ..... 161

Юбилейные даты..... 171



**SSUGT**  
SIBERIAN STATE  
UNIVERSITY OF GEOSYSTEMS  
AND TECHNOLOGIES

## **Vestnik SSUGT**

Scientific magazin  
Published since 1996  
Issued 4 times a year

**Issue 1 (29). 2015**

### **Chief editor:**

A. P. Karpik

### **Editorial team:**

K. S. Bajkov  
V. B. Zharnikov  
(Assistant chief editor)  
I. G. Zhurkin  
A. I. Kalenickij  
D. A. Lamert  
I. V. Lesnyh  
D. V. Lisickij  
A. A. Majorov  
V. N. Moskvina  
V. N. Oparin  
V. P. Savinyh  
G. A. Sapozhnikov  
V. A. Seredovich  
V. Ju. Timofeev  
L. K. Trubina  
A. G. Chibunichev  
V. Ja. Cherepanov  
T. A. Shirokova  
V. B. Shlishevskij  
H. K. Jambaev

Before 2015 г. Magazine  
was published under the name  
«Vestnik SSGA»

Duplication of materials  
published in the magazine  
«Vestnik SSUGT» is forbidden,  
unless agreed with editors

© SSUGT, 2015

## **CONTENTS**

### **GEODESY AND MINE SURVEY**

- Yu. V. Surnin.* Regular approach to orbital, geodetic and geodynamic parameters estimation by satellite measurements results ..... 6
- A. I. Kalenitsky, E. L. Kim.* Joint application of gravimetry and geodetic methods for monitoring of natural and anthropogenic geodynamics in hydrocarbon fields ..... 15
- A. M. Degtyarev, V. V. Yaltykhov.* Optimization methods for engineering geodesy problems solution ..... 24
- T. Yu. Bugakova.* Modelling of spatio-temporal variations for engineering structures and natural objects by geodetic data ..... 34
- A. V. Nikonov.* Study of reflectionless total stations distance measurement accuracy ..... 43
- A. V. Nikonov, I. N. Chesheva, G. V. Lifashina.* Determination of total station stadia constant ..... 54

### **CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS**

- I. G. Vovk.* Motion path modeling for systems considered as perfectly rigid body ..... 62

### **LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING**

- N. S. Ivchatova.* Centre to be established in Novosibirsk region: analysis of economic component and optimization of Rosreestr territorial bodies staff size ..... 71
- V. N. Moskvina, T. A. Sokolova.* Judicial cadastral revaluation of land unit: problems and prospects ..... 82

**Registration certificate**

ПИ № ФС 77-62654  
от 10.08.2015

**Subscription indexes  
in catalogues:**

«Russian press» – 43809  
Electronic catalogue  
«Russian periodicals»  
(www.ideg.ru) – 43809э

Magazine included in Russian  
Science Citation Index (RSCI)

**Layout editor of magazine**

A. V. Koneva

**Reduction address:**

630108, Novosibirsk,  
10 Plakhotnogo St., r. 436  
E-mail: vestnik@ssga.ru  
Tel. (383)361-06-55  
http://vestnik.ssga.ru

**English translation**

D. V. Romanov

**Editor**

E. K. Dehanova

**Desktop publishing**

L. N. Shilova  
N. Ju. Leonova

Signed to print 20.08.2015.  
Format 70 × 100 1/16.  
Conv. pr. sheets 13,79.  
Circulation 1 000 copies.  
Order 130.

Printing and publication  
department SSUGT  
630108, Novosibirsk,  
10 Plakhotnogo St.

Printed in map printing  
laboratory SSUGT  
630108, Novosibirsk,  
10 Plakhotnogo St.

**OPTICS, OPTOELECTRONIC DEVICES AND  
COMPLEXESS**

*V. A. Litovchenko.* Techniques for analysing active  
SHF-circuits stability and their *S*-parameters measurement ..... 90

**ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**

*G. E. Mekush, E. O. Ushakova.* Analysis of Novosibirsk  
region resource potential for tourist industry development ..... 101

*A. S. Ogudov, M. A. Kreymer, V. V. Turbinsky.* Ecological  
disaster and emergency planning zones in territory man-  
agement ..... 111

*Yu. S. Larionov, N. A. Yaroslavtsev, S. M. Prikhodko,  
E. I. Baranova, L. B. Pystina.* Electromagnetic fields in  
dwelling house ecological safety system ..... 129

**ECONOMICS AND MANAGEMENT  
OF NATIONAL ECONOMY**

*A. G. Barliani, I. Ya. Barliani.* Procedure for estimating  
economic systems models parameters..... 140

**SOCIO-HUMANITARIAN RESEARCHES**

*S. S. Zhdanov.* Russian chaos versus German order as  
a development of Russian literature traditions in Sasha  
Chorny's stories..... 149

**CHRONICLE**

The results of the work of dissertation councils in 2014..... 158

Chronicle of events and memorials SSUGT ..... 161

Anniversaries..... 171

## ***Уважаемые авторы и читатели «Вестника»!***

*В преддверии 2015 года Сибирской государственной геодезической академии приказом Минобрнауки России № 1551 от 08.12.2014 г. присвоен статус университета и определено новое название – Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ).*

*Мы расстаемся с привычным и ставшим родным для всех нас – преподавателей, сотрудников, ветеранов, студентов и аспирантов названием СГГА. Сегодня наш вуз – многопрофильный научно-образовательный и производственный холдинг, совсем не похожий на небольшой Сибирский геодезический институт 30-х годов и даже посолдневный Новосибирский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии 80-х годов прошлого столетия.*

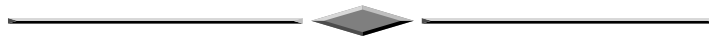
*Новые принципы, методы и технологии освоения территорий Земли и окружающего ее пространства определили более совершенный взгляд на мир, на подготовку инженерных и научных кадров, способных успешно этот мир осваивать.*

*Сегодняшний университет и его «Вестник» продолжают лучшие и приобретают новые, нужные нам и нашим последователям традиции, способные успешно развивать современные качества научного образования, научной и производственной деятельности, культуры и спорта.*

*Желаю больших творческих успехов и свершений авторам нашего «Вестника», а читателям – истинного удовлетворения, новых позитивных импульсов от представленных в журнале материалов.*

*Ректор СГУГиТ,  
главный редактор «Вестника»  
А. П. Карпик*

# ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ



УДК 528:519.6

## РЕГУЛЯРНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ ОРБИТАЛЬНЫХ, ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

*Юрий Венедиктович Сурнин*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)361-01-59, e-mail: surnin@ssga.ru

Рассматривается задача выбора количественного и качественного состава оценивания орбитальных, геодезических и геодинамических параметров по результатам траекторных измерений космических аппаратов в динамическом методе космической геодезии. Решение задачи осуществляется в регулярной постановке, в которой требуется соблюдение трех основных условий: адекватности математической модели, наблюдаемости модели и состоятельности алгоритма оценивания параметров модели. Рассмотрено построение  $\varepsilon$ -адекватной математической модели ( $\varepsilon$  – скаляр, характеризующий точность исходной информации) измеряемого выхода динамической системы, образованной созвездием космических аппаратов и сетью наземных пунктов. Отмечается глобальная и локальная ненаблюдаемость модели динамической системы по измеряемому выходу. Для решения проблемы ненаблюдаемости модели предлагается выделять информативную (устойчивую) часть решения задачи поэтапно. Вначале путем физической и алгебраической декомпозиции математической модели система уравнений приводится к виду, близкому к клеточно-диагональной структуре. На заключительном этапе делается регуляризация решения клеточно-диагональной системы уравнений как «слева» – матрицы коэффициентов, так и «справа» – вектора свободных членов. В результате такой декомпозиции и регуляризации конструируется автоматический (самонастраивающийся) алгоритм выбора состава и устойчивого оценивания информативных параметров, сохраняющих физический смысл.

**Ключевые слова:** космическая геодезия, динамическая система, спутниковые измерения, оценивание параметров, наблюдаемость, декомпозиция, регуляризация решения.

## REGULAR APPROACH TO ORBITAL, GEODETIC AND GEODYNAMIC PARAMETERS ESTIMATION BY SATELLITE MEASUREMENTS RESULTS

*Yuri V. Surnin*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., senior researcher, tel. (383)361-01-59, e-mail: surnin@ssga.ru

The problem of choosing qualitative and quantitative components for estimating orbital, geodetic and geodynamic parameters by the results of space vehicle trajectory measurements using dynamic method of satellite geodesy. The problem is solved in regular formulation, with three basic conditions to be satisfied: mathematical model adequacy and observability and consistency of algorithm for model parameters estimation. Construction of  $\varepsilon$ -adequate mathematical model ( $\varepsilon$  – scalar, characterizing the initial information accuracy) of the dynamic system output to be measured is considered. The system is formed by spacecraft constellation and geodetic network points. Global and local non-observability of the dynamic system output model is stated. To overcome non-observability of the model it is suggested to mark out informative (stable) part of the problem solution stage-by-stage. First, the combined equations are reduced to the form close to cellular-diagonal structure by physical and algebraic decomposition of mathematical model. At the final stage, regularization of cellular-diagonal combined equations solution is performed both from «the left» (coefficients matrix) and «the right» (free terms vector). As a result of this decomposition and regularization, automatic (self-adaptive) algorithm is synthesized for choosing composition and stable estimation of informative parameters retaining physical meaning.

**Key words:** satellite geodesy, dynamic system, satellite measurements, parameters estimation, observability, decomposition, solution regularization.

Рассматривается проблема оценивания состояния динамической системы (ДС) в виде параметров  $Q$ . Динамическая система образована созвездием космических аппаратов (КА) и сетью наблюдательных наземных пунктов (НП). По результатам измерений топоцентрических расстояний  $\rho$  между НП и КА определяются те параметры  $q \subset Q$  модели ДС, которые требуют уточнения.

Регулярная постановка и строгое решение задачи требуют соблюдения трех основных условий [1, 13].

1. Математическая модель измеряемого выхода ДС с вектором состояния  $Q$  должна быть  $\varepsilon$ -адекватна. Скаляр  $\varepsilon$ , характеризующий погрешность модели ДС в пространстве измерений, должен быть меньше величины погрешности наблюдений  $\rho$ .

2. Математическая модель должна быть наблюдаема. Она должна обеспечивать взаимно однозначное соответствие между множеством измерений  $\rho$  и множеством параметров  $q \subset Q$ , требующих уточнения.

3. Алгоритм оценивания параметров  $q$  должен быть оптимальным и состоятельным. Он должен давать несмещенные и эффективные оценки и обеспечивать сходимость по вероятности к истинным значениям параметров при увеличении числа измерений.

С целью выполнения первого условия регулярности вводится в рассмотрение следующая математическая модель [10]:

$$\rho(Q, t) = \rho + v, \quad (1)$$

которая связывает измеренное расстояние  $\rho$  с параметрами состояния  $Q$  динамической системы в текущий момент времени  $t$  и случайными погрешностями  $v$  измерений и модели.



Вектор состояния  $Q$  разбивается на два подмножества

$$Q = \{q, g\}, \quad (2)$$

где  $g$  – вектор параметров модели ДС, значения которых известны с достаточной точностью и для них не требуется уточнения;  $q$  – вектор оцениваемых параметров модели ДС, которые известны приближенно и для них требуется получить уточненные значения.

Критерием предварительного выбора состава оцениваемых параметров  $q$  может служить условие

$$[\max_{\tau} (\partial\rho/\partial q)]\sigma_q > \sigma_{\rho}, \quad (3)$$

где  $\sigma_{\rho}, \sigma_q$  – погрешности измерений  $\rho$  и параметра  $q$  [21];

$\max_{\tau} (\partial\rho/\partial q)$  – максимальное значение коэффициента чувствительности

измерения  $\rho$  к параметру  $q$  во всей области измерений  $\tau$ .

Линеаризация модели (1) в окрестности приближенных значений оцениваемых параметров  $q_0$  приводит к выражению [15]

$$\rho^o \cdot (\Delta r - \Delta R) = \rho - \rho_0 + v, \quad (4)$$

где  $\rho^o$  – орт топоцентрического направления на спутник в момент наблюдения  $t$ ;

$\rho_0 = \rho(q_0, g, t)$  – вычисленное значение топоцентрического расстояния с помощью приближенного вектора  $q_0$  и «точного» вектора  $g$  на момент наблюдения  $t$ .

Динамическая часть модели (4) представляется в виде вектора поправок  $\Delta r$  в вычисленные координаты спутника  $r_0 = r(q_0, g, t)$  по приближенному вектору  $q_0$  на момент измерения  $t$  следующей зависимостью [4, 5]:

$$\Delta r = \partial r(q, g, t)/\partial q \Big|_{q_0} \cdot \Delta q. \quad (5)$$

Кинематическая часть модели (4) представляется вектором поправок  $\Delta R$  в вычисленные координаты наземного пункта  $R_0 = R(q_0, g, t)$  по вектору  $q_0$  на момент наблюдения  $t$  следующим выражением

$$\Delta R = \partial R/\partial q \Big|_{q_0} \cdot \Delta q. \quad (6)$$

В формулах (5) и (6)  $\Delta q$  – вектор неизвестных поправок в  $q_0$

$$\Delta q = q - q_0. \quad (7)$$

В матричном виде линеаризованные уравнения (4) для  $N$  измерений и  $M$  неизвестных можно записать так



$$AX = F + V, \quad (8)$$

где

$$A = \partial \rho(q_0, g, t) / \partial q |_{q_0} \quad (9)$$

-  $(N \times M)$  – матрица частных производных от измеряемых функций  $\rho$  по оцениваемым параметрам  $q$ , вычисляемая с помощью векторов  $q_0$  и  $g$ ;

$$F = \rho(t) - \rho(q_0, g, t); \quad (10)$$

-  $N$ -мерный вектор свободных членов – разность между измеряемым  $\rho(t)$  и вычисляемым  $\rho(q_0, g, t)$  векторами;

$$X \equiv \Delta q = q - q_0; \quad (11)$$

-  $M$ -мерный вектор неизвестных поправок к компонентам искомого вектора  $q_0$ .

Состав вектора  $X$  формируется из четырех групп оцениваемых параметров

$$X = \{X_{\text{орбит}}, X_{\text{глоб}}, X_{\text{регион}}, X_{\text{лок. деф.}}\}. \quad (12)$$

Группа орбитальных параметров модели (8)

$$X_{\text{орбит}} = \{\Delta Y^{ms}, \theta^{ms}, \alpha^{ms}, \beta^{ms}, \beta^{msr}\} \quad (13)$$

для  $s$ -го спутника на эпоху  $T_m$ , соответствующей, примерно середине  $m$ -й орбитальной дуги:

$\Delta Y^{ms}$  – вектор поправок в начальные условия движения;

$\theta^{ms}$  – вектор параметров модели светового давления;

$\alpha^{ms}$  – вектор параметров модели активных сил;

$\beta^{ms}$  – вектор параметров модели хода часов на борту  $s$ -го спутника;

$\beta^{msr}$  – вектор параметров модели хода часов  $r$ -го приемника наземного пункта.

та.

Группа глобальных параметров модели (8) относительно общеземной системы координат (ОЗСК) эпохи  $T_0$ :

$$X_{\text{глоб}} = \{\sigma_{nm}, \Delta R^i, \omega\}, \quad (14)$$

где  $\sigma_{nm} = \{C_{nm}, S_{nm}\}$  – набор гармонических коэффициентов гравитационного поля Земли;

$\Delta R^i = \{\Delta R^0, R', R''\}^i$  – вектор параметров модели индивидуального движения  $i$ -го наземного пункта;

$\omega = \{y_p, x_p, \Delta UT1\}$  – вектор параметров модели вращения Земли (ПВЗ).

Группа региональных параметров движения тектонической плиты  $\pi$  относительно ОЗСК:

$$X_{\text{регион}} = \{g^\pi, \omega^\pi\}, \quad (15)$$

где  $g^\pi = \{g_x^\pi, g_y^\pi, g_z^\pi\}$  – вектор параметров поступательного движения плиты  $\pi$ ;  
 $\omega^\pi = \{\omega_x^\pi, \omega_y^\pi, \omega_z^\pi\}$  – вектор параметров вращательного движения плиты  $\pi$ .  
 Группа параметров модели локальной деформации [20] в зоне  $\gamma$  плиты  $\pi$ :

$$X_{\text{лок. деф.}} = \{e^{\pi\gamma}, \varepsilon^{\pi\gamma}\}, \quad (16)$$

где  $e^{\pi\gamma} = \{e_x, e_y, e_z\}^{\pi\gamma}$  – вектор параметров нормальной деформации;  
 $\varepsilon^{\pi\gamma} = \{\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z\}^{\pi\gamma}$  – вектор параметров сдвиговой деформации.

Опуская детализацию динамической части (5) модели (4), которая рассмотрена в работах [2, 4, 5, 9–13, 15], рассмотрим кинематическую часть (6) модели (4). В «инерциальной» небесной системе координат (ИНСК) эпохи  $T_c$  кинематическая модель (6), представляющая собой изменения координат произвольного наземного пункта  $\Delta R_{\text{инск}}$ , может быть представлена выражением [18]

$$\Delta R_{\text{инск}} = \partial R / \partial q \Big|_{q_0} \cdot \Delta q, \quad \Delta R_{\text{инск}} = P^T N^T S^T \Delta R_{\text{озск}}, \quad (17)$$

где  $P, N, S$  – соответственно матрицы прецессии, нутации и звездного времени, связанные с эпохами  $T_c$  и  $t$ ;

$\Delta R_{\text{озск}}$  – вектор изменения координат произвольного наземного пункта в общеземной системе координат (ОЗСК) эпохи  $T_0$  под влиянием четырех факторов:

$$\Delta R_{\text{озск}} = \Delta R_{\text{индивид. движ.}}^i + \Delta R_{\text{глоб. вращ.}} + \Delta R_{\text{тект. плит}}^\pi + \Delta R_{\text{лок. деф.}}^{\pi\gamma}. \quad (18)$$

Индивидуальное движение наземного пункта (НП)

$$\Delta R_{\text{индивид. движ.}}^i = \Delta R_i^0 + R'_i \cdot t + R''_i \cdot t^2 / 2, \quad t = T - T_0, \quad (19)$$

где  $\Delta R_i^0, R'_i, R''_i$  – векторы поправок в начальное положение  $i$ -го НП в эпоху  $T_0$ , его скорость и ускорение.

Глобальные неправильности вращения Земли

$$\Delta R_{\text{глоб. вращ.}}^i = -R_\omega \cdot \omega, \quad (20)$$

где  $\omega = \{y_p, x_p, -\Delta UT1\}$  вектор параметров вращения Земли;

$R_\omega$  – кососимметричная матрица, составленная из координат вектора НП

$$R_\omega = \begin{bmatrix} 0 & Z_G & -Y_G \\ -Z_G & 0 & X_G \\ Y_G & -X_G & 0 \end{bmatrix}. \quad (21)$$

Региональное движение  $k$ -го НП (индекс  $k$  пробегает все пункты плиты  $\pi$ ), вызванное поступательным  $\mathbf{g}^\pi$  и вращательным  $\boldsymbol{\omega}^\pi$  движением плиты  $\pi$ ,

$$\Delta \mathbf{R}_{\text{текст. плит}}^\pi = -\mathbf{g}^\pi - \mathbf{R}_{\omega}^\pi \cdot \boldsymbol{\omega}^\pi. \quad (22)$$

Локальная деформация в зоне  $\gamma$  плиты  $\pi$

$$\Delta \mathbf{R}_{\text{лок. деф.}}^{\pi\gamma} = -\mathbf{R}_e^l \cdot \mathbf{e}^{\pi\gamma} - \mathbf{R}_\varepsilon^l \cdot \boldsymbol{\varepsilon}^{\pi\gamma}, \quad (23)$$

где  $\mathbf{R}_e^l$  и  $\mathbf{R}_\varepsilon^l$  – диагональная и симметричная матрицы, составленные из координат  $k$ -го НП (индекс  $k$  пробегает все пункты в зоне  $\gamma$  плиты  $\pi$ ).

Объединяя выражения (17)–(23), получаем кинематическую модель движения произвольного наземного пункта относительно ИНСК

$$\Delta \mathbf{R}_{\text{инск}} = \mathbf{P}^T \mathbf{N}^T \mathbf{S}^T [\Delta \mathbf{R}_{\text{индивид. движ.}}^i - \mathbf{R}_{\omega}^k \cdot \boldsymbol{\omega} - (\mathbf{g}^\pi + \mathbf{R}_{\omega}^k \cdot \boldsymbol{\omega}^\pi) - (\mathbf{R}_e^k \cdot \mathbf{e}^{\pi\gamma} + \mathbf{R}_\varepsilon^k \cdot \boldsymbol{\varepsilon}^{\pi\gamma})]. \quad (24)$$

В рассмотренную кинематическую модель несложно включить уточнение некоторых параметров модели прецессии и нутации.

Обоснование адекватности модели динамической системы (4) в целом и ее составных частей (5) и (6) требует обширных экспериментов на реальной измерительной информации [6–8, 12, 16, 17], которые остаются за пределами данной статьи.

Второе условие регулярности требует анализа наблюдаемости модели ДС (8). Как показывают предварительные теоретические и экспериментальные исследования, модель (8) является как локально, так и глобально ненаблюдаемой [1].

Одна из причин глобальной ненаблюдаемости модели ДС кроется в отсутствии в составе спутниковых измерений направлений между наземными пунктами и небесными телами. Измеряемые топоцентрические расстояния между НП и КА не дают полностью информацию о взаимной ориентировке ОЗСК и ИНСК.

Одной из причин локальной ненаблюдаемости ДС некоторых параметров движения плит и локальной деформации является расположение сети наземных пунктов только на поверхности Земли.

Для выполнения второго условия регулярности, в частности глобальной наблюдаемости, необходимо, прежде всего, привлечение дополнительной измерительной информации такого же уровня точности. Во-первых, – данных радиоинтерферометрии со сверх длинными базами (РСДБ), во-вторых, – данных привязки бортовых и наземных часов к шкале единого времени. Вместе с тем, помимо привлечения этой дополнительной измерительной информации необходимо фиксировать (не уточнять) некоторые глобальные параметры ориентации Земли и бортовых часов. Количество фиксируемых параметров зависит от вида и количества дополнительной информации.

Для обеспечения локальной наблюдаемости системы уравнений (8) и выделения устойчивой части решения в плохо обусловленных блоках матрицы  $A$  необходима физическая и алгебраическая декомпозиция матрицы  $A$  как в пространстве измерений, так и в пространстве оцениваемых параметров [14, 19].

Физическая декомпозиция сближает оба пространства, сохраняя физическую интерпретацию как оцениваемых параметров, так и измерений. Преобразованная матрица  $A$  приобретает структуру, близкую к блочно-диагональному виду. Вне диагонали располагаются  $\alpha$ -клетки, норма которых (порядка  $\alpha$ ) во много раз меньше нормы диагональных клеток. Такая структура матрицы  $A$  позволяет корректно выделять устойчивую часть решения задачи без потери информации.

Алгебраическая декомпозиция преобразованной таким образом системы уравнений (8) осуществляется по методике С. К. Годунова [3, 14, 19] с помощью сингулярного разложения матрицы  $A$ . Она формальным образом изменяет пространства измерений и оцениваемых параметров и, тем самым, приводит к потере физической интерпретации преобразованных элементов матрицы  $A$ . Чем полнее проводится физическая декомпозиция системы (8), тем больше преобразованных параметров сохраняют свой смысл, тем проще и понятнее дальнейшее использование и интерпретация получаемых результатов.

Совместное применение физической и алгебраической декомпозиции [14, 19] задачи (8) и регуляризация [3, 14] как матрицы коэффициентов  $A$  (регуляризация «справа»), так и правой части  $F$  (регуляризация «слева») облегчают выполнение третьего условия регулярности. Это позволяет получать несмещенные, эффективные и состоятельные оценки устойчиво определяемых параметров модели и исключать из процесса уточнения статистически незначимые параметры модели динамической системы. В результате такой декомпозиции и регуляризации конструируется автоматический (самонастраивающийся) алгоритм выбора количественного и качественного состава и устойчивого оценивания информативных параметров модели, сохраняющих физический смысл.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брандин В. Н., Разоренов Г. Н. Определение траекторий космических аппаратов. – М.: Машиностроение. 1978. – 216 с.
2. Бузук В. В., Канушин В. Ф. Постановка проблемы динамической геодезии как развитие пространственно-временной геодезической краевой задачи Молоденского // Вестник СГГА. – 1999. – Вып. 4. – С. 39–41.
3. Годунов С. К. Гарантированная точность решения систем линейных уравнений в евклидовых пространствах, 2-е изд., пер. и доп. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992. – 360 с.
4. Кужелев С. В. Алгоритм вычисления частных производных первого и второго порядков от геопотенциала по координатам ИСЗ // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1982. – № 5. – С. 79–86.

5. Кужелев С. В. Численные алгоритмы расчета фазовых координат и их производных по параметрам уравнений движения геодезических ИСЗ. – Новосибирск, 1988. – 26 с. Рук. деп. в ОНИПР ЦНИИГАиК 3.06.88 № 318-гд-88.
6. Опыт использования GPS-технологии при создании государственной геодезической сети / С. В. Кужелев, Ю. Н. Нагорный, В. И. Паншин, И. М. Долганов // Вестник СГГА. – 1997. – Вып. 2. – С. 40–44.
7. Середович В. А., Сурнин Ю. В. Создание региональной активной опорной сети геодезических пунктов в Сибири с помощью спутниковых систем связи и навигации // Вестник СГГА. – 1999. – Вып. 4. – С. 3–7.
8. Построение специальной геодезической сети на Верхне-Салымском объекте с использованием GPS-измерений / В. А. Середович, Ю. В. Сурнин, К. М. Антонович, В. А. Скрипников, А. Н. Клепиков, Е. Г. Гиенко // Вестник СГГА. – 2000. – Вып. 5. – С. 9–15.
9. Задача определения орбит геодезических ИСЗ и методы расчета изохронных производных / Ю. В. Сурнин и др. – Новосибирск, 1985. – 44 с. – Рук. деп. в ОНИПР ЦНИИГАиК 24.03.86 № 203-гд-86.
10. Математическая модель движения геодезических искусственных спутников Земли / Ю. В. Сурнин и др. – Новосибирск, 1986. – 44 с. – Рук. деп. в ОНИПР ЦНИИГАиК 18.01.88 № 297-гд-88.
11. Сурнин Ю. В. Программное обеспечение регулярного решения задачи определения геодезических и геодинамических параметров Земли по спутниковым и наземным данным // Алгоритмическое и программное обеспечение теорий движения ИСЗ. – Л., 1990. – С. 62–63.
12. Сурнин Ю. В., Елагин А. В. Моделирование задачи оценивания положения наземных станций и коэффициентов геопотенциала по наблюдениям навигационных ИСЗ // Вопросы математического моделирования в прикладных задачах. – Новосибирск: НИИГАиК, 1990. – С. 82–90.
13. Регулярное решение задачи определения орбитальных, геодезических и геодинамических параметров по лазерным наблюдениям пассивных космических аппаратов / Ю. В. Сурнин и др. // INTERNATIONAL SYMPOSIUM «ETALON» Satellites Laser Data Analysis. 3–9 June 1991. – Moscow. USSR. – P. 33–44.
14. Сурнин Ю. В. Сравнительный анализ непрерывной и дискретной регуляризации решения некорректных задач космической геодезии // Тез. докл. (часть III) «Третий сибирский конгресс по прикладной и индустриальной математике, посвященный памяти С. Л. Соболева (1908–1989). – ИНПРИМ-98». – Новосибирск. Изд. Института математики СО РАН, 1998. – С. 122.
15. Программный комплекс «ОРБИТА СГГА» для определения орбитальных, геодезических и геодинамических параметров по результатам наблюдения ИСЗ / Ю. В. Сурнин, В. А. Ащеулов, Е. В. Михайлович, Н. К. Шендрик // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 13–18.
16. Сурнин Ю. В. Теоретическое обоснование методики определения астрономических координат и азимутов точек на физической поверхности Земли по спутниковым и наземным данным // Вестник СГГА. – 2005. – Вып. 10. – С. 3–8.
17. Гиенко Е. Г., Сурнин Ю. В. Экспериментальная проверка методики определения астрономических координат и азимутов геодезических пунктов по GPS-измерениям и данным геометрического нивелирования // Вестник СГГА. – 2005. – Вып. 10. – С. 13–19.
18. Сурнин Ю. В. Адаптивный алгоритм аппроксимации модели вращения Земли // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 63–69.
19. Сурнин Ю. В. Физическая и алгебраическая декомпозиция плохо обусловленных обратных задач в геодезии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. ма-

териалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 46–51.

20. Теркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика (Геологические приложения физики сплошных сред). В 2-х ч. Ч. 1 // М.: Мир, 1985. – 376 с.

21. Проблемы обеспечения точности координатно-временных определений на основе применения ГНСС-технологий / А. С. Толстикова, В. А. Ащеулова, К. М. Антонович, Ю. В. Сурнин // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 3–11.

Получено 24.02.2015

© Ю. В. Сурнин, 2015

УДК 528: 551.24

## **О НЕОБХОДИМОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГРАВИМЕТРИИ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГЛЕВОДОРОДОВ**

*Анатолий Иванович Каленицкий*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

*Эдуард Лидиянович Ким*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, соискатель, тел. (383)361-03-56, e-mail: 52tkrbv@rambler.ru

Проанализированы возможности гравиметрии в осуществлении контроля определения высот пунктов и степени их устойчивости по вертикали, разбраковки и упорядочении результатов нивелирных и спутниковых измерений на примере выполненных работ на Ново-портовском геодинамическом полигоне.

Приведено обоснование возможности получения грубых значений геодезических высот, дана оценка реальной точности определения высот пунктов на базе спутникового координирования на примере расчета возможных погрешностей определения превышений.

**Ключевые слова:** месторождения нефти и газа, геодинамический полигон, геодезическо-гравиметрический комплекс мониторинга геодинамики.

## **JOINT APPLICATION OF GRAVIMETRY AND GEODETIC METHODS FOR MONITORING OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC GEODYNAMICS IN HYDROCARBON FIELDS**

*Anatoly I. Kalenitsky*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630008, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

*Eduard L. Kim*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630008, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Applicant for Doctor's degree, tel. (383)361-03-56, e-mail: 52tkrbv@rambler.ru

Capabilities of gravimetry are presented as regards control of vertical reference stations heights determination, degree of their stability, sorting and ordering of leveling and satellite measurements results (by the example of works on Novoportovsky geodynamic testing area).

The possibility and inevitability of obtaining rough height values are substantiated. Real accuracy of reference point height determination is estimated. The example of calculating possible error of height difference determination by satellite coordination is given.

**Key words:** oil and gas fields, geodynamic testing area, geodetic and gravimetric technique for geodynamics monitoring.



Произошедшее в середине прошлого века разделение гравиметрии на «геодезическую» и «геофизическую» (гравиразведку) было связано в основном с ведомственными интересами. Это разделение привело к тому, что результаты гравиметрии стали интерпретироваться искаженно, в ряде случаев, – односторонне, с существенной потерей возможностей универсальности метода, измерительное разрешение которого характеризуется в настоящее время величиной порядка  $(1-3) \cdot 10^{-7}$ , что по точности приближается к высокоточному нивелированию [1]. Ведомственный подход не аккумулирует, а разобщает опыт использования гравиметрии как уникального высокоразрешающего метода. Научное сообщество все больше обеспокоено таким положением дел и настаивает на международном обсуждении возможности снятия «проблемы» [2].

Основной причиной разногласий в интерпретации результатов гравиметрии стали особенности истолкования понятия «редукция» [3, 4, 5, 7]. До сих пор значительная часть геодезистов и геофизиков воспринимает суть этого термина как «приведение» результатов к какой-то поверхности, хотя смысловое содержание указанного термина в справочных изданиях однозначно трактуется как упрощение, упорядочение [6, 7].

В геодезии, по аналогии с линейно-угловыми измерениями, задача редуцирования воспринимается и истолковывается некорректно, как пересчет (приведение) к уровню отсчетного эллипсоида, проецирование на него. По этому поводу выдающийся советский геодезист М. С. Молоденский указывал [8], что в гравиметрии процесс редуцирования должен восприниматься однозначно: это – пересчет и исключение из измеренного в точках реальной поверхности измерения теоретического (нормального) поля. При этом обязательным является предположение, что поверхность измерений является изменяющейся линейно между ними. Таким образом, результаты гравиметрии, как и аномальные значения силы тяжести, полученные с учетом исключения нормального гравитационного поля Земли с использованием нормального (теоретического) вертикального градиента, никуда не «редуцируются» по высоте, а относятся к точкам поверхности измерений. «Приведение» их значений к одному уровню (выше поверхности измерений) возможно и теоретически, и практически, в том числе на основе подбора вспомогательной модели в нижнем полупространстве, обеспечивающей ее гравитационный эффект, совпадающий с аномальным в пределах точности измерений.

Практика высокоточных геодезическо-гравиметрических натуральных измерений с целью мониторинга степени устойчивости земной поверхности на ряде геодинамических полигонов (Спорышевском, Западно-Суторминском, Вынгапуровском, Ново-Портовском, Верх-Тарском) убедительно показала надежность этого комплекса, который создает определенную степень избыточности получаемых результатов, позволяющей, с одной стороны, независимо контролировать качество результатов каждого из применяемых методов (спутникового координирования, нивелирования II класса, гравиметрии), а с другой, – выполнять их качественную и количественную как по каждому методу в отдель-

ности, так и (что особенно важно) комплексную интерпретацию [9–11, 13–16]. В частности, что касается нивелирования, то опыт показал, что гравиметрия сразу же позволяет, например, определить, где нивелирные рейки устанавливались на разные марки центров, заложенных рядом. Более того, гравиметрия позволяет однозначно (еще на стадии предварительного контроля) определить, в каких секциях вынужденно пришлось (из-за трудностей прохождения на местности) высоты реперов определять по результатам спутникового координирования, «приведенного» к уровню отсчета нормальных высот. Это обстоятельство обусловило необходимость проведения специальных исследований, направленных на теоретическое обоснование не только возможности, но и неизбежности проявления, как считают некоторые опытные геодезисты, эффекта «натянутой струны», существенно загроубляющего результаты определения геодезических высот, получаемых в процессе высокоточного (независимо от типа применяемой аппаратуры) координирования с использованием спутниковых технологий. В этой связи коснемся истоков неизбежности получения загроубленных значений геодезических высот по результатам спутниковых координатных определений с целью оценки реальной точности определения таких высот пунктов спутниковым методом

В основу развития государственной геодезической сети 1-го и 2-го класса в СССР был заложен один из основных принципов соблюдения геометрической «жесткости» фигур построения входных, выходных и контрольных длин базисов, измеряемых с максимально возможной высокой точностью (для базисов 1-го класса относительная погрешность измерения его длины не грубее  $1 : 1\,000\,000$ ). Место расположения базиса тщательно расчищалось, нивелировалось с целью определения его реального размера на плоскости. Базис являлся одной из диагоналей геодезического плоского четырехугольника, все углы в котором измерялись с максимально возможной точностью. Геодезический четырехугольник «на плоскости», когда его диагонали пересекаются в одной точке, обеспечивает надежную жесткость соотношения его сторон и диагоналей. Это и определяло надежное вычисление значений длин горизонтальных проложений входных и выходных сторон рядов триангуляции 1-го класса и внутренних (контрольных) сторон сплошной сети триангуляции 2-го класса. При этом размер углов между сторонами треугольников жестко регламентировался.

В отличие от вышеуказанных геометрических построений, современное спутниковое координирование (позиционирование) осуществляется с использованием комплекса активных спутников для каждого из определяемых наземных пунктов. При этом величины углов между дальностями на спутники и на определяемые пункты фактически никак не регламентируются. Жесткость пространственных линейных построений не обуславливается никакими условиями. Фактически она отсутствует, так как нет пересечения дальностей ( $D$ ) и горизонтальных проложений их линий ( $l$ ). Все это, в конечном итоге, позволяет сравнительно надежно определить плановое положение пунктов, но не превышений между ними, как это предполагается по умолчанию. Следует, как это не кажет-

ся парадоксальным, отметить, что наиболее «невыгодными» являются пункты в равнинной местности с относительно небольшими превышениями между ними. Определенная часть геодезистов такую ситуацию уже оценила, присвоив ей название эффекта «натянутой струны» – при смещении концов струны друг к другу до определенного предела середина струны выгнется вверх или вниз больше, чем горизонтальное смещение концов ее навстречу друг другу. В связи с этим, уже с некоторых пор геодезисты весьма скептически воспринимают возможность мониторинга вертикальных смещений по результатам спутникового координирования (позиционирования).

Следует заметить, что положение дел осложняется (в плане вышеизложенного) еще и тем, что в отличие от плоского четырехугольника, в пространственных построениях практически обеспечить жесткость линейных построений нельзя так, чтобы дальности или хотя бы горизонтальные проложения пересекались в одной точке.

Проиллюстрируем вышеизложенное на примере, представленном на рис. 1.

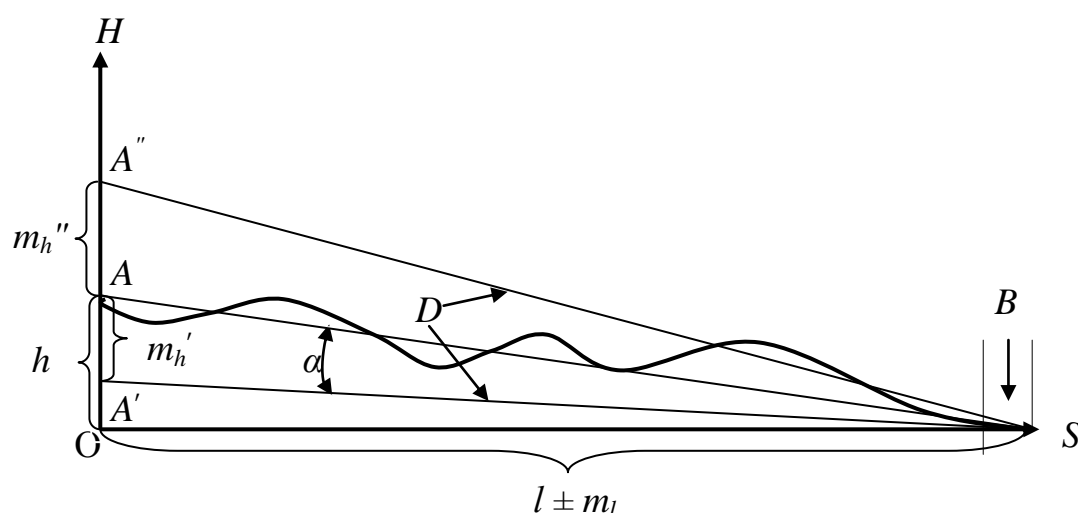


Рис. 1. Иллюстрация изменения высоты пункта  $A$  из-за погрешности планового положения пункта  $B$

На рис. 1 приняты следующие обозначения:

$B$  – местоположение «исходного» пункта;

$A$  – определяемое положение пункта  $A$ ;

$D$  – дальность между пунктами  $A$  и  $B$ ;

Превышение  $h$  и горизонтальное проложение  $l$  – это катеты треугольника  $AOB$ , их погрешности измерений соответственно обозначим через  $m_h$  и  $m_l$ .

Считаем, что величина  $D$  – фиксированная без значимой погрешности, определяемое значение горизонтального проложения  $l$  имеет погрешность  $\pm m_l$  в пределах оцениваемого эллипса ошибок координирования. В этом случае можно записать

$$h^2 = D^2 - l^2 \quad (1)$$

и, считая значение  $D$  безошибочным, в результате дифференцирования и перехода к средним квадратическим погрешностям имеем

$$m_h = \pm(1/h) \cdot m_l = \text{ctg}\alpha \cdot m_l \quad (2)$$

где  $\alpha$  – угол наклона измеренной дальности  $D$  относительно ее горизонтального проложения  $l$ .

Из выражения (2) следует, что в случае уменьшения превышения между исходным и определяемым пунктом значение средней квадратической ошибки определения его величины существенно возрастает.

Если высота пункта  $A$  определяется из  $N$  дальностей с близлежащих исходных пунктов, то выражение (2) будет иметь вид

$$m_h = \pm \frac{\bar{l}}{\sqrt{N \cdot |\bar{h}|}} \cdot \bar{m}_l = \pm \frac{1}{\sqrt{N}} \cdot \text{ctg}|\bar{\alpha}| \cdot \bar{m}_l, \quad (3)$$

где  $\bar{l}$ ,  $\bar{h}$  – среднее значение соответственно горизонтальных проложений и превышений (по абсолютной величине) от ближайших пунктов до определяемого;

$|\bar{\alpha}|$  – среднее по абсолютной величине значение угла наклона дальностей от вышеуказанных пунктов на определяемый пункт  $A$ .

Если, например, предположить, что число  $N = 6$ ,  $\bar{l} = 25$  км,  $\bar{m}_l = \pm 0,005$  м, то получим значения  $m_h$ , представленные в таблице.

Таблица

Изменения значений  $m_h$  в зависимости от величины  $\bar{h}$

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{h}$ , м	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
$m_h$ , м	10,2	3,4	2,0	1,5	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

Приведенные результаты оценки качества определения геодезических высот с использованием спутникового координирования подтверждены апробацией их использования на ряде геодинамических полигонов в районах освоения месторождений УВ. Построение сети пунктов с целью изучения геодинамических процессов на интенсивно осваиваемых территориях, в том числе в районах добычи нефти и газа, должно базироваться как на создании высокоточной нивелирной основы, непосредственно направленной на изучение вертикальных смещений земной поверхности, так и геодезического мониторинга горизон-

тальных смещений земной поверхности с использованием спутниковых технологий. В обоих случаях эффективность указанных технологий существенно повышается, когда в комплексе с ними используется гравиметрия.

Рассмотрим далее роль гравиметрии в разбраковке и упорядочении результатов нивелирных и спутниковых измерений на примере Новопортовского геодинимического полигона. Южная часть Новопортовского месторождения, на которой в 2013 г. был создан геодинимический полигон, расположена за Полярным кругом в юго-восточной части полуострова Ямал. Структура месторождения характеризуется поднятием с весьма крутыми склонами в юго-западном и северо-восточном направлениях. Залегание пластов в целом соответствует конфигурации основания, часто они выклиниваются к верхней части свода. Дневная поверхность – тундра с резко врезанными руслами рек, затрудняющими переход через них.

Результаты натурных измерений для обработки поступали нерегулярно, порциями. Связь осуществлялась также нерегулярно. Измерения (нивелирование, спутниковое координирование и гравиметрия) выполнялись частями по ходам, которые, как правило, имели замкнутый вид или соединялись перемычками между параллельными маршрутами.

По результатам вышеуказанных измерений была построена схема проложения ходов. По данным гравиметрии были получены и построены планы аномалий силы тяжести в редукции Буге. Выяснилось, что на них значения локальных аномалий силы тяжести в указанной редукции имеют ряд коротких по протяженности узконаправленных локальных значений, кусочно совпадающих с фрагментами съемочных линий (ходов). Возникло подозрение о браке в нивелировании. Пришлось выполнить выбраковку точек указанных локальных аномалий посредством осреднения его поля с возможно минимальным радиусом. По «отскачившим» значениям  $\delta g_H$  аномалий были подсчитаны ошибки  $\delta H$  в высотах точек:

$$\delta H = \frac{\delta g_H}{0,3086} \quad (4)$$

Эти данные были переданы исполнителям с тем, чтобы в секциях между узловыми пунктами «выбросы» высот ( $\delta H$ ) были измерены повторно. В результате выяснилось, что на сомнительных пунктах, из-за отсутствия возможности их включения в нивелирный ход, высоты определялись точно на основе данных спутниковых измерений.

Исходя из вышеуказанного, для всех пунктов, где выполнялось геометрическое нивелирование и спутниковое координирование, были определены разницы нормальных и геодезических высот и по ним построена схема поля аномалий высот [17], представленная на рис. 2. Горизонтالي этого поля представляют плавную поверхность – без единого локального «выброса», что свидетельствует о высоком качестве измерений.

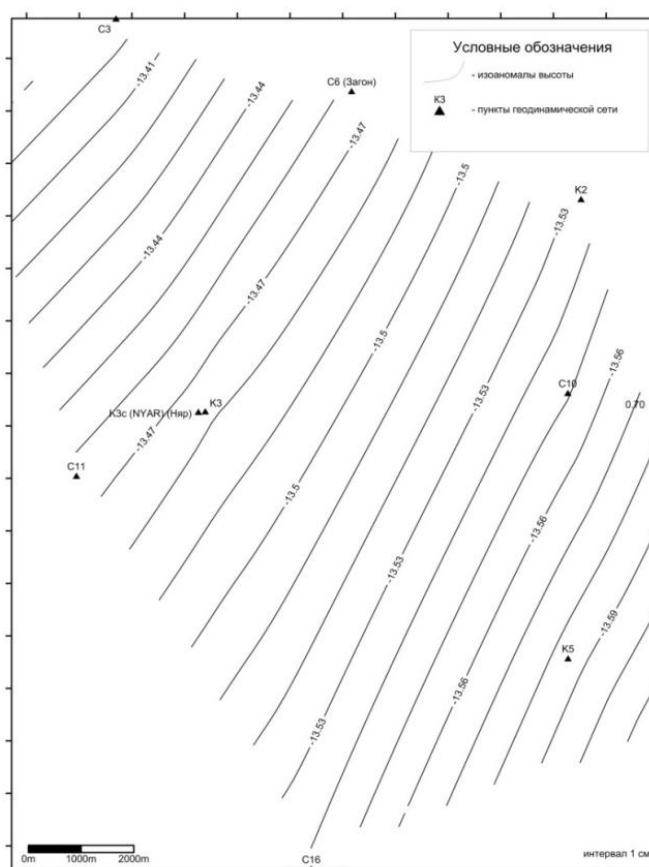


Рис. 2. Схема поля аномалий высот на территорию геодинамического полигона Новопортовского месторождения

Использование полученных значений аномалий высот позволило исправить значения силы тяжести и построить карты региональных и локальных аномалий силы тяжести в редукции Буге с различным радиусом осреднения с целью выполнения качественной и количественной интерпретации для выявления участков, наиболее перспективных на обнаружение новых залежей углеводородов, уточнение конфигурации структурного плана, а также участков повышенного геодинамического риска.

Следует отметить, что наличие цифрового плана аномалий высот позволяет определять значения уклонения отвесной линии по широте и долготе без традиционной сложной процедуры расчета значений возмущающего потенциала и его трансформант.

В заключение можно сделать следующие выводы:

- современные гравиметры обеспечивают возможность существенного снижения стоимости высокоточных гравиметрических измерений (сопоставимой с стоимостью нивелирования) за счет исключения последовательного развития опорной каркасной, опорной заполняющей и рядовой гравиметрических сетей. Это достигается надежной компенсацией температурного воздействия на измерительную систему из-за незначительного смещения нуля-пункта в них



в течение рабочего рейса, которое учитывается линейно на основе выполнения рейсов по петлевой замкнутой системе с узловыми пунктами, являющимися последовательно выходными в предыдущей петле и входными – в последующих [12]. Перестройка диапазона измерений в них не требуется. Высокая точность гравиметра обеспечивается практически в пределах  $\pm 0,01-0,03$  мГал. Взятие отсчетов, их запоминание и хранение в электронном виде осуществляется автоматически с возможностью записи на внешний электронный носитель;

- появляется возможность проведения контроля качества данных нивелирования гравиметрией и наоборот;

- применение гравиметрии в комплексе с высокоточным нивелированием дает избыточные данные натуральных наблюдений, обеспечивающие высокое качество получаемых сведений о геодинамическом состоянии изучаемой территории в результате их комплексной обработки и интерпретации.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колмогоров В. Г. К вопросу о возможности изучения деформационного состояния земной поверхности по результатам повторного высокоточного нивелирования // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 9–14.
2. Hackney R. I., Featherstone W. E. Геодезический взгляд на «гравитационную аномалию» по сравнению с геофизическим // *Geophys. J. Int.* – 2003. – 154. – P. 35–43.
3. Дементьев Ю. В., Каленицкий А. И. Топографическое обеспечение определения полной топографической редукции силы тяжести // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 3–8.
4. Дементьев Ю. В., Каленицкий А. И. Вычисление вертикальной составляющей притяжения масс однородного цилиндра и конуса // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 3–10.
5. Выбор и обоснование оптимальных условий линейной интерпретации топографической редукции за влияние масс промежуточного слоя внешней области / Ю. В. Дементьев, А. И. Каленицкий, А. В. Черемушкин // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 18–26.
6. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, М. Ю. Шведова. – М.: РАН РФ, 2003. – 940 с.
7. БЭС. – М., С.-Пб. – 1434 с.
8. Молоденский М. С. Основные вопросы геодезической гравиметрии // Труды ЦНИИГАиК (вып. 42). — М.: Изд-во геодезической и картографической литературы ГУГК при СНК СССР, 1945. – 110 с.
9. Результаты применения гравиметрии и высокоточного нивелирования при локализации участков повышенного геодинамического риска на месторождениях углеводородов / А. И. Каленицкий, Э. Л. Ким, М. Д. Козориз, В. А. Середович // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 14–20.
10. Каленицкий А. И., Ким Э. Л. Результаты первого цикла натуральных геодезическо-гравиметрических измерений на Вынгапуровском геодинамическом полигоне // Геодезия и картография. – 2011. – № 8. – С. 30–35.
11. Результаты комплексных геодезическо-гравиметрических наблюдений на геодинамическом полигоне Спорышевского месторождения УВ / А. И. Каленицкий, Э. Л. Ким, В. А. Середович, М. Д. Козориз // ГЕО-Сибирь-2011. Пленарное заседание : сб. матер. VII Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2011», 19–29 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2011. – С. 62–71.
12. Каленицкий А. И., Розенфарб И. А. О структуре и оценке точности опорных гравиметрических сетей крупномасштабных съемок // Вопросы рудной геофизики Сибири. – Тр. СНИИГГИМСа. – 1969. – Вып. 92. – С. 88–94.



13. Каленицкий А. И., Ким Э. Л. О комплексной интерпретации данных геодезическо-гравиметрического мониторинга техногенной геодинамики на месторождениях нефти и газа // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 3–13.

14. Каленицкий А. И., Ким Э. Л., Середович В. А. Комплексное геодезическо-гравиметрическое изучение техногенной геодинамики на месторождениях полезных ископаемых // Современная геодинамика недр и эколого-промышленная безопасность объектов нефтегазового комплекса: материалы Всероссийской конференции. – М.: ООО «ТиРу», 2013. – С. 75–82.

15. Каленицкий А. И., Ким Э. Л., Середович В. А. К вопросу создания геодинамических полигонов на месторождениях нефти и газа // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 59–69.

16. Каленицкий А. И., Ким Э. Л., Середович В. А. Современное представление о проведении геодинамических исследований на месторождениях нефти и газа // Изв вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/с. – С. 19–27.

17. Каленицкий А. И., Ким Э. Л. Методика и результаты определения разницы геодезических и нормальных высот на территории Спорышевского и Западно-Суторминского геодинамических полигонов // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 1, ч. 2. – С. 27–30.

Получено 18.02.2015

© А. И. Каленицкий, Э. Л. Ким, 2015

УДК 528.48

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

*Александр Михайлович Дегтярёв*

Полоцкий государственный университет, 211440, Беларусь, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29, доцент кафедры геодезии и кадастров, e-mail: almide@tut.by

*Вадим Викторович Ялтыхов*

Полоцкий государственный университет, 211440, Беларусь, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29, доцент кафедры прикладной геодезии и фотограмметрии, e-mail: vad311@rambler.ru

В статье рассмотрена задача восстановления геометрии прямоугольного объекта с оптимальной коррекцией по результатам координирования его четырех углов. Предложены два метода решения этой задачи:

- метод, основанный на решении системы уравнений связи координат четырех корректируемых точек с выбранными параметрами на основе метода наименьших квадратов;
- метод, основанный на решении систем уравнений путем прямой минимизации целевой функции методом обобщенного приведенного градиента с помощью процедуры «Поиск решения» в Excel.

**Ключевые слова:** метод наименьших квадратов, оптимизация, восстановление геометрии сооружения, поиск решения в Excel.

## OPTIMIZATION METHODS FOR ENGINEERING GEODESY PROBLEMS SOLUTION

*Alexander M. Degtyarev*

Polotsk State University, 211440, Belarus, Novopolotsk, 29 Blokhina St., Assoc. Prof., Department of Geodesy and Cadastres, e-mail: almide@tut.by

*Vadim V. Yaltykhov*

Polotsk State University, 211440, Belarus, Novopolotsk, 29 Blokhina St., Assoc. Prof., Department of Applied Geodesy and Photogrammetry, e-mail: vad311@rambler.ru

The problem of rectangular object geometry restoration (with optimal correction) by the results of its four angles coordination is considered. Two techniques for this problem solution are offered:

- the technique based on the solution of combined equations for referring the coordinates of four points to be corrected to the chosen parameters based on the least squares method;
- the technique based on the combined equations solution with direct minimization of the objective function by generalized reduced gradient using the procedure of «search for solution» in Excel.

**Key words:** least squares method, optimization, restoration of structure geometry, search for solutions in Excel.

Роль и значение инженерной (прикладной) геодезии в развитии цивилизации известны и с течением времени все более возрастают [1–6]. В этой связи

особо актуальным стал вопрос оптимизации, в том числе автоматизации решения инженерно-геодезических задач [7, 8]. С целью дальнейшего развития данного направления рассмотрим математические основы этого вопроса.

Методы оптимизации процессов получили распространение в науке в конце XVIII – начале XIX в. благодаря работам Эйлера, Лагранжа и Коши. В геодезии с начала XIX в. оптимизация, в виде минимизации, получила широчайшее распространение в форме метода наименьших квадратов (МНК), после блестящих работ Гаусса, Лежандра, Лапласа и многих других. Основное использование метода того времени – это уравнительные вычисления. И только во второй половине XX в. ряд работ (см., например [9, 10, 11] и др.) показали возможность использования этого замечательного математического аппарата при обработке результатов других геодезических работ. К ним, в первую очередь, относят проектирование оптимальной оформляющей линии, или плоскости, оптимизацию при выверке положения прямолинейных и криволинейных плоских и пространственных конструкций и ряд других. Одна из таких задач, которая была сложно разрешима в недавнем прошлом и решается на современном этапе развития измерительной и вычислительной техники, – это задача восстановления геометрии объектов прямоугольной формы с оптимальным передвижением исходных точек.

Пусть требуется восстановить геометрию прямоугольного объекта с минимальной коррекцией, по результатам координирования четырех углов объекта:  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ ,  $(x_3, y_3)$ ,  $(x_4, y_4)$  – «измеренные» величины (рис. 1).

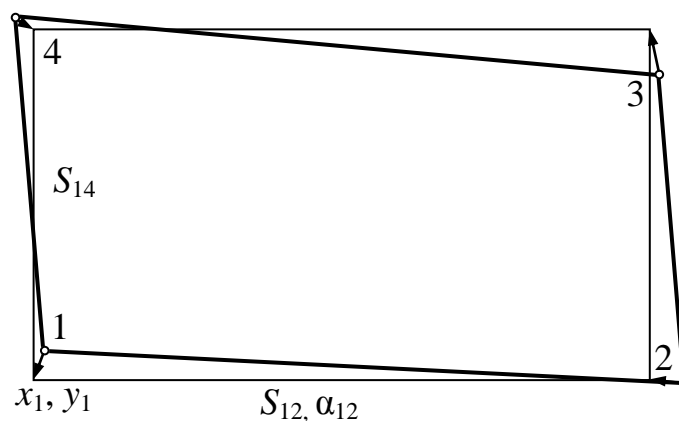


Рис. 1. Схема объекта и выбранные параметры

Очевидно, что перемещение в проектное состояние – прямоугольник – реальных точек 1, 2, 3 и 4 связано со сдвигом координированных точек объекта на некоторое расстояние и в некотором направлении.

Так как при решении поставленной задачи основное условие – минимальный сдвиг реальных точек для приведения объекта в проектное положение, целесообразно использовать математический аппарат оптимизации, или одну из

его самых популярных и разработанных реализаций в виде метода наименьших квадратов. В качестве реализации выберем метод наименьших квадратов в параметрической форме [12]. Для этого назначим необходимое количество параметров, которое должно равняться числу корректируемых точек. В качестве параметров предлагается выбрать координаты  $x$  и  $y$  первой точки ( $x_1, y_1$ ), дирекционное направление  $\alpha_{12}$  линии 1-2, длины  $S_{12}$  и  $S_{14}$  сторон 1-2 и 1-4, т. е. четыре элемента, через которые несложно выразить координаты корректируемых четырех точек углов объекта. При этом следует учитывать, что у проектного объекта (прямоугольника) углы прямые и стороны попарно равны. Тогда уравнения связи координат четырех корректируемых точек ( $X_i, Y_i$ ) с выбранными параметрами будут иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} & \text{1-я точка } X_1 = x_1; \\ & \quad Y_1 = y_1; \\ & \text{2-я точка } X_2 = x_1 + S_{12} \cdot \cos(\alpha_{12}); \\ & \quad Y_2 = y_1 + S_{12} \cdot \sin(\alpha_{12}); \\ & \text{3-я точка } X_3 = x_1 + S_{12} \cdot \cos(\alpha_{12}) + S_{14} \cdot \cos(\alpha_{12} - 90); \\ & \quad Y_3 = y_1 + S_{12} \cdot \sin(\alpha_{12}) + S_{14} \cdot \sin(\alpha_{12} - 90); \\ & \text{4-я точка } X_4 = x_1 + S_{14} \cdot \cos(\alpha_{12} - 90); \\ & \quad Y_4 = y_1 + S_{14} \cdot \sin(\alpha_{12} - 90). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Следуя схеме метода наименьших квадратов, линеаризуем систему уравнений связи (1) и перейдем к системе уравнений поправок

$$v = A \cdot \delta p + l, \quad (2)$$

где матрица плана  $A$  имеет вид

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & \cos(\alpha_{12}) & 0 & -S_{12} \cdot \sin(\alpha_{12}) \\ 0 & 1 & \sin(\alpha_{12}) & 0 & S_{12} \cdot \cos(\alpha_{12}) \\ 1 & 0 & \cos(\alpha_{12}) & \cos(\alpha_{12} - 90) & -S_{12} \cdot \sin(\alpha_{12}) - S_{14} \cdot \sin(\alpha_{12} - 90) \\ 0 & 1 & \sin(\alpha_{12}) & \sin(\alpha_{12} - 90) & S_{12} \cdot \cos(\alpha_{12}) + S_{14} \cdot \cos(\alpha_{12} - 90) \\ 1 & 0 & 0 & \cos(\alpha_{12} - 90) & -S_{14} \cdot \sin(\alpha_{12} - 90) \\ 0 & 1 & 0 & \sin(\alpha_{12} - 90) & S_{14} \cdot \cos(\alpha_{12} - 90) \end{bmatrix}, \quad (3)$$

вектор поправок  $\delta p$  к вектору параметров  $p$  и вектор свободных членов  $l$  системы параметрических уравнений поправок, вектор поправок в «измеренные» координаты  $v$

$$\delta p = \begin{bmatrix} \delta x_1 \\ \delta y_1 \\ \delta S_{12} \\ \delta S_{14} \\ \delta \alpha_{12} \end{bmatrix}; \quad l = \begin{bmatrix} X_1 - x_1 \\ Y_1 - y_1 \\ X_2 - x_2 \\ Y_2 - y_2 \\ X_3 - x_3 \\ Y_3 - y_3 \\ X_4 - x_4 \\ Y_4 - y_4 \end{bmatrix}; \quad v = \begin{bmatrix} v_{x_1} \\ v_{y_1} \\ v_{x_2} \\ v_{y_2} \\ v_{x_3} \\ v_{y_3} \\ v_{x_4} \\ v_{y_4} \end{bmatrix}.$$

Вектор свободных членов  $l$  системы параметрических уравнений поправок является разностью вычисленных координат по приближенным значениям параметров  $p$  и уравнениям связи (1) и «измеренных» координат.

Далее, на основе обычной вычислительной схемы МНК, переходим от системы уравнений поправок (2) к совместной системе нормальных уравнений

$$A^T W A \cdot \delta p + A^T W l = N \cdot \delta p + b = 0. \quad (4)$$

Система (4) решается итеративно, при задании вектора приближенных значений параметров  $p^0 = (x_1^0 \quad y_1^0 \quad S_{12}^0 \quad S_{14}^0 \quad \alpha_{12}^0)^T$  и критерия остановки итераций  $\Delta$ . Вычислив уравненные параметры по (2), получаем поправки к «измерениям» – координатам и искомое положение проектной фигуры объекта, полученное из текущего исходного при условии минимальных подвижек.

Мы использовали полную линейную модель перемещения объекта с элементами перемещения вида: фиксация, разворот, сдвиг, масштаб. Если фиксировать (т. е. принять за неизменные) некоторые из определяемых выше элементов перехода, то можно получить ряд достаточно часто встречающихся в практике частных случаев:

1. Фиксируется положение одной точки, например  $(x_1, y_1)$ . Тогда процесс перехода объекта в проектное положение сводится к развороту относительно фиксируемой точки и масштабированию длинами.

2. Фиксируется одна или две длины. Тогда процесс преобразования объекта может быть сведен к сдвигу по осям  $x$  и  $y$  и развороту фиксированной части объекта.

3. Фиксируется ориентировка объекта. В этом случае переход будет осуществлен путем сдвига по осям  $x$  и  $y$  и развороту и масштабированию длинами и другими комбинациями.

Рассмотрим численный пример использования полученных формул. Имеем реальные координаты  $(X, Y)_i$  четырех углов объекта (табл. 1), который ранее представлял из себя прямоугольник.

Таблица 1

## Координаты углов объекта

№	X	Y
1	41,297	50,532
2	63,069	92,844
3	87,350	81,970
4	60,422	36,268

Выбираем параметры и задаем их приближенные значения

$$p^0 = (x_1^0 \quad y_1^0 \quad S_{12}^0 \quad S_{14}^0 \quad \alpha_{12}^0)^T = (39 \ 49 \ 50 \ 25 \ 1)^T.$$

Используя уравнения связи (1), составляем по (2) матрицу плана  $A$  и вектор свободных членов  $l$

1	0	0	0	0	-2,297
0	1	0	0	0	-1,532
1	0	0,48755	0	-43,911 56	2,946 11
0	1	0,873095	0	24,520 91	-1,770 45
1	0	0,487555	0,873 09	-31,685 36	-0,298 11
0	1	0,87309	-0,48 755	46,415 34	-4,404 01
1	0	0	0,87 309	12,226 20	-0,385 22
0	1	0	-0,48 755	21,894 43	-0,775 56
$A$				$l$	

Весовую матрицу  $W$  примем равной единичной. Вычислив для (4) матрицу нормальных уравнений  $N$ , свободный член  $b$  и решив систему, получим поправки к параметрам, уравненные параметры, поправки к «измерениям» и уравненные «измерения». Для получения окончательного решения потребовалось две итерации. Конечные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Результаты решения задачи по методу наименьших квадратов

Уравненные параметры		Уравненные координаты		
		№	X	Y
$X_1$	39,827	1	39,827	49,561
$Y_1$	49,561	2	64,348	93,472
$S_2$	50,294	3	86,242	81,246
$S_1$	25,077	4	61,721	37,335
$\alpha$	1,0615			

Квадратичная форма  $v^T p v = 9,711\ 587\ 9$ .

Данную задачу можно решить прямой минимизацией целевой функции  $\Phi$ , например на основе достаточно часто используемого в практике и в множестве программных пакетов метода обобщенного приведенного градиента (ОПГ). Этот метод является развитием метода приведенного градиента (ПГ) (см. например [13]) который предложил Вульф (1963 г.) для задач линейного программирования с линейными ограничениями. Основная идея метода ОПГ состоит в том, чтобы сократить размерность задачи путем исключения зависимых (базисных) переменных и применить метод ПГ для определения направления спуска и в качестве критерия при установлении оптимальности.

Для решения рассмотренной задачи методами нелинейного программирования воспользуемся процедурой «Поиск решения» в Excel (рис. 2). Здесь исходные координаты помещены в ячейках B11:C14, приближенные значения неизвестных в ячейках D2:D7. В столбце I вычисляется значение  $\delta$  по формуле

$$\delta = \sqrt{(x_{\text{выч}} - x_{\text{изм}})^2 + (y_{\text{выч}} - y_{\text{изм}})^2}. \quad (5)$$

В ячейке F5 вычисляется  $\sum \delta^2$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			<b>Параметры</b>						
3			X1=	39,000					
4			Y1=	49,000					
5			$\alpha$ =	1,000		39,6713721	Целевая функция		
6			S1=	25,000					
7			S2=	50,000					
8									
9	Координаты			Вычисленные координаты			Отклонения		
10	№	X	Y	№	X	Y	Dx	Dy	$\delta$
11	1	41,297	50,532	1	39,000	49,000	-2,297	-1,532	2,761
12	2	63,069	92,844	2	66,015	91,074	2,946	-1,770	3,437
13	3	87,350	81,970	3	87,052	77,566	-0,298	-4,404	4,414
14	4	60,422	36,268	4	60,037	35,492	-0,385	-0,776	0,866

Рис. 2. Запись данных модели для процедуры «Поиск решения»

При запуске функции «Поиск решения» появляется диалоговое окно (рис. 3), в котором необходимо указать ячейку с целевой функцией, ячейки с неизвестными параметрами, указать опции поиска целевой функции (минимум, максимум и др.) и метод решения.



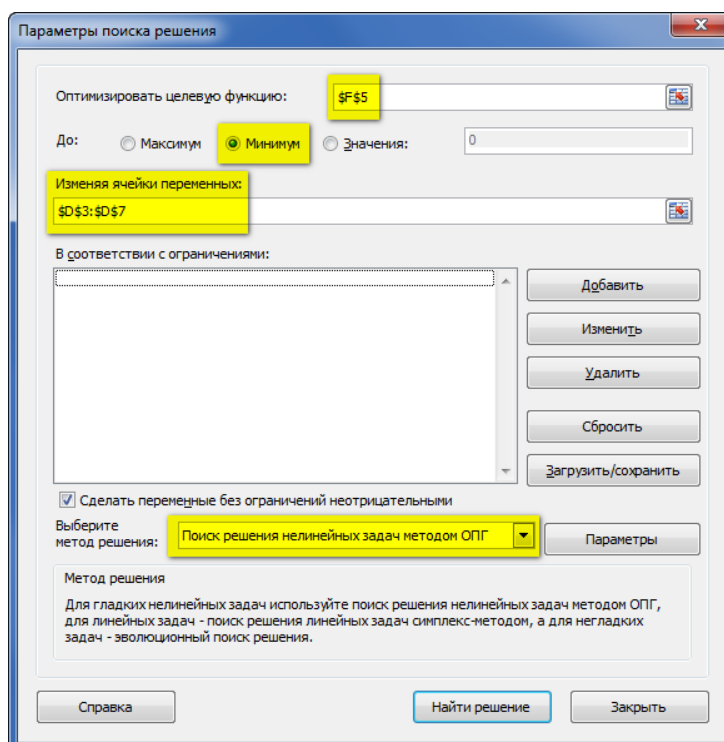


Рис. 3. Параметры процедуры «Поиск решения» для минимизации целевой функции

В закладке «Параметры» можно изменить установленные по умолчанию параметры поиска решения (рис. 4).

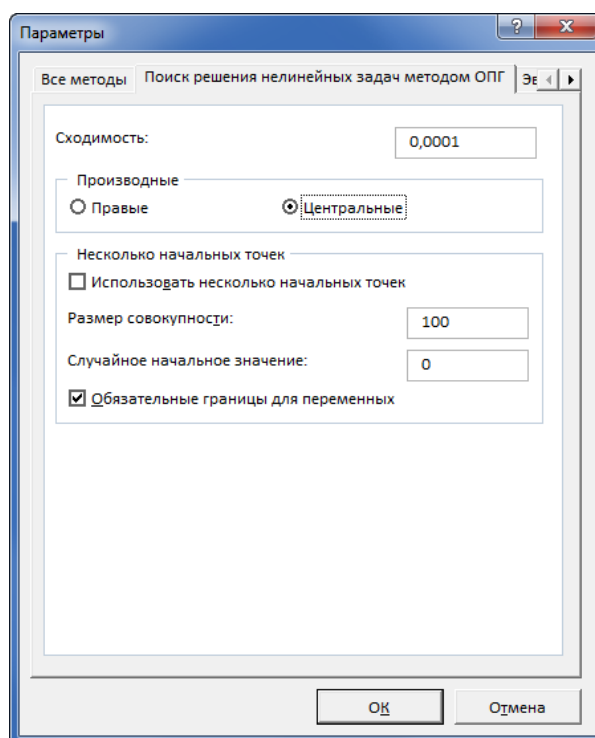


Рис. 4. Параметры процедуры «Поиск решения методом ОПГ»

В результате выполнения функции «Поиск решения» получаем следующие результаты (рис. 5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			<b>Параметры</b>						
3			X1=	39,827					
4			Y1=	49,561					
5			$\alpha$ =	1,062		9,7115879	Целевая функция		
6			S1=	25,077					
7			S2=	50,294					
8									
9	Координаты			Вычисленные координаты			Отклонения		
10	№	X	Y	№	X	Y	Dx	Dy	$\delta$
11	1	41,297	50,532	1	39,827	49,561	-1,470	-0,971	1,762
12	2	63,069	92,844	2	64,348	93,472	1,279	0,628	1,425
13	3	87,350	81,970	3	86,242	81,246	-1,108	-0,724	1,323
14	4	60,422	36,268	4	61,721	37,335	1,299	1,067	1,681

Рис. 5. Результаты минимизации целевой функции для четырех точек

Область сходимости целевой функции в данном примере достаточно большая. Решение, приведенное на рис. 5, было получено даже с начальными значениями параметров, равными нулю.

Восстановить геометрию прямоугольного объекта с применением функции «Поиск решения» в Excel также возможно при наличии координат только трех точек. Для решения этой задачи в столбце I удаляем значение  $\delta$  для исключенной точки (рис. 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			<b>Параметры</b>						
3			X1=	41,571					
4			Y1=	50,395					
5			$\alpha$ =	1,108		0,7908373	Целевая функция		
6			S1=	26,889					
7			S2=	48,130					
8									
9	Координаты			Вычисленные координаты			Отклонения		
10	№	X	Y	№	X	Y	Dx	Dy	$\delta$
11	1	41,297	50,532	1	41,571	50,395	0,274	-0,137	0,307
12	2	63,069	92,844	2	63,039	93,472	-0,030	0,628	0,629
13	3	87,350	81,970	3	87,105	81,479	-0,245	-0,491	0,549
14	4	60,422	36,268	4	65,637	38,402	5,215	2,134	

Рис. 6. Результаты минимизации целевой функции для трех точек

Графическое отображение полученных решений приведено на рис. 7, где черным цветом показан прямоугольник, полученный по 4 точкам, синим и красным – по 3 точкам, исключая поочередно точки 3 и 4.

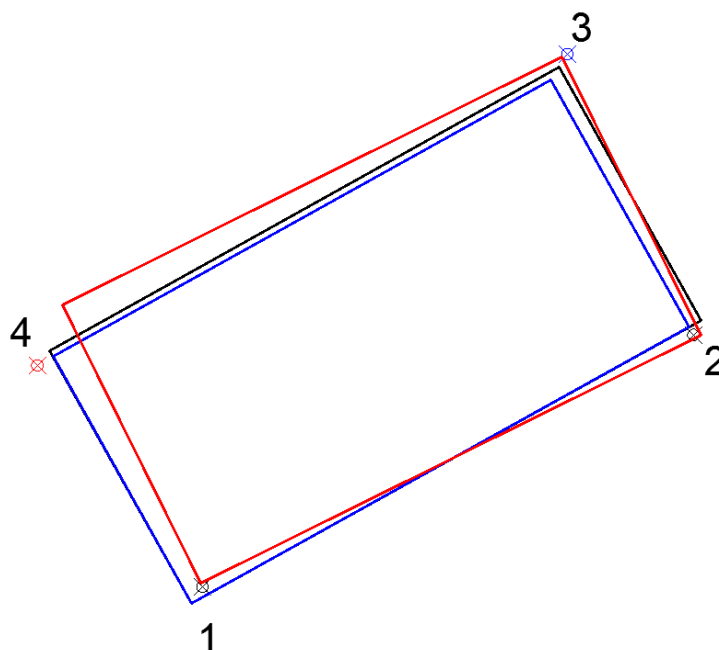


Рис. 7. Графическое представление полученных решений

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплексное обследование гидротехнических сооружений на Чардаринском водохранилище / С. Г. Ожигин, Ж. С. Нугужинов, Е. Н. Хмырова, Н. А. Имракова, М. Б. Ингемберлина // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 13–18.
2. Статистическое исследование перемещений подпорных стенок по результатам геодезических измерений / Р. В. Шульц, А. А. Анненков, А. М. Хайлак, В. С. Стрилец // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 35–53.
3. Абжапарова Д. А. Математическая обработка инженерно-геодезических сетей в стереографической проекции Гаусса // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 27–32.
4. Сальников В. Г. Современная методика выноса главных осей турбоагрегатов // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 27–33.
5. Зверев Л. А., Мошенжал А. В. О роли метода георадиолокации при полевом обследовании стройплощадок в инженерных изысканиях // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 54–59.
6. Никонов А. В. Особенности применения современных геодезических приборов при наблюдении за осадками и деформациями зданий и сооружений объектов энергетики // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 12–18.
7. Ловягин В. Ф. Идентификация системы проектирования оптимальных трасс // Вестник СГГА. – 2004. – Вып. 9. – С. 36–42.
8. Хорошилов В. С. Оптимизация выбора методов и средств геодезического монтажа технологического оборудования // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 117–124.
9. Димов Л. Применение способа наименьших квадратов к определению наиболее подходящих оформляющих прямых и плоскостей. – М.–Л.: Стройиздат, 1956. – 140 с.

10. Видуев Н. Г., Гржбовский В. П. Геодезическое проектирование вертикальной планировки. – М.: Недра, 1964. – 210 с.
11. Баран П. И. Геодезические работы при монтаже и эксплуатации оборудования. – М.: Недра, 1990. – 233 с.
12. Маркузе Ю. И., Бойко Е. Б., Голубев В. В. Геодезия. Вычисление и уравнивание геодезических сетей. Справ. пособие. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1994. – 431 с.
13. <http://iasa.org.ua/lections/iso/6/6.7.htm>

Получено 10.02.2015

© А. М. Дегтярёв, В. В. Ялтыхов, 2015

УДК 519.87:004

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ**

*Татьяна Юрьевна Бугакова*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53

Одним из важных направлений современной науки является исследование состояний природных и техногенных объектов (сейсмически активных участков земной поверхности, инженерных сооружений, прецизионных сооружений, экологически загрязненных пространств и т. д.) с целью обеспечения безопасности граждан, сохранности жилищного фонда и предупреждения чрезвычайных ситуаций. Природные и техногенные катастрофы, происходящие в мире, обуславливают необходимость разработки новых приемов и методов исследования и прогнозирования состояния таких объектов. При решении задачи определения состояний объектов по геодезическим данным основной целью является описание его пространственно-временного состояния, которое в полной мере характеризуется формой, размерами, ориентацией и положением в пространстве и во времени. В статье приведены примеры решения этой задачи методами математического моделирования.

**Ключевые слова:** моделирование, математическая модель, пространственно-временное состояние, инженерные сооружения, природные объекты, геодезический мониторинг, форма, размеры, положение в пространстве.

## **MODELLING OF SPATIO-TEMPORAL VARIATIONS FOR ENGINEERING STRUCTURES AND NATURAL OBJECTS BY GEODETIC DATA**

*Tatyana Yu. Bugakova*

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630008, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Applied Informatics and Information Systems, tel. (383)343-18-53

One of the main objectives of modern science is investigation of natural and anthropogenic objects state (seismic areas of the Earth surfaces, engineering structures, precision facilities, environment pollution areas, etc.) in order to secure the safety of citizens and housing resources, accident prevention, etc. Natural and anthropogenic catastrophes taking place in the world necessitate development of new techniques for research and forecasting of such conditions. The authors put forward the idea of modeling spatio-temporal variations of engineering structures and natural objects for their state determination by geodetic data. The main purpose of these determinations is to describe the object spatio-temporal state which is characterized by its shape, size, orientation, and position in time and space. The examples presented here deal with this problem solution by mathematical simulation.

**Key words:** modeling, mathematical simulation, spatio-temporal state, engineering structures, natural objects, geodetic monitoring, size, shape, spatial position.

Состояние объекта определяется множеством его свойств, каждое из которых выражено в качественных или количественных показателях, отнесенных к некоторому фиксированному моменту времени. Свойства объектов изменяются в результате внутренних процессов или взаимодействия с внешней средой. Каждый объект обладает неисчерпаемым множеством свойств. При описании состояния объекта необходимо сформулировать цель определения состояния и, в зависимости от поставленной цели, из множества свойств (характеристик) объекта выбрать лишь те, которые необходимы для его описания поставленной цели [1].

При решении задачи определения состояний объектов по геодезическим данным основной целью является описание его пространственно-временного состояния (ПВС), которое в полной мере характеризуется формой, размерами, ориентацией и положением в пространстве и во времени, т. е. пространственно-временное состояние объекта определяется функцией

$$ПВС(t) = ПВС(F(t), R(t), P(t), O(t)), \quad (1)$$

где  $F(t)$  – форма объекта;  $R(t)$  – его размеры;  $P(t)$  – положение объекта в пространстве относительно системы координат;  $O(t)$  – ориентация в пространстве, определенные как функции времени.

Современные геодезические технологии (например, наземное лазерное сканирование) совместно со специализированными программными комплексами позволяют определить статическую модель состояния объекта. Результатом лазерного сканирования инженерных сооружений и природных объектов является массив (облако) точек с координатами  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , определенными относительно установленной системы координат. Программы, обеспечивающие обработку данных лазерного сканирования, позволяют представить объект в виде трехмерного скана, определить его размеры и ориентацию относительно установленной системы координат, выполнить мониторинг геометрических параметров объекта.

Для определения изменения состояния объекта в пространстве и во времени необходимо иметь временные ряды данных, которые получают в результате многократных циклов наблюдений за объектом. В настоящее время наиболее популярны автоматизированные системы мониторинга (АСМ), контролирующие объект в любое время суток, невзирая на погодные условия, с заданным временным интервалом. Для этого в теле объекта закрепляются контрольные точки (датчики), передающие сигнальную информацию о состоянии объекта.

Моделирование изменений ПВС объекта представляет достаточно сложную задачу. Получить временные ряды координат  $X(t)$ ,  $Y(t)$ ,  $Z(t)$  методом лазерного сканирования представляется слишком затратным, а данных, полученных методом АСМ, недостаточно для определения изменения ПВС объекта в целом.

Поэтому, для определения динамической модели изменения ПВС и прогнозирования состояния объекта в будущем необходимо применение методов математического моделирования [2–6].

В настоящее время применяют два основных метода математического моделирования: аналитический и имитационный.

Аналитический метод математического моделирования состоит в получении результатов моделирования в виде утверждений, истинность которых устанавливается на основании доказательства. Если аналитическое моделирование не представляется возможным, то применяют имитационное моделирование. Любое воспроизведение в компьютере динамического процесса и анализ множества вариантов его реализации называют имитацией.

Возникновение имитационного моделирования связано с необходимостью проектирования и изучения сложных объектов, недоступных для натурального или лабораторного эксперимента с целью оптимизации выбора их структурных и функциональных характеристик. В геодезии имитационные модели используются для имитации физических или информационных процессов с целью установления зависимости фазовых переменных от времени, например, изменения ПВС объектов [7, 8].

Изменения ПВС объекта проявляются в движениях и деформациях. Анализируя движения и деформации, можно судить об опасности состояния объекта и принимать необходимые меры для снижения риска и ущерба от возникновения опасных состояний. Движения объекта – это изменения его положения в пространстве относительно принятой неизменной системы отсчета, а деформации – движения частей системы относительно друг друга, сопровождающиеся изменениями формы и размеров всего сооружения или отдельных его частей. Форма, размеры, ориентация и положение в пространстве объекта, отнесенные к некоторому моменту времени, определяют ее пространственно-временное состояние, а функции, характеризующие ПВС системы, – характеристики состояния [9, 10].

Основываясь на принципах системного подхода, выполним декомпозицию этого сложного движения на сумму более простых [11–13].

Движение  $\overline{D}$  объекта в трехмерном пространстве традиционно представляют совокупностью векторов поступательного  $\overline{Dp}$ , вращательного  $\overline{Dw}$  и относительного  $\overline{Do}$  движений. Для определения перечисленных видов движения в явном виде выполним процедуру декомпозиции:

$$\overline{D} = \overline{Dp} + \overline{Dw} + \overline{Do}. \quad (2)$$

Характеристики поступательного движения  $\overline{Dp}$  оцениваются по движению гипотетической точки, координаты которой определяются как среднее арифметическое координат точек облака [14]. При вращательном движении  $\overline{Dw}$  объекта ось вращения может изменять или не изменять свое направление.



Построим модель вращения облака точек вокруг неизменной оси. Результаты моделирования вращения облака из  $N = 7$  точек в  $M = 6$  циклах измерений приведены в таблице.

Таблица

Результаты моделирования вращения облака точек

Номер цикла	Координаты	Номер точки облака						
		1	2	3	4	5	6	7
1	X	50.0000	20.0000	-20.0000	40.0000	60.0000	10.0000	20.0000
	Y	40.0000	60.0000	-20.0000	50.0000	30.0000	50.0000	60.0000
	Z	30.0000	10.0000	-10.0000	20.0000	10.0000	70.0000	30.0000
2	X	49.9983	19.9915	-19.9983	39.9949	59.9966	10.0034	19.9949
	Y	40.0054	60.0024	-20.0024	50.0048	30.0092	49.9945	60.0003
	Z	29.9955	10.0027	-9.9986	19.9983	9.9928	70.0034	30.0027
3	X	49.9965	19.9829	-19.9965	39.9898	59.9932	10.0068	19.9898
	Y	40.0109	60.0048	-20.0048	50.0095	30.0184	49.9891	60.0007
	Z	29.9911	10.0054	-9.9973	19.9965	9.9857	70.0068	30.0054
4	X	49.9949	19.9744	-19.9949	39.9846	59.9898	10.0102	19.9847
	Y	40.0164	60.0071	-20.0072	50.0143	30.0276	49.9836	60.0010
	Z	29.9867	10.0082	-9.9959	19.9949	9.9785	70.0010	30.0082
5	X	49.9932	19.9659	-19.9932	39.9795	59.9863	10.0136	19.9795
	Y	40.0218	60.0095	-20.0095	50.0191	30.0368	49.9782	60.0013
	Z	29.9823	10.0109	-9.9945	19.9932	9.9714	70.0136	30.0109
6	X	49.9914	19.9574	-19.9915	39.9744	59.9829	10.0171	19.9744
	Y	40.0273	60.0119	-20.0120	50.0238	30.0460	49.9727	60.0017
	Z	29.9778	10.0136	-9.9932	19.9915	9.9642	70.0170	30.0136

Положение облака точек в пространстве представим плоскостью  $S$ , такой, что сумма квадратов расстояний точек облака от нее минимальна (рис. 1). Ориентация плоскости в пространстве полностью определяется нормалью  $\bar{N}$  к этой плоскости, проходящей через точку, принадлежащей  $S$  [15].

При вращении облака точек вокруг неизменной оси нормаль  $\bar{N}$  остается перпендикулярной оси вращения облака, т. е.

$$ORT_{k,k+1} = \frac{\bar{N}_k \times \bar{N}_{k+1}}{|\bar{N}_k| \cdot |\bar{N}_{k+1}|}, \quad (3)$$

где  $k$  – номер цикла измерения;

$$ORT(\overline{N}) = \begin{pmatrix} 0-1 & 1-2 & 2-3 & 3-4 & 4-5 \\ 0.032 & 0.032 & 0.032 & 0.032 & 0.032 \\ 0.858 & 0.858 & 0.858 & 0.858 & 0.858 \\ 0.513 & 0.513 & 0.513 & 0.513 & 0.513 \end{pmatrix} = \overrightarrow{\text{const}}, \quad (4)$$

где  $\overrightarrow{\text{const}}$  – неизменный орт-вектор оси вращения.

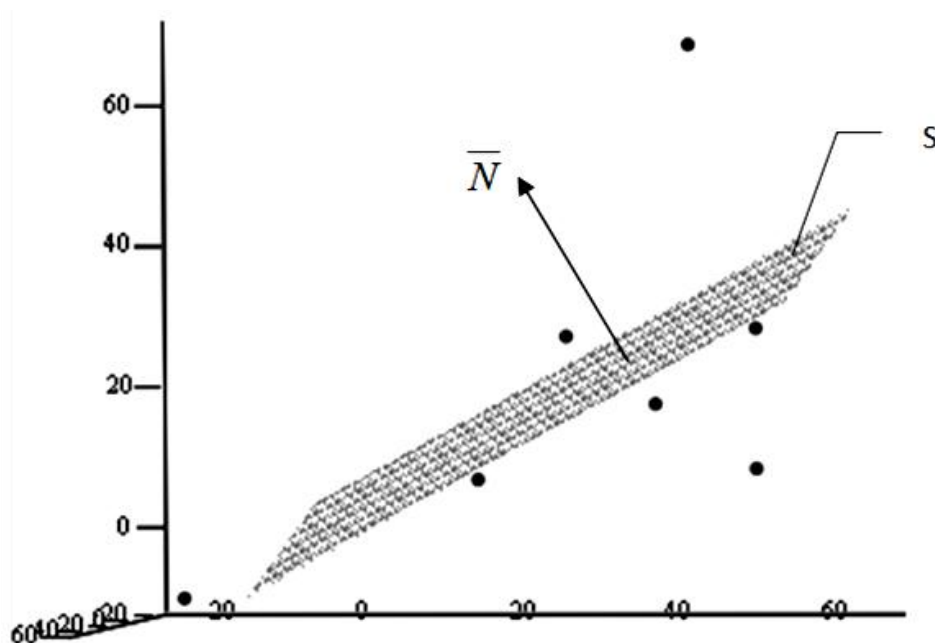


Рис. 1. Геометрическая модель пространственно-временного состояния облака точек

Так как  $ORT_{k,k+1} = \overrightarrow{\text{const}}$ , делаем вывод, что ось вращения неизменна.

Таким образом, для определения положения объекта в пространстве  $P(t)$  относительно системы координат необходимо знать параметр  $\overline{Dp}$ . Ориентацию  $O(t)$  облака точек в пространстве определяет  $\overline{Dw}$ .

Необходимо отметить, что решение задачи нахождения параметра  $\overline{Dw}$ , приведенное в статье, не является единственным. Например, если начало координат совместить с точкой, координаты которой определяются как среднее арифметическое координат точек облака, то ориентацию этого облака точек в пространстве можно определить через углы Эйлера (рис. 2).

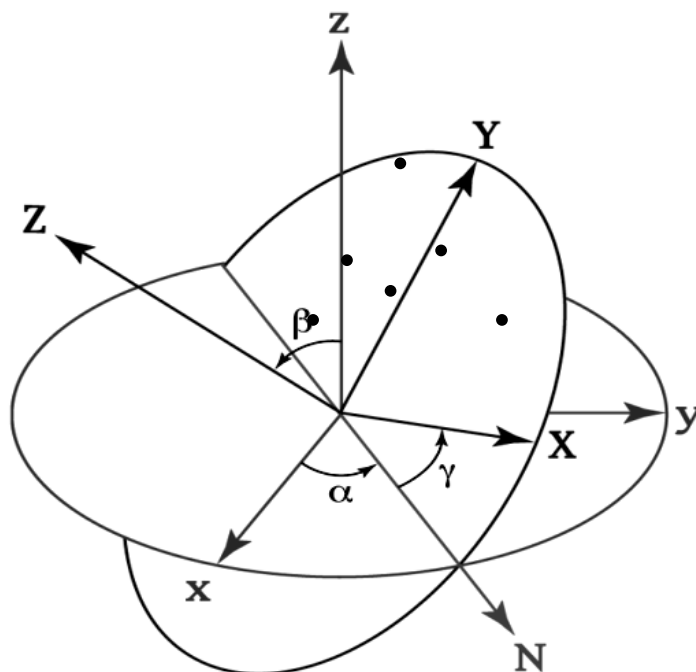


Рис. 2. Ориентация облака точек в пространстве через углы Эйлера

Для определения относительного движения объекта  $Do$  необходимо знать его форму  $F(t)$  и размеры  $R(t)$ . Изменение формы и размеров свидетельствуют об интегральных или дифференциальных деформациях.

Форма и размеры систем определяются границей, отделяющей систему от внешней среды. Форма любой системы определяется набором интегральных и дифференциальных характеристик. Интегральными характеристиками, например, являются геометрические свойства всей системы – возможность ее представления одним геометрическим телом, его размеры, площадь поверхности, объем занимаемого пространства, числовые значения инвариантных характеристик. Дифференциальными характеристиками системы служат направления касательных и нормалей к поверхностям и/или линиям, ограничивающим систему, их кривизна, площади частей поверхности и длины линий, охватывающих эти части, и другие.

Для определения формы объекта по данным о координатах конечного множества (облака) точек необходимо, в соответствии с целью, выбрать геометрический образ, который принимается в качестве модели формы, и определить требования (критерии), которым этот образ должен удовлетворять. После этого нужно оценить значения конечного числа параметров, необходимых для математического описания выбранного геометрического образа формы системы соответственно предъявляемым требованиям.

Например, для определения относительного движения  $\overline{Do}$  облака (рис. 3) представим его сферой  $A$ , радиус  $r$  которой равен

$$r = r_i - r_0, \tag{5}$$

где  $r_i$  – точка с номером  $i$ ;  $r_0 = \frac{1}{N} \sum r_i$ ;  $N$  – количество точек.

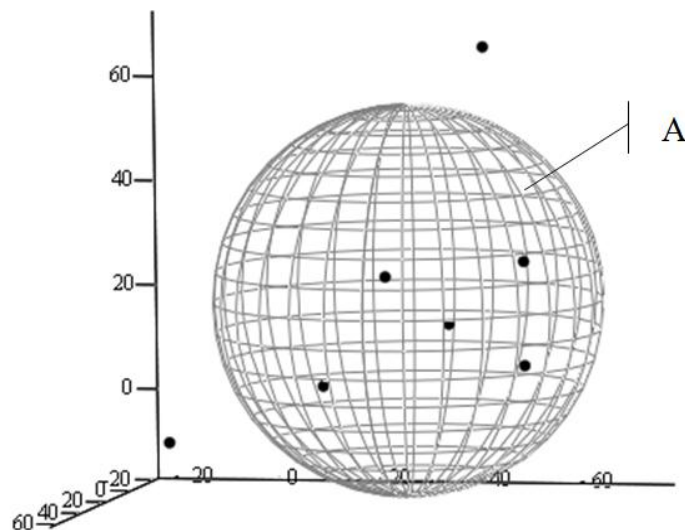


Рис. 3. Сферическая модель объекта

Количество этих сфер равно числу циклов наблюдений. По изменению радиуса сфер А и Б, отнесенных к разным циклам, оценим сжатие или расширение облака, т. е. интегральные деформации облака (рис. 4).

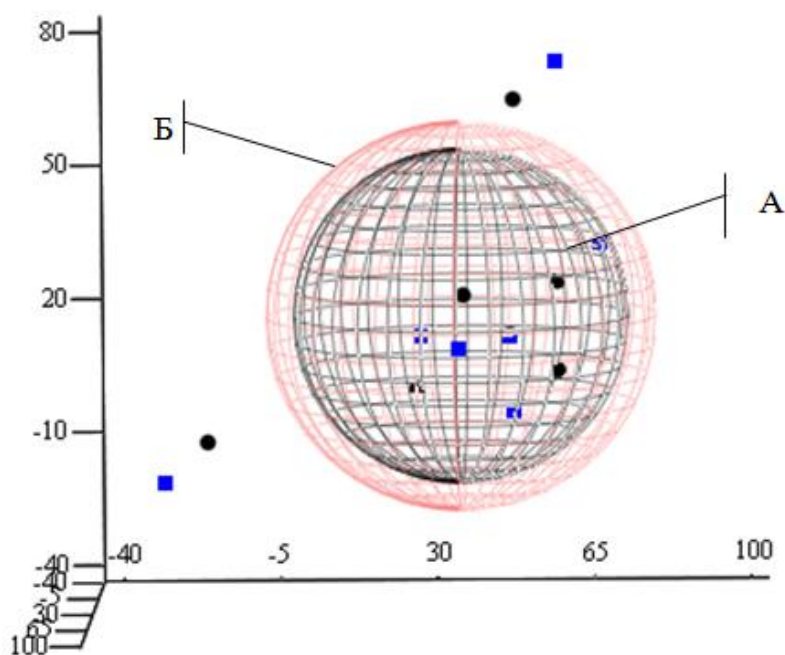


Рис. 4. Изменение модели сферы при равномерном расширении облака:  
 ● – точки сферы А; ■ – точки сферы Б

После исключения интегральных деформаций из результатов измерений получим возможность оценки дифференциальных деформаций.

Таким образом, изложенные обстоятельства и приведенные примеры свидетельствуют о возможности моделирования изменения пространственно-временного состояния инженерных сооружений и природных объектов по данным геодезического мониторинга.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугакова Т. Ю. Оценка устойчивости состояний объектов по геодезическим данным методом фазового пространства: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новосибирск: СГГА, 2005.
2. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 47–58.
3. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем // Материалы V Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства». – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2012. – Т. 2. – С. 100–105.
4. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 26–31.
5. Вовк И. Г. Математическое моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 94–103.
6. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Теория определения техногенного геодинамического риска пространственно-временного состояния технических систем // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 21–24.
7. Вовк И. Г. Моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 69–75.
8. Вовк И. Г. Моделирование формы и оценка размеров систем в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 17–25.
9. Вовк И. Г. Определение геометрических инвариантов пространственной кривой в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 51–62.
10. Вовк И. Г. Определение геометрических инвариантов поверхности в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 59–69.
11. Вовк И. Г. Системно-целевой подход в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 115–124.
12. Бугакова Т. Ю. К вопросу оценки риска геотехнических систем по геодезическим данным // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 151–157.
13. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Определение вращательного движения объекта по результатам многократных геодезических измерений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр., 15–26 апреля 2013 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Раннее предупреждение и управление в кризисных и чрезвычайных ситуациях: предпринимаемые шаги и их реализация с помощью картографии, геоинформации, GPS и дистанционного зондирования» : сб. материалов. – Новосибирск : СГГА, 2013. – С. 88–92.

14. Лойцянский Л. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики: В 2-х томах. Т. 1. Статика и кинематика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 352 с.
15. Лаптев Ш. Ф. Элементы векторного исчисления. – М.: Наука, 1975.

Получено 03.02.2015

© Т. Ю. Бугакова, 2015

УДК 528.021.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЙ ЭЛЕКТРОННЫМИ ТАХЕОМЕТРАМИ В БЕЗОТРАЖАТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ

*Антон Викторович Никонов*

ОАО «Сибтехэнерго», 630032, Россия, г. Новосибирск, ул. Планировочная, 18/1, инженер-геодезист, e-mail: sibte@bk.ru

В статье приведены результаты лабораторных исследований точности измерения расстояний электронным тахеометром в безотражательном режиме. Средние квадратические ошибки измерения расстояний ( $S \leq 20$  м) не превышают 1 мм. Установлено, что применение пленочных отражателей повышает точность измерения расстояний. Повышение числа приемов ( $n > 3$ ) при измерении расстояний не приводит к заметному повышению точности. Предложена схема безбазисного способа определения постоянной дальномера без использования отражателей. Даны рекомендации по выполнению высокоточного тригонометрического нивелирования I и II класса способом из середины. Доказывается, что высокоточное нивелирование тахеометрами в некоторых случаях может выполняться при углах наклона более  $3^\circ$ .

**Ключевые слова:** тахеометр, пленочный отражатель, тригонометрическое нивелирование, точность.

## STUDY OF REFLECTIONLESS TOTAL STATIONS DISTANCE MEASUREMENT ACCURACY

*Anton V. Nikonov*

«Sibtechenergo», 630032, Russia, Novosibirsk, 18/1 Planirovochnaya St., Geodetic engineer, e-mail: sibte@bk.ru

Laboratory research results as regards accuracy of distance measurement by reflectionless total stations are presented. Mean square error of distance measurement ( $S \leq 20$  m) is 1mm, max. It has been found that application of film reflectors improves accuracy of distance measurements. The growing number of observation sessions ( $n > 3$ ), in process of distance measurement, does not result in noticeable improvement of accuracy. The technique for determining stadia constant without reference baseline and reflectors is offered. Recommendations on precise trigonometric first- and second-order leveling “from the middle” are given. It is proved that precise leveling by total station in some cases may be conducted with inclination angle exceeding  $3^\circ$ .

**Key words:** total station, film reflector, trigonometric leveling, accuracy.

Для формирования массива геопространственных данных, особенно для небольших территорий, широко применяется метод электронной тахеометрии, который позволяет автоматизировать процессы сбора, передачи и обработки данных измерений [1]. С появлением у электронных тахеометров функции безотражательного режима измерения расстояний область их применения значительно расширилась. Такие тахеометры применяют при производстве исполнительных съемок фасадных систем зданий любой этажности [2], при мониторинге инженерных сооружений, выверке технологического оборудования и в других областях [3–5].



Результаты исследований точности измерения расстояний в безотражательном режиме в зависимости от характера поверхности отражения и угла падения луча представлены в статьях [6, 7]. Для большинства поверхностей (строительных материалов) значение критического угла между лазерным лучом и плоскостью отражающей поверхности составляет  $40^\circ$  (кроме оцинкованных поверхностей) [6]. При использовании отражательных пленок предельный угол падения луча для расстояний до 200 м составляет  $60\text{--}70^\circ$ , но углы падения более  $40\text{--}50^\circ$  нежелательны из-за появления в измеряемых расстояниях систематической ошибки [7]. Влияние цвета визирной цели на точность измерения расстояний описано в работах [8, 9]. Цвет отражающей поверхности не критически влияет на точность измерения расстояний, однако измерения на черный образец в некоторых случаях не могли быть выполнены вовсе (слабая отражающая способность). С увеличением расстояния от тахеометра до цели (от 5 до 60 м) средняя квадратическая ошибка (СКО) измерения расстояния возрастает (с 0,1 до 0,7 мм) [8]. Так как оценка точности выполнена по внутренней сходимости, увеличение СКО измерения расстояния говорит лишь об увеличении дисперсии полученных результатов, а реальная точность измерения расстояний остается неизвестной.

Для выполнения большинства геодезических работ ошибка измерения расстояний в безотражательном режиме, указанная в паспорте прибора ( $m_S = 2,0$  мм), является приемлемой. Однако, принимая  $m_S = 2,0$  мм при выполнении предрасчета точности тригонометрического нивелирования короткими лучами, для достижения СКО измерения превышения на станции  $m_{ст} \leq 0,5$  мм, приходится ограничивать величину угла наклона визирного луча  $3^\circ$  [10, 11], что заметно ограничивает возможности тригонометрического нивелирования I – II классов [12]. В целях совершенствования методики высокоточного тригонометрического нивелирования нами были выполнены лабораторные исследования точности измерения расстояний электронным тахеометром при длине визирного луча до 20 м.

На начальном этапе исследований была поставлена задача определения возможности измерения тахеометром разностей расстояний, величины которых не превышают 2,0 мм, т. е. паспортной точности прибора. Посредством струбицины на колонне был закреплен штангенциркуль с ценой деления нониуса 0,05 мм, на подвижной части которого была установлена пластина из пластика. С расстояний 2,7; 13,9; 27,9 м тахеометром Leica TS-02 производились дальнометрные измерения на пластину в безотражательном режиме. Пластина смещалась на величины от 0,3 до 1,2 мм. Для каждого положения пластины выполнялось 10 последовательных измерений расстояния, среднее из которых принималось в обработку. Были подсчитаны СКО по формуле Гаусса. Средняя квадратическая ошибка по внутренней сходимости для расстояний 2,7 и 13,9 м составила 0,09 мм, а для расстояния 27,9 м – 0,15 мм. Эмпирически установлено, что для расстояний 2,7 и 13,9 м значения расстояний при многократных измерениях в основном изменяются в пределах 0,3 мм, а для расстояния 27,9 м – в пределах

0,5 мм. Таким образом, можно утверждать, что значения измеряемых тахеометром расстояний имеют небольшое рассеяние (дисперсию), но не исключено наличие систематической составляющей ошибки. Повышение числа приемов ( $n > 3$ ) при измерении расстояний не приводит к заметному повышению точности. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты дальномерных измерений на пластину, мм

S = 2,7 м			S = 13,9 м			S = 27,9 м		
Шт.	Тахеом.	$\Delta = Ш - Т$	Шт.	Тахеом.	$\Delta = Ш - Т$	Шт.	Тахеом.	$\Delta = Ш - Т$
0	2 743,18	–	0	13 886,39	–	0	27 870,83	–
+0,5	2 743,83	–0,15	0,3	13 886,73	–0,04	+0,5	27 870,66	+0,67
+0,5	2 744,34	–0,01	0,2	13 886,80	+0,13	+0,5	27 871,14	+0,02
+0,5	2 744,88	–0,04	1,0	13 887,80	0,0	+1,0	27 872,09	+0,05
+0,3	2 745,16	+0,02	0,5	13 888,32	–0,02	+1,0	27 873,06	+0,03
+1,2	2 746,41	–0,05	0,2	13 888,57	–0,05	+0,5	27 873,66	–0,10
+0,4	2 746,90	–0,09	0,3	13 888,83	+0,04	+0,5	27 874,23	–0,07
+0,6	2 747,59	–0,09	0,5	13 889,52	–0,19	+0,5	27 874,90	–0,17
–1,2	2 746,36	+0,03	0,3	13 889,61	+0,21	+0,5	27 875,50	–0,10
–0,5	2 745,78	+0,08	0,2	13 890,08	–0,27	+0,3	27 875,71	+0,09
–	–	–	0,5	13 890,32	+0,26	+1,2	27 877,02	–0,11
$\Sigma$	–	–0,30	–	–	+0,07	–	–	+0,31
ср.  , мм	–	0,06	–	–	0,12	–	–	0,14
$m_{\Delta}$ , мм	–	0,07	–	–	0,16	–	–	0,23

Из табл. 1 видно, что при расстояниях до 30 м дальномер тахеометра в большинстве случаев способен зафиксировать приращения расстояний величиной, не превышающей паспортную точность прибора 2,0 мм. Это можно объяснить тем, что измеряемые при разных положениях визирной цели расстояния – величины однородные, т. е. близкие по числовым значениям, имеющие одно общее направление и определяемые при практически одинаковых внешних условиях [13].

На следующем этапе исследований тахеометром определялись разности расстояний величиной от 1 до 4 м на компараторе СГУГиТ, в соответствии с рис. 1. Измерения расстояний выполнялись на цели, закрепленные на тележке,

которая перемещалась на участке длиной 12 м. Значения интервалов, на которые смещалась тележка, фиксировались интерферометром с дискретностью до 0,000 1 мм и принимались за эталонные ( $\Delta_3$ ). При наведении на каждую цель записывались значения отсчетов по вертикальному и горизонтальному кругу, которые использовались для приведения измеренных расстояний к горизонту и к створу.

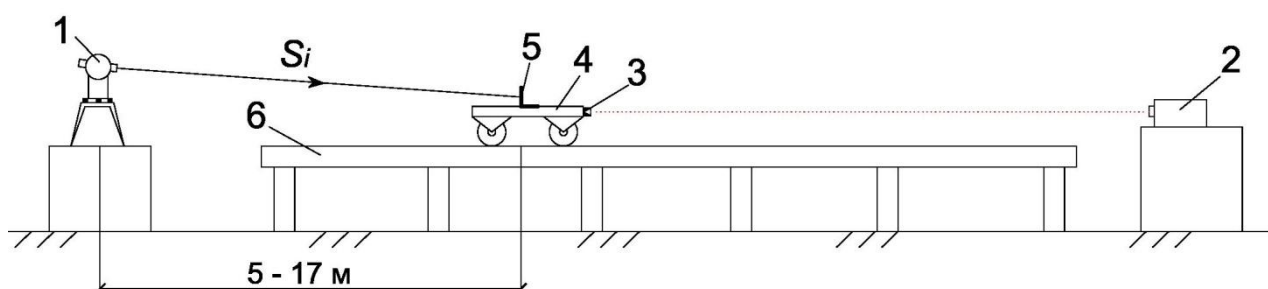


Рис. 1. Схема измерения расстояний на компараторе СГУГиТ:

- 1 – тахеометр; 2 – лазерный интерферометр; 3 – уголковый отражатель;
- 4 – тележка; 5 – визирная цель; 6 – направляющие тележки

В качестве целей использовались: стальной брусок (наведение на рельефную маркировку); металлический уголок (гладкая поверхность); отражательная пленка (рис. 2). Измерения на пленку выполнялись в двух режимах: безотражательном и «на пленку». Ошибки интервалов представлены в табл. 2.

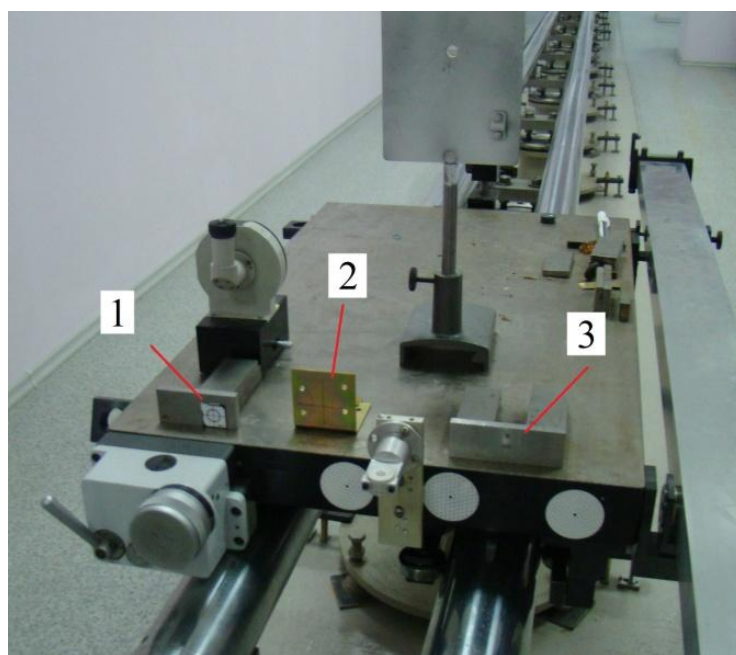


Рис. 2. Визирные цели, закрепленные на тележке:

- 1 – отражательная пленка; 2 – уголок; 3 – стальной брусок

Таблица 2

Результаты измерений расстояний на компараторе СГУГиТ

Положение тележки	$S_i$ , м	$\Delta$ , м	$\Delta = \Delta_{\text{э}} - \Delta_{\text{тах}}$ , мм				
			пленка безотр.	пленка	уголок	брусок	среднее по всем целям
1	4,7	–	–	–	–	–	–
2	5,8	+1,1	+1,61	+0,57	+0,91	–1,67	+0,36
3	7,8	+2,0	–	+0,11	–0,53	–0,69	–0,37
4	10,8	+3,0	–	–0,26	+0,30	+0,72	+0,25
5	14,7	+3,9	–0,87	+0,49	–0,03	+0,65	+0,06
6	16,8	+2,1	+0,12	–0,14	–0,64	–1,05	–0,43
7	14,4	+2,4	–0,70	+0,22	–0,98	–0,83	–0,57
8	12,5	–1,9	–0,07	–0,01	+0,56	+0,08	+0,14
9	10,6	–1,9	+1,11	+0,18	–0,61	+0,06	+0,19
10	9,5	–1,1	–0,18	+0,11	+0,95	+0,36	+0,31
11	8,6	–0,9	–0,22	–0,16	–0,90	–0,07	–0,33
12	5,5	–3,1	–1,19	+0,09	+1,00	–0,67	–0,19
ср. , мм			0,67	0,21	0,67	0,62	0,29
max, мм			+1,61	+0,57	+1,00	+0,72	+0,36
min, мм			–1,19	–0,26	–0,98	–1,67	–0,57
$\Sigma$ , мм			–0,39	+1,20	+0,03	–3,11	–0,59
$m_{\Delta}$ , мм			0,86	0,27	0,74	0,77	0,32
$m_s = m_{\Delta} / \sqrt{2}$ , мм			0,60	0,19	0,52	0,55	0,23

Из табл. 2 следует, что средняя квадратическая ошибка измерения расстояния в режиме «на пленку», при использовании в качестве визирной цели отражательной пленки (ОП), в три раза меньше, чем при измерении расстояний в безотражательном режиме, и составляет 0,2 мм. Ошибки определения интервалов при визировании на пленку в основном не превышают 0,5 мм, для безотражательного режима не превышают 1,7 мм. Следует иметь в виду, что ошибки смежных интервалов ( $\Delta$ ) зависимы, так как находятся с использованием одного и того же значения расстояния.

Используя результаты наших исследований, произведем предрасчет точности тригонометрического нивелирования. Пренебрегая ошибками за наклон визирной цели и влияние внешних условий, средняя квадратическая ошибка (СКО) измерения превышения между визирной осью трубы и осью визирной марки находится как

$$m_h = \sqrt{m_s^2 \sin^2 \alpha + \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} S^2 \cos^2 \alpha}, \quad (1)$$

где  $m_s$  – СКО наклонного расстояния;  $m_\alpha$  – СКО угла наклона;  $S$  – длина визирного луча.

Ошибка определения превышения на станции ( $m_{ст}$ ) находится как

$$m_{ст} = m_h \sqrt{2}. \quad (2)$$

Принимая  $m_\alpha = 2,0''$ ,  $S = 10$  м, найдем ошибку измерения превышения на станции в зависимости от точности измерения расстояний и величины угла наклона, результаты поместим в табл. 3. Используя результаты исследований с вероятностью 95 %, можно утверждать, что при измерении коротких расстояний (до 20 м)  $m_{S(п)} \leq 0,5$  мм (при использовании пленочных отражателей) и  $m_{S(б)} \leq 1,2$  мм (для безотражательного режима).

Таблица 3

Средняя квадратическая ошибка измерения превышения на станции методом тригонометрического нивелирования, мм

$m_s$ , мм	Угол наклона				
	2°	5°	10°	15°	30°
0,5	0,13	0,15	0,18	0,23	0,37
1,0	0,15	0,18	0,28	0,39	0,71
1,5	0,16	0,23	0,39	0,56	1,07
2,0	0,17	0,28	0,51	0,74	1,42

По аналогии с геометрическим нивелированием будем считать, что точность тригонометрического нивелирования на станции будет соответствовать I классу [12], при условии  $m_{ст} \leq 0,15$  мм. Из табл. 3 следует, что для достижения точности I класса необходимо измерять превышение на станции двумя приемами и использовать в качестве визирных целей отражательные пленки, при этом длину плеч следует ограничить величиной 10 м, а углы наклона величиной 15°. При измерении превышений с визированием на штрих нивелирной рейки (безотражательный режим) для достижения условия  $m_{ст} \leq 0,15$  мм углы наклона следует ограничить величиной 5°.

При измерении превышения на станции взаимное положение измеряемых точек по высоте может быть различным (рис. 3). Для упрощения рассуждений визирные цели расположены в одной вертикальной плоскости.

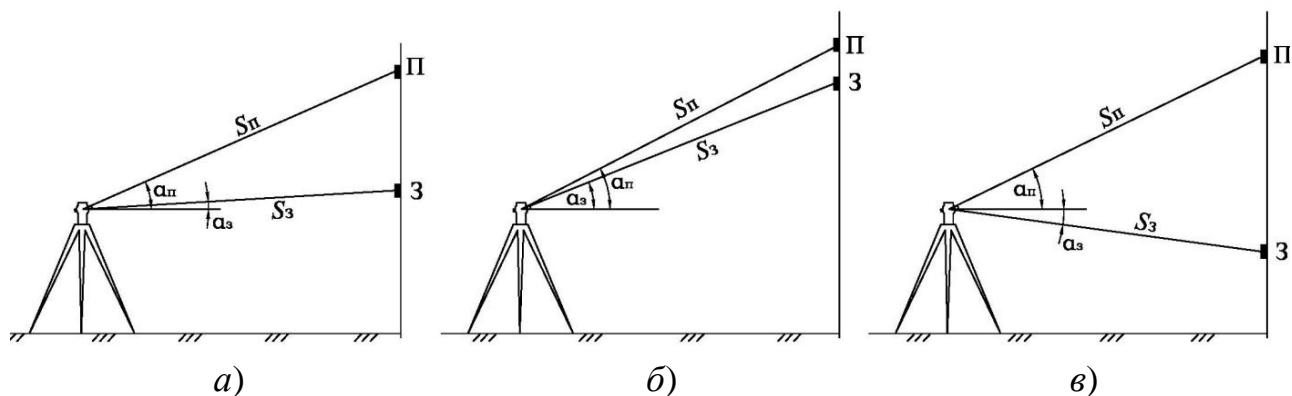


Рис. 3. Положение измеряемых точек при нивелировании тахеометром

Если расстояние, измеренное тахеометром, содержит систематическую ошибку ( $\delta_S$ ), то измеренное на станции превышение будет также включать систематическую ошибку, которая находится как

$$m_{h(\delta)} = \delta_S \cdot \sin \alpha_{\Pi} - \delta_S \cdot \sin \alpha_3, \quad (3)$$

где  $\alpha_{\Pi}$  и  $\alpha_3$  – углы наклона на переднюю и заднюю цели соответственно.

Расчет по формуле (3) для разных углов наклона и ошибок измерения расстояний представлен в табл. 4. Полужирным шрифтом выделены случаи, когда точность измерения превышения на станции соответствует I классу.

Таблица 4

Систематическая ошибка превышения  $m_{h(\delta)}$ , мм

Вариант положения целей	Угол наклона		$\delta_S$ , мм			
	$\alpha_3$	$\alpha_{\Pi}$	0,5	1,0	1,5	2,0
а	0°	+5°	<b>0,04</b>	<b>0,09</b>	<b>0,13</b>	<b>0,17</b>
	0°	+10°	<b>0,09</b>	<b>0,17</b>	0,26	0,35
	0°	+15°	<b>0,13</b>	0,26	0,39	0,52
б	+15°	+18°	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,10</b>
	+15°	+20°	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,12</b>	<b>0,16</b>
	+15°	+25°	<b>0,08</b>	<b>0,16</b>	0,24	0,33
в	-5°	+5°	<b>0,09</b>	<b>0,17</b>	0,26	0,35
	-8°	+7°	<b>0,13</b>	0,26	0,39	0,52
	-10°	+10°	<b>0,17</b>	0,35	0,52	0,69



Из результатов предрасчета (см. табл. 4) следует, что в случае, когда одна визирная цель находится примерно на уровне горизонта ( $\alpha \approx 0^\circ$ ), для достижения точности I класса угол наклона на вторую цель следует ограничить  $10^\circ$ , если  $\delta_s \leq 1,0$  мм (рис. 3, а). Если обе цели находятся выше или ниже оси вращения трубы (рис. 3, б), то следует ограничить разницу в значениях углов наклона на обе цели величиной  $5\text{--}10^\circ$ , при этом углы наклона могут достигать  $20\text{--}30^\circ$ . В случае, если одна цель выше оси вращения трубы, а вторая – ниже (рис. 3, в), разница углов наклона не должна превышать  $10^\circ$ , а при использовании отражательных пленок –  $20^\circ$ .

Наличие систематической ошибки в измеренных расстояниях ( $\delta_s$ ) может быть выявлено следующим образом. На расстоянии  $\sim 20\text{--}30$  м друг от друга закрепляются вертикально две пластины  $A$  и  $B$  (например визирные марки, применяемые в полигонометрии, рис. 4, б), расстояния между которыми измеряют в безотражательном режиме с точки  $C$ , расположенной приблизительно в створе  $AB$  и равноудаленной от  $A$  и  $B$  (рис. 4, а), и с точки  $D$ , расположенной приблизительно на продолжении створа  $AB$  (рис. 4, в). На точках  $C$  и  $D$ , кроме расстояний, измеряются углы наклона и горизонтальные углы ( $\alpha$  и  $\beta$ ). Углы наклона используют для вычисления горизонтальных проложений, горизонтальные углы – для вычисления длины отрезка  $AB$  (по теореме косинусов при решении треугольника  $ABC$ ).

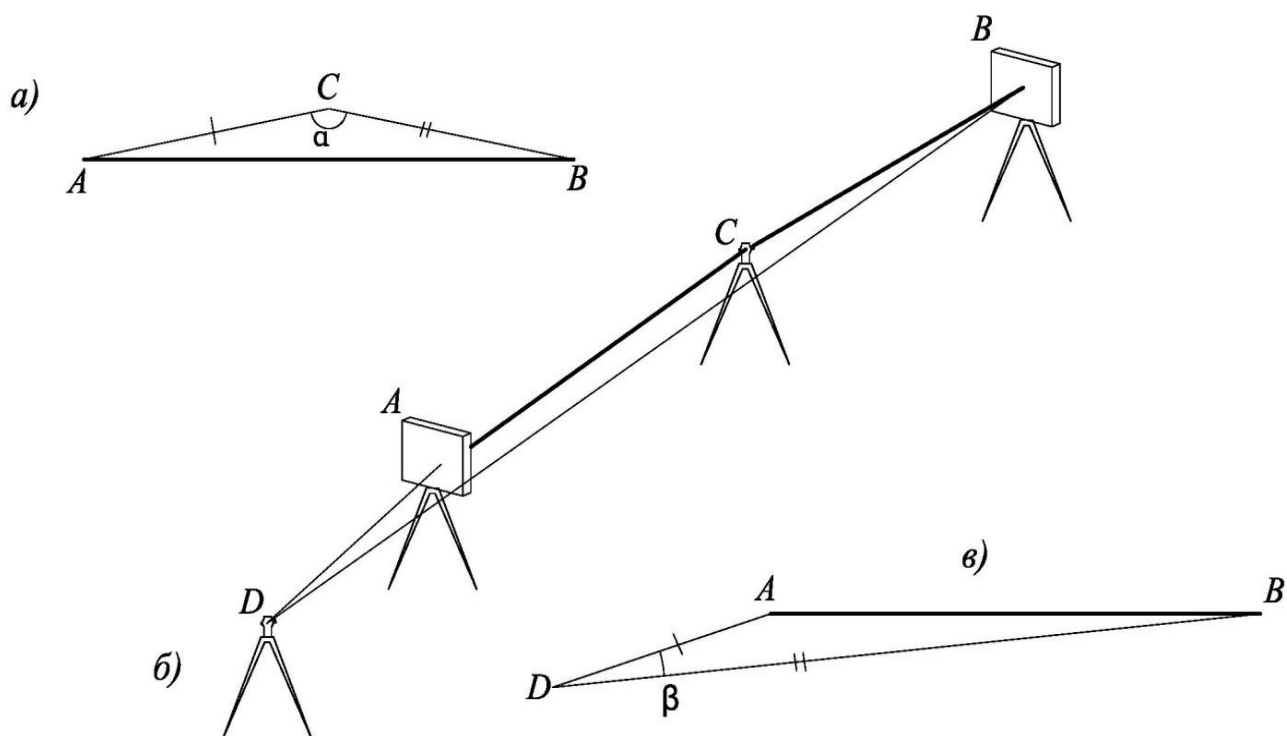


Рис. 4. Схема измерений при определении постоянной поправки дальномера



Тогда систематическая ошибка  $\delta_S$  (постоянная дальномера) будет найдена по формуле

$$\delta_S = \frac{AB_D - (AB_C + d)}{2}, \quad (4)$$

где  $AB_D$ ,  $AB_C$  – длина отрезка  $AB$ , определенная по измерениям с пунктов  $D$  и  $C$  соответственно;  $d$  – толщина визирной марки (пластины), измеряемая штангенциркулем.

Если найденная из многократных измерений ошибка  $\delta_S > 0,5$  мм, то она должна учитываться путем изменения постоянной поправки дальномера в памяти прибора. По такой же схеме можно исследовать дальномерную часть лазерного трекера, так как при оценке точности определения координат по внутренней сходимости не учитываются систематические ошибки [14].

Тригонометрическое нивелирование короткими лучами успешно применяется на промышленных предприятиях и в городских условиях при наблюдениях за осадками зданий и сооружений [15–19]. Использование компактных визирных целей позволяет добиться наивысшей точности измерений ( $m_{ст} \leq 0,25$  мм) и проводить работы одному исполнителю [20].

Точное измерение расстояний (или разности расстояний) в безотражательном режиме важно при установке технологического оборудования в проектное положение [21, 22], мониторинге деформационных процессов [23], а также при выполнении лазерного сканирования [24–26].

На основании проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Точность измерения расстояний электронными тахеометрами Leica при использовании отражательных пленок (в режиме «на пленку») в три раза выше, чем при работе в безотражательном режиме. Длины линий до 20 м могут быть измерены со средней квадратической ошибкой до 1,0 мм без использования отражателя.

2. Тригонометрическое нивелирование, выполняемое электронными тахеометрами ( $m_a \leq 2,0''$ ;  $m_S \leq 2,0$  мм) способом из середины, соответствует точности измерений I класса ( $m_{ст} \leq 0,15$  мм) при длине плеч до 10 м и углах наклона до 10–15° (при использовании в качестве визирных целей пленочных отражателей). При работе в безотражательном режиме для надежности получаемых результатов углы наклона целесообразно ограничить 5°.

3. Тригонометрическое нивелирование способом из середины соответствует точности измерений II класса ( $m_{ст} \leq 0,25$  мм) при длине плеч до 20 м и углах наклона до 10–15°.

4. Высокоточные измерения превышений с использованием тахеометра могут быть выполнены даже при углах наклона в 20–30°, при условии, что углы наклона на заднюю и переднюю цели имеют один знак и не отличаются друг от друга более чем на 5° для I класса и 10° для II класса точности.

5. Наличие на геодезических предприятиях различных моделей электронных тахеометров требует от исполнителей проведения исследований конкретного прибора до начала выполнения высокоточных работ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: монография. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 252 с.
2. МДС 11-20.2009. Методика высокоточной бесконтактной исполнительной съемки навесных фасадных систем с воздушными зазорами при возведении высотных зданий. – М.: ОАО «ЦПП», ООО «Тектоплан», 2010. – 41 с.
3. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Технологическая схема геодезического обеспечения реконструкции гидрогенератора // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 46–51.
4. Создание геодезической основы для строительства объектов энергетики / Г. А. Уставич, Г. Г. Китаев, А. В. Никонов, В. Г. Сальников // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 49–54.
5. Могильный С. Г., Шоломицкий А. А., Фролов И. С. Геодезический мониторинг и проверка металлургического оборудования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 132–143.
6. Назаров И. А. Исследование влияния угла падения лазерного луча и отражающих свойств поверхности на точность измерения расстояний безотражательным электронным тахеометром // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. – 2011. – Вып. 2 (16). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=548>
7. Кузнецов А. И., Моисеенко С. А., Савин М. С. Определение зависимости систематической погрешности измерения расстояний от угла разворота пленочного отражателя // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. – 2011. Вып. 3 (17). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=631>
8. Ашраф А. А. Бешр. Исследование влияния угла наклона и цвета отражающих поверхностей на точность измерений безотражательным тахеометром // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 1, ч. 1. – С. 202–206.
9. Testing of accuracy of reflectorless distance measurement of selected Leica and Topcon total stations / I. Mazalova, K. Valentova, L. Vlckova // GeoScience Engineering. – 2010. – Vol. LVI, № 1. – P. 19–26. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://gse.vsb.cz/2010/LVI-2010-1-19-26.pdf>
10. Ворошилов А. П. Измерение осадок зданий и сооружений электронными тахеометрами // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2005. – Вып. 3. – № 13. – С. 37–39.
11. Разработка и совершенствование технологии инженерно-геодезического нивелирования тригонометрическим способом / Г. А. Уставич, М. Е. Рахымбердина, А. В. Никонов, С. А. Бабасов // Геодезия и картография. – 2013. – № 6. – С. 17–22.
12. ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерений деформаций оснований зданий и сооружений [Электронный ресурс] : Межгос. стандарт. – Введ. 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2014. – 22 с. – [Электронный ресурс]. URL: <http://standartgost.ru/ГОСТ%2024846-2012#page-1>.
13. Соустин В. Н. О точности определения разностей расстояний // Геодезия и картография. – 2005. – № 1. – С. 11–13.

14. Исследования зависимости погрешностей геодезических измерений в продольном и поперечном направлениях относительно визирного луча API TRACKER3 от расстояния / А. В. Полянский, Д. Б. Буренков, П. П. Мурзинцев, Ю. А. Пупков, Л. Е. Сердаков // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. – С. 3–6.
15. Никонов А. В. Опыт применения тригонометрического нивелирования с использованием электронных тахеометров для наблюдений за осадками сооружений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 78–86.
16. Никонов А. В. Особенности применения современных геодезических приборов при наблюдении за осадками и деформациями зданий и сооружений объектов энергетики // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 12–18.
17. Беспалов Ю. И., Дьяконов Ю. П., Терещенко Т. Ю. Наблюдение за осадками зданий и сооружений способом тригонометрического нивелирования // Геодезия и картография. – 2010. – № 8. – С. 8–10.
18. Маконкова Н. С., Адигамов Р. Ш., Нечаева Е. А. Геодезические измерения при обследовании зданий и сооружений // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2014. – № 3. – С. 17–21.
19. Нестеренок М. С. Обоснование методики и точности геодезических наблюдений за деформациями здания книгохранилища национальной библиотеки Республики Беларусь в период эксплуатации // Вестник БНТУ. – 2006. – № 6. – С. 12–15.
20. Никонов А. В. Конструкция визирной цели для выполнения высокоточного тригонометрического нивелирования // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 19–26.
21. Хасенов К. Б., Гольцев А. Г., Салпышев О. Д. Выверка строительных конструкций с использованием лазерных приборов // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 14–17.
22. Хасенов К. Б., Гольцев А. Г., Салпышев О. Д. Монтаж аппаратов вертикального типа // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 14–17.
23. Статистическое исследование перемещений подпорных стенок по результатам геодезических измерений / Р. В. Шульц, А. А. Анненков, А. М. Хайлак, В. С. Стрилец // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 35–53.
24. Особенности наземного лазерного сканирования для мониторинга железнодорожных тоннелей / А. В. Середович, А. В. Иванов, Т. А. Широкова, А. В. Антипов, А. В. Комиссаров // Вестник СГГА. – 2010 – Вып. 1 (12). – С. 28–34.
25. Высокоточная съемка архитектурных памятников Венеции лазерной системой RIEGL VMX-250 / Николас Штудницка, Геральд Зах, Филипп Амон, Мартин Пфеннигбауэр // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 2 (15). – С. 16–29.
26. Неволин А. Г., Медведская Т. М. Обработка результатов наземного лазерного сканирования с учетом коэффициента отражения сигнала // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 47–53.

Получено 11.02.2015

© А. В. Никонов, 2015

УДК 528.516/.517

## К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОСТОЯННОЙ ПОПРАВКИ ДАЛЬНОМЕРА ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА

*Антон Викторович Никонов*

ОАО «Сибтехэнерго», 630032, Россия, г. Новосибирск, ул. Планировочная, 18/1, инженер-геодезист, e-mail: sibte@bk.ru

*Ирина Николаевна Чешева*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55

*Галина Викторовна Лифашина*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55

В статье рассматриваются существующие схемы определения постоянной поправки дальномера безбазисным способом. Предложена схема измерений, в которой нет необходимости устанавливать прибор на концах линии, используемой при поверке. Данная схема позволяет определить поправку дальномера при измерении расстояний в безотражательном режиме. Приводятся результаты лабораторных измерений, в ходе которых найдена постоянная дальномера  $K = -0,6$  мм для конкретного тахеометра TS-02 фирмы Leica.

**Ключевые слова:** тахеометр, лазерный дальномер, постоянная поправка.

## DETERMINATION OF TOTAL STATION STADIA CONSTANT

*Anton V. Nikonov*

«Sibtechenergo», 630032, Russia, Novosibirsk, 18/1 Planirovochnaya St., Geodetic engineer, e-mail: sibte@bk.ru

*Irina N. Chesheva*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Senior lecturer, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, tel. (383)343-29-55

*Galina V. Lifashina*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Senior lecturer, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, tel. (383)343-29-55

The existing techniques for stadia constant determination without baseline are considered. Measurement technique offered by the authors does not require setting the instrument at both ends of the control sight line. The technique allows for determining the stadia constant while measuring distance in reflectionless conditions. The results of laboratory measurements are presented. In the course of these measurements the stadia constant  $K = -0,6$  mm for certain Leica total station TS-02 was found.

**Key words:** total station, laser distance meter, stadia constant.

Для надежного измерения расстояний электронными тахеометрами необходимо учитывать постоянную прибора и отражателя, а также вводить в память прибора метеоданные (температуру и давление) [1]. Измеренные тахеометром расстояния могут содержать систематическую ошибку, вызванную отличием поправки прибора (дальномера) от нуля [2]. Обычно постоянная прибора имеет неизменное значение [3]. Поверка постоянной прибора может быть выполнена путем измерения эталонных расстояний (базисный способ) либо измерением линии и составляющих ее отрезков (безбазисный способ) [2–4].

Базисный способ, как правило, применяется специализированными организациями при аттестации приборов [5–9]. Предполагается, что разность эталонной и измеренной тахеометром длины базиса является постоянной прибора. Однако, следует учитывать, что на точность определения этой постоянной влияют ошибки центрирования, ошибка отражателя, ошибка собственно базиса, а при значительных расстояниях – и ошибки, обусловленные внешними условиями [3].

В безбазисном способе измерения выполняют по трехштативной системе для исключения ошибок центрирования. На горизонтальном участке устанавливают два штатива  $A$  и  $B$  на расстоянии примерно 100 м. Тахеометр размещают на пункте  $A$  и измеряют расстояние  $AB$ , после чего намечают место установки третьего штатива – точку  $C$ , которая должна располагаться в створе  $AB$  (рис. 1).

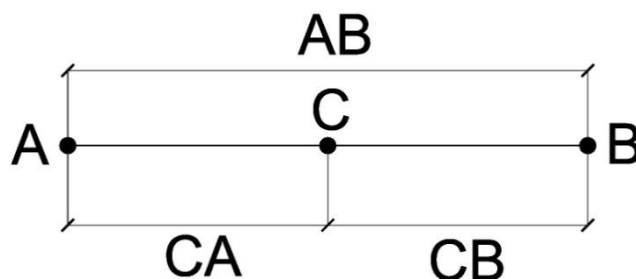


Рис. 1. Схема безбазисного способа определения постоянной дальномера (схема 1)

Далее, переносят тахеометр на створный пункт  $C$  и измеряют расстояния  $CA$  и  $CB$ . Длина  $AB$ , измеренная с пункта  $A$ , содержит ошибку, равную постоянной дальномера  $K$ , в то же время длина  $AB$ , найденная как сумма длин отрезков  $CA$  и  $CB$ , содержит удвоенную ошибку ( $2K$ ). В результате постоянная дальномера вычисляется по формуле [4]:

$$K = AB - (CA + CB). \quad (1)$$

В работе [3] предлагается измерять отрезки  $AC$ ,  $AB$  и  $BC$ , не устанавливая прибор на створном пункте  $C$ . Тогда постоянная находится как

$$K = AC + BC - AB. \quad (2)$$

К недостаткам описанных схем можно отнести необходимость производить измерения с концов базиса  $AB$ , что может привести к нарушению исходного положения отражателя при его извлечении из трегера и повторной установке.

Нами предлагается выполнять измерения в следующем порядке. После установки штативов  $A$  и  $B$  ( $AB \approx 100$  м), тахеометр располагают в точке  $C$ , расположенной посередине между ними, приблизительно в створе. Измеряют расстояния  $CA$  и  $CB$  и горизонтальный угол  $\angle ACB$  ( $\alpha$ ). После этого штатив с прибором переносят на пункт  $D$ , расположенный на продолжении створа  $AB$  ( $DB \approx 10$  м) и измеряют расстояния  $DB$  и  $DA$  (рис. 2).

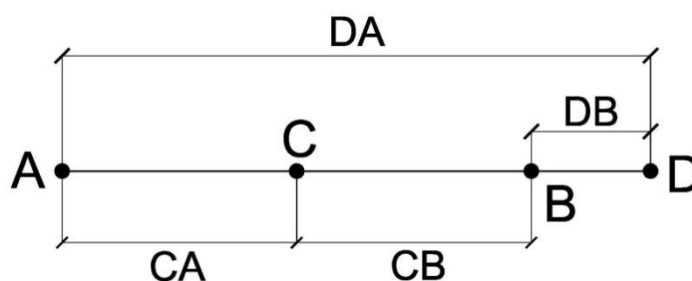


Рис. 2. Схема безбазисного способа определения постоянной дальномера (схема 2)

Длина отрезка  $AB$ , вычисленная из измерений на пункте  $D$ , не содержит ошибки, связанной с постоянной дальномера, а найденная по измерениям с пункта  $C$  – содержит удвоенную ошибку ( $2K$ ). При выполнении измерений по предложенной схеме поправка находится по формуле

$$K = \frac{(DA - DB) - AB_C}{2}, \quad (3)$$

где  $AB_C$  – длина отрезка  $AB$ , найденная по измерениям с пункта  $C$ .

Величина  $AB_C$  находится с учетом нестворности пункта  $C$  по теореме косинусов

$$AB_C = \sqrt{CA^2 + CB^2 - 2 \cdot CA \cdot CB \cdot \cos \alpha}. \quad (4)$$

Если пункт  $C$  располагается строго в створе  $AB$ , тогда для вычисления постоянной дальномера применима формула:

$$K = \frac{(DA - DB) - (CA + CB)}{2}. \quad (5)$$



Нами были выполнены измерения по описанной схеме (см. рис. 2), при этом нестворность пункта  $C$  составила  $12,5'$ . Для контроля были измерены расстояния  $AB$  и  $BA$  при установке тахеометра на пунктах  $A$  и  $B$  соответственно. Использовался тахеометр Leica TS-02, при этом фиксировались отсчеты по вертикальному и горизонтальному кругу, а расстояния измерялись десятикратно. Поверка проводилась в лабораторных условиях, в коридоре СГУГиТ. Результаты измерений представлены в табл. 1. Средняя квадратическая ошибка измерения расстояния в каждой серии вычислялась по формуле Бесселя.

Таблица 1

Результаты измерений, выполненных по схеме 2

Отрезок	$S$ , мм	$m_s$ , мм
$CA$	48 200,60	0,12
$CB$	48 105,27	0,11
$DB$	8 175,24	0,07
$DA$	104 479,78	0,07
$BA$	96 305,14	0,10
$AB$	96 305,48	0,15

Теоретическая длина отрезка  $AB$  находится как  $DA - DB = 96\,304,54$  мм, так как при этом исключается постоянная поправка дальномера. Длина отрезка  $AB$  по измеренным на пункте  $C$  расстояниям с учетом нестворности пункта  $C$ , вычислялась по теореме косинусов (формула (4)) и составила  $AB = 96\,305,76$  мм. Подставляя полученные значения в формулу (3), можно вычислить постоянную дальномера:

$$K = \frac{96\,304,54 - 96\,305,76}{2} = -0,61 \text{ мм.} \quad (6)$$

Найденная поправка дальномера  $K < 0$ , то есть поправку в расстояния следует вводить со знаком «минус». Из табл. 1 видно, что длина отрезка  $AB$ , измеренная с пункта  $B$ , отличается от результатов измерений с пункта  $A$  на  $0,34$  мм. Вычислим значения постоянной поправки  $K$  по формуле (1), подставляя поочередно величину  $AB$ , измеренную с пункта  $B$  ( $BA$ ) и с пункта  $A$  ( $AB$ ). Получим два значения  $K$ , равные соответственно  $-0,62$  и  $-0,28$  мм. Из анализа полученных результатов можно предположить, что ошибочно измерено расстояние с пункта  $A$ .

По предложенной нами схеме (см. рис. 2) также можно определить постоянную дальномера при измерении расстояний в безотражательном режиме. Для этого на пунктах  $A$  и  $B$  устанавливаются плоские визирные цели, например визирные марки применяемые для измерения горизонтальных углов в полигонометрии (рис. 3). В процессе поверки металлические щитки визирных марок ос-



таются неподвижными (не разворачиваются). Поправка в этом случае находится по формуле

$$K = \frac{(DA - DB) - (CA + CB + d)}{2}, \quad (7)$$

где  $d$  – толщина визирной марки, измеряемая штангенциркулем.

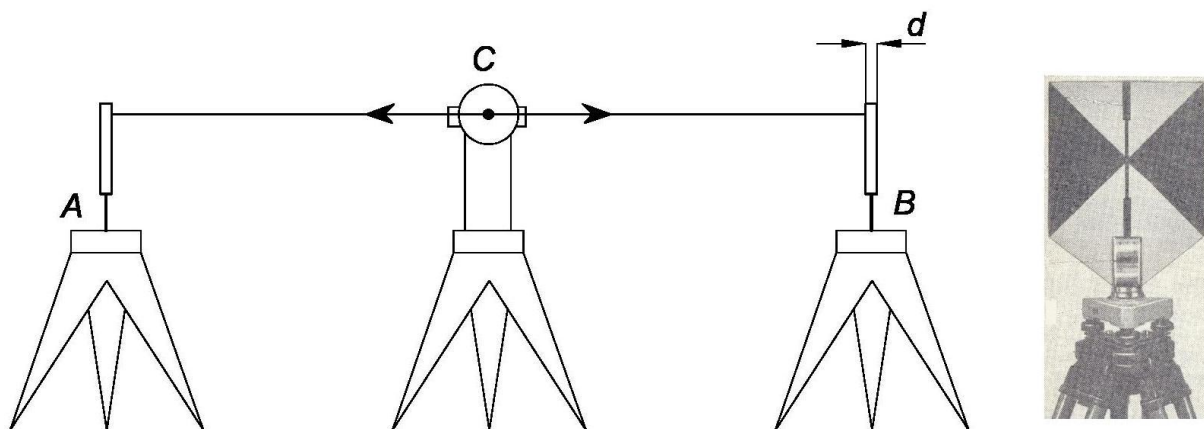


Рис. 3. Схема измерений в безотражательном режиме

Вычислим СКО определения постоянной дальномера, найденной по формуле (5), применяя закон распространения средней квадратической ошибки [10]:

$$m_K = \frac{1}{2} \sqrt{4m_S^2} = m_S. \quad (8)$$

Принимая в соответствии с табл. 1 среднюю квадратическую ошибку измерения расстояния  $m_S = 0,1$  мм (из внутренней сходимости), найдем СКО постоянной дальномера как  $m_K = 0,1$  мм. Если постоянная дальномера определялась дважды – на базисах разной длины (например, 50 и 100 м), то ошибка разности  $\Delta = K_{100} - K_{50}$  составит

$$m_{\Delta} = \sqrt{m_{K100}^2 + m_{K50}^2} = \sqrt{2} \cdot m_K = \sqrt{2} \cdot m_S \approx 0,15 \text{ мм}. \quad (9)$$

Таким образом, если постоянные дальномера, найденные из многократных измерений при длине базиса 50 и 100 м, не отличаются друг от друга более чем на 0,3 мм ( $2m_{\Delta}$ ), можно считать результаты поверки удовлетворительными и учитывать постоянную поправку дальномера при высокоточных измерениях. Следует иметь в виду, что найденная постоянная дальномера актуальна при работе с комплектом отражателей, которые использовались при поверке.

Из анализа точности измерения расстояний, указанных в свидетельствах о поверке нескольких тахеометров (табл. 2), можно сделать вывод об увеличении погрешности измерений с увеличением расстояния.

Таблица 2

Результаты метрологической поверки тахеометров

Электронный тахеометр	Год выпуска прибора	Точность измерения расстояния (мм) при длине базиса (м)					
		48	72	96	363	432	1 056
Sokkia SET 230PK3	2008	1,6	1,7	1,9	1,8	2,3	2,6
Sokkia CX-102L	2012	0,8	1,0	1,1	1,3	1,3	1,6
Sokkia SET2X	2011	0,6	0,8	0,9	1,2	1,2	1,4
Leica TS-02	2011	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4	1,7
Leica TS-02	2011	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3	2,5
Leica TS-06	2012	0,8	0,8	0,9	1,2	1,3	1,9

Из табл. 2 видно, что найденная в ходе наших исследований постоянная дальномера  $K = -0,61$  мм сравнима по величине с СКО измерения коротких длин линий и должна учитываться при проведении ответственных работ, особенно при выверке технологического оборудования [11, 12] и выполнении высокоточного тригонометрического нивелирования при углах наклона более  $20^\circ$  [13]. Также постоянную дальномера необходимо учитывать при построении высокоточных геодезических сетей, особенно способом трилатерации [14–18].

Есть мнение [7], что во всех современных электронных тахеометрах [19] используется некорректный индекс показателя преломления, в связи с чем измеренные расстояния превосходят их действительные значения. Например, ожидаемая ошибка измерения линии длиной 5 км, обусловленная некорректным показателем преломления, составляет 24,6 мм [7]. В настоящее время, расстояние между пунктами, удаленными друг от друга на расстояние порядка 5 км, может быть определено с помощью ГНСС-измерений (из решения обратной геодезической задачи) с ошибкой, не превышающей 5 мм [20, 21]. Сравнение длин линии, полученных разными методами, вероятно, может подтвердить или опровергнуть утверждение о некорректности индекса показателя преломления, который используется в современных светодальномерах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зубов А. В., Зубова Т. В. Особенности точных линейно-угловых измерений электронными тахеометрами // Геопрофи. – 2005. – № 4. – С. 50–51.
2. Ворошилов А. П. Определение постоянной поправки дальномера электронного тахеометра // Геопрофи. – 2005. – № 4. – С. 46–47.

3. Дементьев В. Е. Современная геодезическая техника и ее применение: учеб. пособие для вузов. – М.: Академический Проект, 2008. – 591 с.
4. Ворошилов А. П. Спутниковые системы и электронные тахеометры в обеспечении строительных работ: учеб. пособие. – Челябинск: АКСВЕЛЛ, 2007. – 163 с.
5. Сучков И. О. Базис пространственный эталонный им. О. П. Сучкова // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 1, ч. 1. – С. 237–241.
6. Середович В. А., Сучков И. О. Опыт измерения длины базиса инварными проволоками и электронным тахеометром // Геодезия и картография. – 2010. – № 1. – С. 16–19.
7. Учет корректного показателя преломления атмосферы в результатах измерений современными дальномерами и электронными тахеометрами / А. В. Кошелев, А. П. Карпик, С. С. Овчинников, А. А. Дубинина // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 67–71.
8. Об аттестации современных светодальномеров на эталонных линейных базисах / А. В. Кошелев, А. П. Карпик, Г. А. Уставич, А. К. Синякин, В. А. Кошелев, С. С. Титов, Ю. В. Скипа, А. А. Дубинина, Н. В. Заржецкая // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 5, ч. 2. – С. 108–112.
9. Об аттестации светодальномеров, электронных тахеометров и GPS-приемников на эталонных линейных базисах / А. В. Кошелев, Г. А. Уставич, В. А. Кошелев, С. С. Титов, Ю. В. Скипа, А. А. Дубинина, Н. В. Заржецкая // Геодезия и картография. – 2011. – № 6. – С. 18–21.
10. Кузьмин Б. С. Основы теории ошибок измерений. – М.: Воен. изд., 1946. – 116 с.
11. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Технологическая схема геодезического обеспечения реконструкции гидрогенератора // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 46–51.
12. Могильный С. Г., Шоломицкий А. А., Фролов И. С. Геодезический мониторинг и выверка металлургического оборудования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 132–143.
13. Никонов А. В. Конструкция визирной цели для выполнения высокоточного тригонометрического нивелирования // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 19–26.
14. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Создание высокоточных малых линейно-угловых сетей с применением электронных тахеометров // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. – С. 83–86.
15. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Совершенствование схем планового обоснования для определения горизонтальных смещений гидротехнических сооружений // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 2. – С. 97–100.
16. Скрипникова М. А. Возможности применения автоматизированных высокоточных электронных тахеометров при измерении деформаций инженерных сооружений // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 131–134.
17. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. К вопросу проектирования схем планового обоснования для определения горизонтальных смещений гидротехнических сооружений //

ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 60–62.

18. Скрипников В. А. Применение высокоточных оптико-электронных приборов при измерении деформаций инженерных сооружений // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 1, ч. 1. – С. 170–172.

19. Хорошилов В. С., Пономарев В. А. Современная геодезическая техника // Вестник СГГА. – 2005. – Вып. 10. – С. 99–103.

20. Антонович К. М., Косарев Н. С., Липатников Л. А. Контроль фазовых измерений ГНСС-приемника с атомными часами // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 3–20.

21. Дударев В. И. Уравнивание геодезических сетей по результатам относительных GPS-измерений // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 2 (15). – С. 7–15.

Получено 11.02.2015

© А. В. Никонов, И. Н. Чешева, Г. В. Лифашина, 2015

## КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

---

УДК 519.87:004

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМ, РАССМАТРИВАЕМЫХ КАК АБСОЛЮТНО ТВЕРДОЕ ТЕЛО**

*Игорь Георгиевич Вовк*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, (383)351-61-19

При определении пространственно-временного положения систем, когда деформации систем отсутствуют или пренебрегаемо малы, систему рассматривают как абсолютно твердое тело. Положение такой системы в пространстве определяется положением какой-нибудь одной ее точки. В статье обсуждаются алгоритмы определения пространственно-временного положения абсолютно твердого тела, основанные на решении систем линейных алгебраических уравнений, и приведены геометрические модели траектории движения абсолютно твердого тела при его поступательном движении и вращении около стационарной и нестационарной оси вращения.

**Ключевые слова:** пространственно-временное положение систем, уравнение прямой, уравнение плоскости, вращение абсолютно твердого тела около стационарной и не стационарной оси.

### **MOTION PATH MODELING FOR SYSTEMS CONSIDERED AS PERFECTLY RIGID BODY**

*Igor G. Vovk*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St, Ph. D., Prof., Department of Applied Informatics and Information Systems, tel. (383)343-18-53, (383)351-61-19

When determining spatio-temporal position of the system without deformations (or with those negligibly small) it may be considered as a perfectly rigid body. Spatial position of such system is determined by that of some of its points. The algorithms for determining spatio-temporal position of the perfectly rigid body based on the solution of combined linear algebraic equations are considered. Geometrical models for the motion path of the perfectly rigid body (with translational motion), which is rotating about stationary and non-stationary axis are presented.

**Key words:** spatio-temporal position of system, equation of line, equation of plane, rotation of absolutely rigid body about stationary and non-stationary axis.

В любой сфере деятельности люди имеют дело с системами [1]. Важнейшей характеристикой любой системы служит ее пространственно-временное положение (ПВП). Непосредственное, прямое изучение пространственно-временного положения систем может оказаться невозможным, опасным и дорогим. Поэтому реальные системы заменяются их моделями [2]. Для этого с каждой системой связывают геометрический объект, и ПВП этого объекта принимают в качестве модели ПВП рассматриваемой системы.

Определение ПВП естественных и искусственных систем необходимо при решении разнообразных задач геодезии [3, 4] и геодинамики [5, 6], геологии и геофизики [7, 8], экологии [9], экономики [10, 11] и в других науках.

Изменения пространственно-временного положения систем проявляются в их движениях и деформациях. Если деформации системы отсутствуют или не выходят за ограниченные, заранее заданные пределы, то ими пренебрегают и рассматривают систему как абсолютно твердое тело (АТТ), в котором взаимное расположение точек не изменяется. Как известно [12], положение в пространстве АТТ определяется положением какой-нибудь одной его точки.

Для определения положения точки в трехмерном пространстве достаточно знать или уравнения трех некопланарных плоскостей, или уравнения двух неколлинеарных прямых, или уравнение одной прямой и одной плоскости. Теоретические основы решения таких задач рассматриваются в курсах аналитической геометрии и линейной алгебры [13, 14, 15].

В трехмерном пространстве уравнение прямой и плоскости, проходящих через фиксированную точку  $Q$ , имеют соответственно вид

$$\bar{r}(t) = \bar{r}_Q + t \cdot \bar{u}, \quad (1)$$

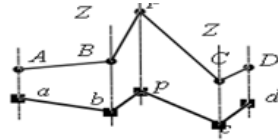
$$\bar{r}(t_1, t_2) = \bar{r}_Q + t_1 \cdot \bar{u}_1 + t_2 \cdot \bar{u}_2, \quad (2)$$

где  $\bar{u}$  – направляющий орт-вектор прямой;  $\bar{u}_1, \bar{u}_2$  – два неколлинеарных вектора, принадлежащих плоскости;  $t, t_1, t_2$  – параметры.

На практике исходными данными для составления таких уравнений служат: углы, измеренные между направлением на точку с известными координатами и направлением на определяемую точку, и/или расстояния, измеренные от точки с известными координатами до определяемой точки.

Рассмотрим методы составления уравнений (1), (2) по измеренным углам и расстояниям [16, 17, 18].

1. Пусть заданы радиус-векторы точек  $A, B, C, D$  (рис. 1). На этом рисунке строчными буквами обозначены проекции точек в плоскость  $OXY$ . Горизонтальный угол  $abp$ , измеренный в точке  $B$  по ходу часовой стрелки, обозначим  $UB$ . Зенитное расстояние в этой же точке, измеренное в направлении на определяемый пункт  $P$ , обозначим  $ZB$ . По этим данным составим уравнение прямой, проходящей через точку  $B$  в направлении на определяемый пункт  $P$ .



$$(M_1^{(0)}, M_1^{(1)}, M_1^{(2)}), (M_0^{(0)}, M_0^{(1)}, M_0^{(2)}), z_1, z_2, z_3, z_4, z_5$$

Рис. 1. Исходная ситуация для определения направления  $BP$

Обозначим  $\bar{p}1$  – орт-вектор направления  $\overline{BP}$ ;  $\bar{p}0$  – орт-вектор направления  $\overline{bp}$  в плоскости  $OXY$ ;  $\bar{k}$  – орт-вектор оси  $OZ$ . Известный орт вектор направления  $BA$  в плоскости  $OXY$  обозначим  $\bar{ba}$ . В принятых обозначениях имеем

$$\bar{p}1 = \bar{p}0 \cdot \sin(ZB) + \bar{k} \cdot \cos(ZB). \quad (3)$$

Для определения  $\bar{p}0$  запишем систему уравнений

$$\begin{cases} \bar{ba} \cdot \bar{p}0 = \cos(UB); \\ \bar{ba} \times \bar{p}0 = -\bar{k} \cdot \sin(UB), \end{cases} \quad (4)$$

из решения которой найдем

$$\bar{p}0 = \frac{\bar{ba} \cdot \cos(UB)}{\bar{ba} \cdot \bar{ba}} + \frac{(-\bar{k} \cdot \sin(UB)) \times \bar{ba}}{\bar{ba} \cdot \bar{ba}} \quad (5)$$

и запишем уравнение прямой, проходящей через точку  $B$  в направлении на определяемый пункт  $P$

$$\bar{r}(t) = \bar{r}_B + t \cdot \bar{p}1. \quad (6)$$

Двух таких уравнений, отнесенных к двум различным опорным точкам  $B$  и  $C$ , достаточно для определения местоположения точки  $P$  (см. рис. 1).

*Замечание.* На практике из-за ошибок измерений прямые, полученные предложенным методом, в трехмерном пространстве могут не пересекаться. Однако их проекции в плоскости  $OXY$ ,  $OXZ$ ,  $OYZ$  пересекутся обязательно. Поэтому решение данной задачи целесообразно осуществлять в два шага. На первом шаге определить координаты точки  $P$  в плоскости  $OXY$ ,  $OXZ$ ,  $OYZ$ . При этом значения  $xP$ ,  $yP$ ,  $zP$  будут вычислены дважды.

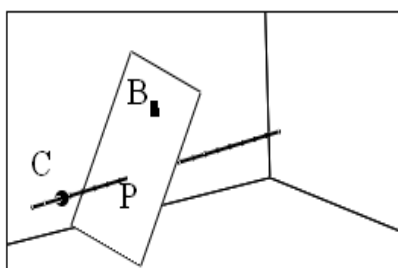
Так как векторы  $\bar{p}0$  и  $\bar{p}1$  (формулы (3) и (5)) принадлежат одной плоскости ортогональной плоскости  $OXY$  (см. рис. 1), то на основании формулы (2) имеем



возможность записать уравнение плоскости, проходящей через исходную точку  $B$  и определяемую точку  $P$

$$\bar{r}(t1, t2) = \bar{r}(B) + t1 \cdot \bar{p}0 + t2 \cdot \bar{p}1. \quad (7)$$

Решая совместно систему линейных уравнений, составленную из уравнения (7) и уравнения прямой, проходящей через точку  $C$  в направлении  $CP$ , найдем координаты точки  $P$ . Такая ситуация схематически показана на рис. 2.



$$R, r \left[ (C^T)^{\langle 0 \rangle}, (C^T)^{\langle 1 \rangle}, (C^T)^{\langle 2 \rangle} \right], \left[ (A^T)^{\langle 0 \rangle}, (A^T)^{\langle 1 \rangle}, (A^T)^{\langle 2 \rangle} \right]$$

Рис. 2. Определение положения точки  $P$  пересечением прямой и плоскости

2. Пусть заданы радиус векторы точек  $A, B, C$  (рис. 3). Составим уравнение прямой линии по измеренным в определяемой точке  $P$  горизонтальным углам  $\Omega1, \Omega2$  и зенитным расстояниям на точки  $A, B, C$ .

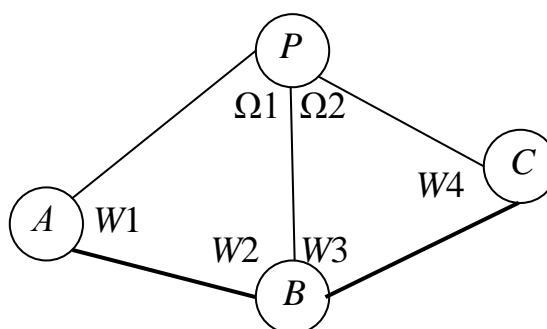


Рис. 3. Геометрическая схема ситуации

Если по углам  $\Omega1$  и  $\Omega2$  и координатам исходных точек  $A, B, C$  найти углы  $W1$  и  $W4$ , то возникает ситуация, рассмотренная в п. 1. В работе [18] показано, что значения углов  $W1$  и  $W4$  можно получить из решения системы уравнений

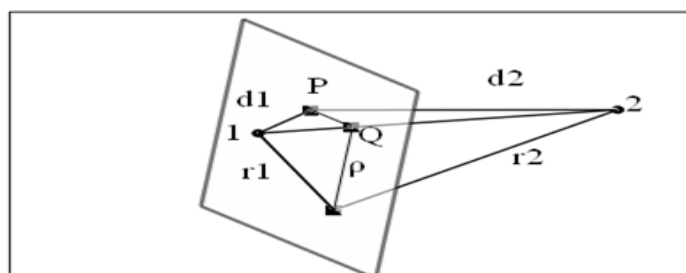
$$\begin{cases} W1 + W4 - \Omega = 0 \\ \left| \overline{AB} \right| \cdot \frac{\sin(W1)}{\sin(\Omega1)} = \left| \overline{BC} \right| \cdot \frac{\sin(W4)}{\sin(\Omega2)} \end{cases} \quad (8)$$

где обозначено

$$\Omega = 2 \cdot \pi - W2 - W3 - \Omega1 - \Omega2. \quad (9)$$

Зная углы  $W1$  и  $W4$ , по аналогии с уравнением (5) запишем уравнение двух прямых, направленных в определяемую точку  $P$ , одна из которых проходит через исходную (опорную) точку  $A$ , а другая – через точку  $C$ . Из решения системы этих двух линейных уравнений, с учетом замечаний, сделанных в п. 1, найдем координаты точки  $P$ .

3. Составим уравнение плоскости  $PP$ , проходящей через определяемую точку  $P$  и ортогональной вектору  $\overline{N} = \overline{r2} - \overline{r1}$ , по расстояниям  $d1$  и  $d2$ , измеренным от исходных пунктов 1 и 2 (рис. 4).



$$(M_{11}^{(0)}, M_{11}^{(1)}, M_{11}^{(2)}), (M_{22}^{(0)}, M_{22}^{(1)}, M_{22}^{(2)}), (M_{22}^{(0)}, M_{33}^{(1)}, M_{33}^{(2)}), PL$$

Рис. 4. Определение плоскости  $PP$

В работе [16] показано, что уравнение искомой плоскости имеет вид

$$\overline{N}(\overline{r} - \overline{p}_Q) = 0, \quad (10)$$

где обозначено

$$\overline{p}_Q = \frac{\overline{r1} + \lambda \overline{r2}}{1 + \lambda}; \quad (11)$$

$$d = \left| \overline{r2} + \overline{r1} \right|; \quad (12)$$

$$\lambda = \frac{d_4 - (d_2^2 - d_1^2)^2}{(d^2 + (d_2^2 - d_1^2))^2} \quad (13)$$

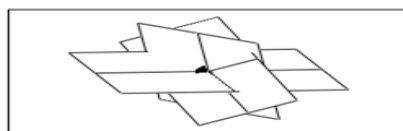
– скалярный множитель, численно равный отношению длин отрезков, на которые точка  $Q$  делит отрезок  $\overline{r_2} - \overline{r_1}$ .

Определяемая точка  $P$  (рис. 4) есть точка пересечения трех таких некопланарных плоскостей. Радиус-вектор определяемой точки  $P$  вычислим по формулам [19],

$$\vec{r}_P = \frac{\vec{r}_1 \cdot \vec{n}_1 \cdot \vec{u}_1 + \vec{r}_2 \cdot \vec{n}_2 \cdot \vec{u}_2 + \vec{r}_3 \cdot \vec{n}_3 \cdot \vec{u}_3}{\vec{n}_1 \cdot \vec{n}_2 \times \vec{n}_3}, \quad (14)$$

где  $\vec{n}_1, \vec{n}_2, \vec{n}_3$  – нормали к плоскостям;

$$\vec{u}_1 = \vec{n}_2 \times \vec{n}_3; \vec{u}_2 = \vec{n}_3 \times \vec{n}_1; \vec{u}_3 = \vec{n}_1 \times \vec{n}_2.$$



$$P1, P2, P3(FM^{(0)}, FM^{(1)}, FM^{(2)})$$

Рис. 5. Определение положения точки пересечением трех некопланарных плоскостей

Таким образом, задача определения ПВП АТТ в фиксированный момент времени сводится к решению систем линейных уравнений (уравнений прямых и плоскостей). Процедуры составления таких уравнений рассмотрены выше.

С течением времени, под влиянием внешней среды и внутренних процессов, ПВП АТТ изменяется. Траектории точек твердого тела, движущегося поступательно, представляют собой конгруэнтные кривые. Следовательно, поступательное движение твердого тела вполне определяется движением какой-нибудь одной из его точек.

Всякое перемещение АТТ в пространстве может быть осуществлено поступательным перемещением какой-нибудь одной из его точек, называемых полюсом, и одним поворотом вокруг оси, проходящей через полюс [12]. Ось вращения при этом может изменять или не изменять свое положение в пространстве. Следовательно, для определения траектории движения твердого тела необходимо определить траекторию поступательного движения, определить траекторию движения оси вращения и характеристики поступательного и вращательного движения: направление, скорость и ускорение [12, 20]. В работе [21] выполнен вычислительный эксперимент для определения положения стационарной оси вращения абсолютно твердого тела по результатам имитационного моделирования многократных геодезических измерений. В качестве примера приведем геометрические модели движения твердого тела (рис. 6).

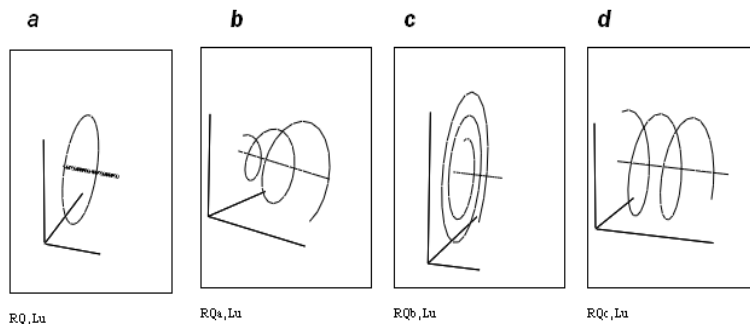
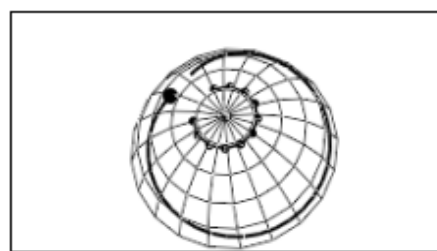
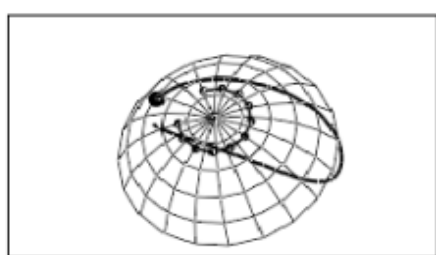


Рис. 6. Траектории движения твердого тела

На рис. 6 приведено четыре сценария траектории движения твердого тела. Во всех сценариях скорость поступательного движения и угловая скорость вращения постоянны, направление поступательного движения неизменно. Ось вращения неподвижна. Сценарий *a* – поступательное движение отсутствует, и тело вращается около неподвижной оси; сценарий *b* – тело вращается и движется поступательно в направлении, составляющим угол  $\gamma$  с осью вращения; сценарий *c* – тело вращается и движется поступательно в направлении, перпендикулярном к оси вращения; сценарий *d* – тело вращается и движется поступательно в направлении, параллельном оси вращения.

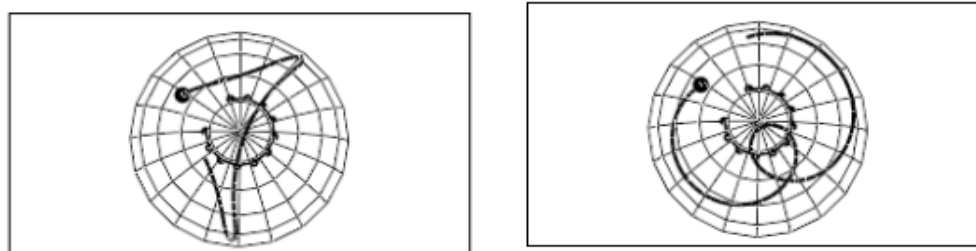
На рис. 7 на поверхности единичной сферы показан годограф радиус-вектора точки, вращающейся около нестационарной оси, и годограф оси вращения (линия с точками), вращающейся против хода часовой стрелки. На этом рисунке слева точка вращается по часовой стрелке, а справа – против часовой стрелки. Скорость вращения оси и точки одинаковая.



$$r, G_1, FF, \left[ \left( rM_0 T^{(0)} \right), \left( rM_0 T^{(1)} \right), \left( rM_0 T^{(2)} \right) \right] \quad r, G_1, FF, \left[ \left( rM_0 T^{(0)} \right), \left( rM_0 T^{(1)} \right), \left( rM_0 T^{(2)} \right) \right]$$

Рис. 7. Траектория вращения стационарной точки около нестационарной оси; скорость вращения точки и оси одинаковые

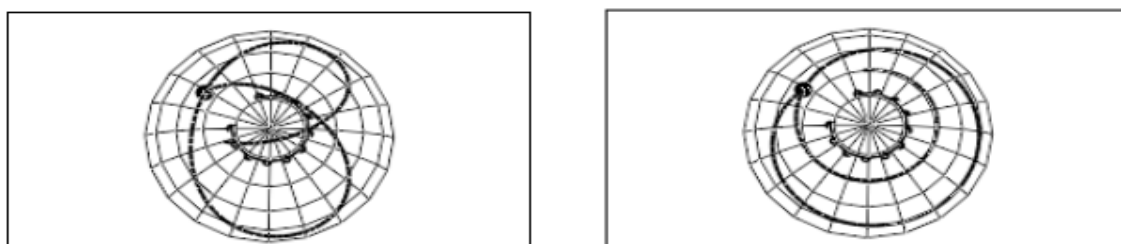
На рис. 8 приведены результаты геометрического моделирования траектории точки, вращающейся в два раза медленнее оси (слева – по часовой стрелке, справа – против часовой стрелки).



$$r, G_1, FF, \left[ (rM_0T)^{\langle 0 \rangle}, (rM_0T)^{\langle 1 \rangle}, (rM_0T)^{\langle 2 \rangle} \right] \quad r, G_1, FF, \left[ (rM_0T)^{\langle 0 \rangle}, (rM_0T)^{\langle 1 \rangle}, (rM_0T)^{\langle 2 \rangle} \right]$$

Рис. 8. Траектория вращения стационарной точки около нестационарной оси; скорость вращения точки в два раза меньше скорости вращения оси

На рис. 9 приведены результаты геометрического моделирования траектории точки, вращающейся в два раза быстрее оси (слева – по часовой стрелке, справа – против часовой стрелки).



$$r, G_1, FF, \left[ (rM_0T)^{\langle 0 \rangle}, (rM_0T)^{\langle 1 \rangle}, (rM_0T)^{\langle 2 \rangle} \right] \quad r, G_1, FF, \left[ (rM_0T)^{\langle 0 \rangle}, (rM_0T)^{\langle 1 \rangle}, (rM_0T)^{\langle 2 \rangle} \right]$$

Рис. 9. Траектория вращения точки около нестационарной оси; скорость вращения точки в два раза больше скорости вращения оси

Таким образом, алгоритмы (3)–(11) позволяют из решения систем линейных уравнений (уравнений прямых и плоскостей) определять местоположение систем, рассматриваемых как абсолютно твердое тело, в фиксированный момент времени. По этим данным, используя алгоритмы теоретической механики, имеем возможность рассчитать траекторию движения абсолютно твердого тела как функцию времени.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

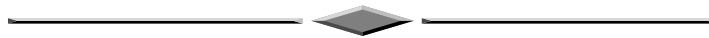
1. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Основы системного анализа. – Томск: НТЛ, 1997. 396 с.

2. Вовк И. Г. Математическое моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 94–103.
3. Обиденко В. И. Разработка и исследование специализированной программы для определения метрических параметров территории Российской Федерации // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 18–29.
4. Обиденко В. И. Технология определения метрических параметров территории Российской Федерации по геопространственным данным // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 3–13.
5. Современная геодинамика Дальнего Востока по результатам геофизических и геодинамических измерений / В. Ю. Тимофеев, Д. Г. Ардюков, В. М. Соловьев, С. В. Шibaев, А. Ф. Петров, П. Ю. Горков, Н. В. Шестаков, Е. В. Бойко // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 30–37.
6. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф. Моделирование продуктов вулканического извержения // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 89–95.
7. Бровар В. В., Магницкий В. А., Шимбирев Б. П. Теория фигуры Земли. – М.: Геодезиздат, 1961. – 256 с.
8. Гравиразведка. Справочник геофизика. – М.: Недра, 1981. – 397 с.
9. Белов П. Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. – М.: Издательский дом «Академия», 2003. – 512 с.
10. Сульгина Л. Ю. О возможности построения геоинформационной системы торговой сети поселения // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 94–106.
11. Голиков Ю. А. Теория притяжения супермаркета // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 114–125.
12. Лойцянский Л. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики. Т. 1. – М.: Наука, 1982.
13. Ильин В. А., Позняк В. Г. Линейная алгебра. – М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1974. – 296 с.
14. Постников М. М. Лекции по геометрии. Семестр II. – М.: Наука, 1979. – 312 с.
15. Математическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1977. Т. 4.
16. Вовк И. Г. Еще один алгоритм определения координат из пространственной линейной засечки // Вестник СГГА. – 2000. – Вып. 5. – С. 137–139.
17. Вовк И. Г. Линейные геометрические модели в прикладной геоинформатике // Сборник материалов Международной научно-методической конференции 3–7 февраля 2014 г., в 3 ч. Ч. 2. – Новосибирск: СГГА, 2014. – С. 279–292.
18. Вовк И. Г. Линейные геометрические модели и их применение в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 107–116.
19. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1976. – 720 с.
20. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики. – М.: Физматгиз, 1963. – 660 с.
21. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Определение вращательного движения объекта по результатам многократных геодезических измерений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр., 15–26 апреля 2013 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Раннее предупреждение и управление в кризисных и чрезвычайных ситуациях: предпринимаемые шаги и их реализация с помощью картографии, геоинформации, GPS и дистанционного зондирования» : сб. материалов. – Новосибирск : СГГА, 2013. – С. 88–91.

Получено 09.02.2015

© И. Г. Вовк, 2015

# ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ



УДК 347.13

## **АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ОПТИМИЗАЦИЯ ШТАТНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОРГАНОВ РОСРЕЕСТРА ПРИ СОЗДАНИИ РЕГИСТРАЦИОННОГО КАДАСТРОВОГО ЦЕНТРА В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Наталья Сергеевна Ивчатова*

Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Новосибирской области, 630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Державина, 28, начальник отдела правового обеспечения, тел. (383)227-10-82, e-mail: pravo@uy.nsk.su

В статье автором проведен анализ показателей нагрузки и штатной численности четырех территориальных органов Росреестра, входящих в зону охвата межрегионального учетно-регистрационного центра Новосибирской области (МУРЦ) – высокотехнологичной площадки, объединяющей учетные и регистрационные действия в отношении четырех сибирских регионов: Новосибирской, Кемеровской, Омской и Томской областей. Произведен расчет необходимой численности создаваемого МУРЦ и количества должностных лиц территориальных органов Росреестра, входящих в МУРЦ Новосибирской области, подлежащих сокращению. Обоснован экономический эффект от перераспределения нагрузок на специалистов между территориальными органами Росреестра и создаваемым МУРЦ.

**Ключевые слова:** дорожная карта, федеральная целевая программа, межрегиональный учетно-регистрационный центр, единая учетно-регистрационная система.

## **CENTRE TO BE ESTABLISHED IN NOVOSIBIRSK REGION: ANALYSIS OF ECONOMIC COMPONENT AND OPTIMIZATION OF ROSREESTR TERRITORIAL BODIES STAFF SIZE**

*Natalia S. Ivchatova*

Administration of Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography, Novosibirsk region, 630091, Russia, Novosibirsk, 28 Derzhavina St., Head of Legal Department, tel. (383)227-10-82, e-mail: pravo@uy.nsk.su

Load – and staff size indices of four Rosreestr territorial bodies (in coverage zone of interregional registration centre of Novosibirsk region) are analyzed. This centre is a high-technology area dealing with registration procedures for four Siberian regions: Novosibirsk, Kemerovo, Omsk, and Tomsk. The required staff size for Novosibirsk registration centre to be founded and the number of public officers of Rosreestr territorial bodies subject to reduction have been calculated. The economic effect of specialists work load redistribution between territorial bodies of Rosreestr and the new registration centre is substantiated.



**Key words:** road map, Federal target program, interregional registration centre, uniform registration system.

В настоящее время сохраняется двойное регулирование сфер регистрации прав и кадастрового учета недвижимости не только двумя самостоятельными федеральными законами – «О регистрации прав» (1997 г.) и «О кадастре» (2007 г.), но и двумя структурами, где сведения информационных ресурсов не всегда совпадают [2]. В такой ситуации очевидно, что в первую очередь ущемляются интересы правообладателей. Именно поэтому Министерство экономического развития России разработало единый закон. Параллельно с разработкой и принятием единого закона идет согласование 14 законопроектов, обеспечивающих электронное взаимодействие ведомств и граждан, уточняющих права и ответственность кадастровых инженеров. Совместно с Росреестром Минэкономразвития совершенствует учетно-регистрационные процедуры [3]. В частности, речь идет о принятии Федерального закона от 23.07.2013 № 250-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части государственной регистрации прав и государственного кадастрового учета объектов недвижимости» [12, 13, 8, 14] и 30 нормативных актов по его реализации, которые предусматривают возможность электронной регистрации прав, гармонизацию и исключение дублирования сведений Реестра прав и кадастра, сокращение до 7 дней сроков регистрации прав и кадастрового учета. Кроме того, проработан переход на ведение в электронном виде ЕГРП и ГКН по новым правилам, в разработке находится внедрение услуги по электронной регистрации прав, сопоставлению и гармонизации сведений в них [15, 16].

С развитием экономики России оборот недвижимости становится все более интенсивным. Поэтому участники экономической деятельности, граждане и субъекты государственного и муниципального управления с каждым днем предъявляют все более высокие требования к качеству и доступности услуг [9, 10]. Пока российская учетно-регистрационная система не достигла уровня развития передовых систем в ряде европейских государств, история развития которых, как известно, исчисляется столетиями [1, 3].

Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости является составной частью задач обеспечения социально-экономического развития страны, решения социальных, экономических и экологических проблем, повышения качества жизни и содействия региональному развитию [1].

Введение единой учетно-регистрационной процедуры предусмотрено планом мероприятий («дорожной картой») «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» [15], а также федеральной целевой программой «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014–2019 годы)» (далее – Программа) [16].

Интеграция мероприятий «дорожной карты» с мероприятиями Программы позволит увеличить потенциал, достигнутый в учетно-регистрационной системе в предыдущие годы, повысить качество предоставления государственных услуг и, как следствие, достичь значений показателей, установленных статистическими документами [11].

В качестве основных предпосылок создания единой федеральной системы в сфере государственной регистрации прав на недвижимость и государственного кадастрового учета недвижимости можно выделить сложившийся положительный многолетний опыт функционирования систем государственной регистрации прав на недвижимость и государственного кадастрового учета недвижимости, а также современную международную практику развития предоставления услуг в этих сферах, свидетельствующих о перспективности институционального объединения рассматриваемых систем и новых информационных технологий, снижающих издержки пользователей и государства при оказании соответствующих услуг [2, 4].

За счет создания единой учетно-регистрационной системы, реализации комплекса нормативных, административных и информационных мероприятий планируется сократить сроки государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, количество необходимых процедур, а также повысить гарантии зарегистрированных прав и исключить административные барьеры и коррупционные проявления [5, 6].

В рамках реализации Программы предусматривается комплекс мероприятий, обеспечивающих создание достоверного (полного и качественного) единого государственного реестра объектов недвижимости, обеспечение оптимальных и комфортных условий предоставления государственных услуг потребителю, а также увеличение доходной части бюджетов за счет расширения налогооблагаемой базы, что, в свою очередь, способствует достижению такой важнейшей стратегической цели государственной политики в области создания условий устойчивого экономического развития Российской Федерации, как эффективное использование земли и недвижимости для удовлетворения потребностей общества и граждан [2, 3].

Совершенствование системы регистрации прав и кадастрового учета предусматривает строительство на территориях семи регионов межрегиональных учетно-регистрационных центров (в Новосибирской области также предполагается строительство такого центра (далее – МУРЦ), которые призваны создать технологическую основу для повышения уровня автоматизации процессов осуществления учетно-регистрационных действий и предоставления информационных услуг Росреестра в масштабах сразу нескольких субъектов РФ [4].

В МУРЦ станут доступны:

- осуществление государственного кадастрового учета недвижимости и учета изменений характеристик объектов недвижимости;
- предоставление сведений, внесенных в государственный кадастр недвижимости;

- подготовка документов для осуществления государственной регистрации прав.

В результате появления центра, как ожидается, будут усовершенствованы процедуры и сокращены сроки предоставления государственных услуг.

На примере МУРЦ Новосибирской области предполагается рассмотреть оптимизацию штатной численности сотрудников регистрирующих органов при его создании.

МУРЦ на территории Новосибирской области предполагает охват учетно-регистрационных процедур на территории четырех сибирских регионов: Новосибирской, Омской, Томской и Кемеровской областей [4, 6].

Процесс учета и регистрации недвижимости в России предполагает индивидуализацию и идентификацию объектов в государственном кадастре недвижимости, далее – ГКН (кадастровый учет с уникальными характеристиками объекта), а также закрепление прав на такие объекты в Едином государственном реестре прав (далее – ЕГРП). При этом сведения об объекте недвижимости в ЕГРП считаются одновременно сведениями ГКН [7, 8]. Все процедуры для «уникальности» и «легализации» объекта проводятся заявителями (рис. 1).

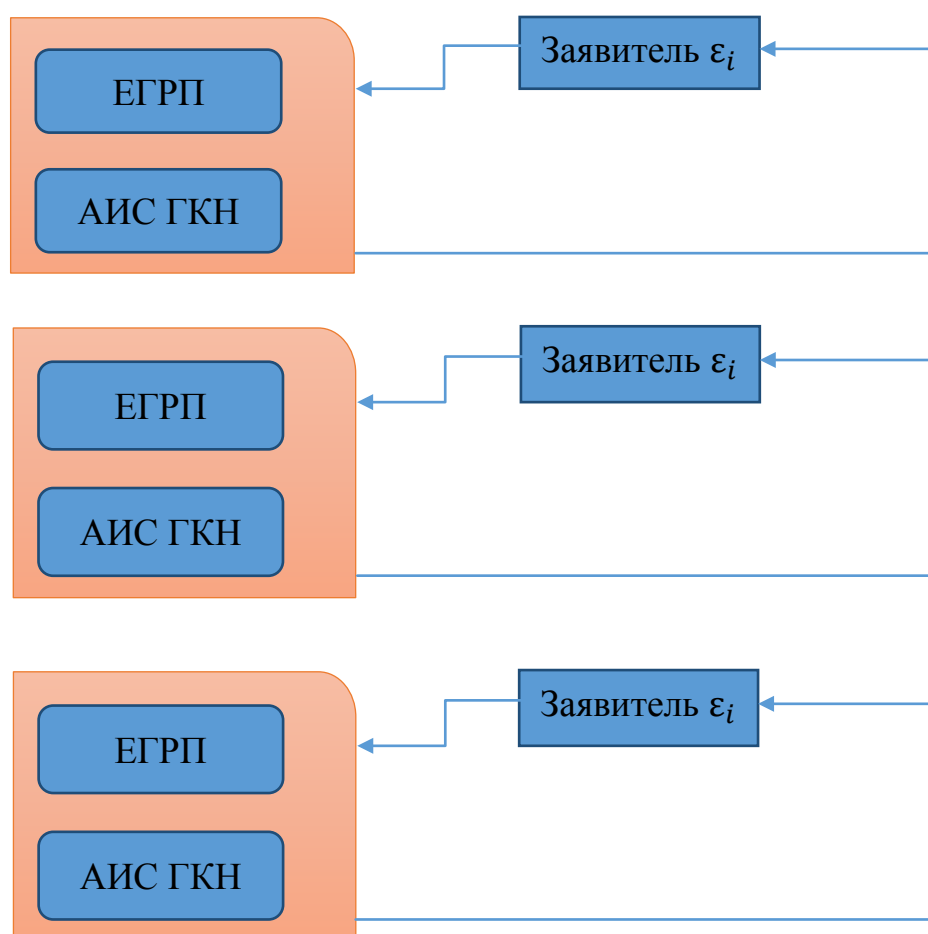


Рис. 1. «Отождествление» объектов недвижимости в Российской Федерации

Безусловно, все действия, которые сегодня совершаются в отношении заявителя учетно-регистрационными органами, являются государственными услугами Росреестра.

Пусть задано

$$\tau_{(a,t)} \nabla \varepsilon_{(i)}, \quad (1)$$

где  $\tau$  – множество действий по оказанию государственных услуг (интегральный показатель), содержащее количественное значение, на определенную дату или промежуток времени: 1) совершенных регистрационных действий; 2) предоставленных сведений их ЕГРП; 3) принятых заявлений на государственную регистрацию прав;  $\alpha$  – класс/набор действий, характеризующийся  $t$  – временем оказания государственной услуги;  $\varepsilon$  – множество обращений в уполномоченные органы, описываемое следующим уравнением:

$$f_{(\delta)} = \int \frac{dF_{(\delta)}}{d\varepsilon}, \quad (2)$$

где  $f_{(\delta)}$  является непрерывной функцией и определяется как производная от интегрального закона распределения («нормального» закона).

Учитывая, что множество  $\tau$  напрямую зависит от показателей, указанных в (1), управляющие воздействия на них, минимизирующие технологические нагрузки, будут значимы с точки зрения формирования системы с наибольшей вероятностью, обеспечивающей сроки выполнения государственных услуг в предусмотренные законом сроки.

В данном случае за расчетное значение объемов возможно принять среднее значение величин оказания государственных услуг по государственной регистрации прав, которое с учетом теории «больших» чисел, является наиболее вероятной величиной, определяемой как:

$$M_{\delta} = \int_0^{\infty} \varepsilon f d\varepsilon, \quad (3)$$

где  $f d\varepsilon$  в нашем случае имеет вид

$$f d\varepsilon = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(s-\mu)^2}{2s^2}}. \quad (4)$$

Следует отметить, что при использовании «нормального» закона распределения (4) значение интервала, соответствующего 0,68 вероятности, будет определяться стандартной ошибкой и являться вполне достаточным условием при расчете отношения множества  $\varepsilon$  к численности сотрудников территориальных органов Росреестра и Кадастровой палаты, оказывающих государственные услуги.

Как видно из табл. 1, среднее число обрабатываемых запросов за период 2010–2014 гг. Росреестром по Новосибирской области, составило:

$$\bar{\varepsilon} = 1\,737\,597.$$

Тогда значение  $\bar{\varepsilon} = 1\,737\,597 \pm 331\,954$  (стандартная ошибка) будет верно на уровне вероятности оказываемых государственных услуг, равном 0,68, то есть 68 % всех ожидаемых значений множества  $\varepsilon$  будут находиться в пределах от 1 405 644 до 2 069 551.

Тем самым, выбрав максимальное граничное значение 2 069 551, возможно рассчитать количество должностных лиц территориальных органов Росреестра, необходимое для обеспечения деятельности, исходя из средних значений объемов оказания государственных услуг по регистрации прав.

Для этого следует определить максимальное количество регистрационных действий, приходящихся на каждого сотрудника, как отношение всех обработанных заявок территориальными органами к числу сотрудников, являющихся государственными регистраторами.

В табл. 1 и 2 представлены данные о совершенных действиях по регистрации прав и количестве сотрудников за период 2010–2014 гг. по территориальным органам Росреестра, входящим в зону охвата МУРЦ Новосибирской области.

Таблица 1

Количество совершаемых значимых действий

Год	Омская область	Томская область	Кемеровская область	Новосибирская область
2010	1 699 562	886 262	1 356 578	1 410 563
2011	1 716 443	876 411	1 264 462	1 434 701
2012	1 642 667	926 261	1 380 219	2 168 501
2013	1 245 071	1 070 376	1 349 084	1 972 372
2014	1 158 912	1 069 732	1 275 516	1 701 850
Среднее	1 492 531	965 808	1 325 172	1 737 597

Таблица 2

Численность территориальных органов Росреестра, входящих в зону охвата МУРЦ Новосибирской области

Год	Омская область	Томская область	Кемеровская область	Новосибирская область
2010	122	78	197	200
2011	156	86	207	199
2012	169	100	207	208
2013	190	96	210	195
2014	197	91	197	184

С использованием данных вышеприведенных таблиц рассчитывается средний показатель действий, выполняемых одним сотрудником регистрирующего органа со средней нагрузкой (табл. 3).

Таблица 3

Количественные показатели услуг на одного служащего в территориальных органах Росреестра, входящих в зону охвата МУРЦ Новосибирской области

Год	Омская область	Томская область	Кемеровская область	Новосибирская область
2010	13 931	11 362	6 886	7 053
2011	11 003	10 191	6 109	7 210
2012	9 720	9 263	6 668	10 425
2013	6 553	11 150	6 424	10 115
2014	5 883	11 755	6 475	9 249

С учетом данных табл. 3 дальнейшие расчеты следует осуществлять исходя из 13 931 регистрационного действия в год, приходящегося на одно должностное лицо.

Тогда с учетом ограничений 68 % процентов обрабатываемых заявлений, имеем следующую численность сотрудников, обеспечивающих выполнение среднего значения объема работ (табл. 4).

Таблица 4

Численность сотрудников, обеспечивающих выполнение среднего значения объема работ в территориальных органах Росреестра, входящих в зону охвата МУРЦ Новосибирской области

Численность сотрудников	Омская область	Томская область	Кемеровская область	Новосибирская область	Всего
Численность территориального органа, обеспечивающая 68 % заявок	126	76	99	149	
Численность на 2014 г.	197	91	197	184	
Сокращение территориального органа	71	15	98	35	219

Для обеспечения устойчивости и возможности обрабатывать «критичные» объемы, превышающие пределы 68-процентной вероятности, следует использовать свойство закона нормального распределения, при котором уровень 0,99 вероятности достигается при интервалах значения, равных трем стандартным отклонениям от среднего (табл. 5).

Таблица 5

Расчет обрабатываемых специалистами «критичных» объемов  
регистрационных действий

Интервалы значений	Омская область	Томская область	Кемеровская область	Новосибирская область
Среднее значение	1 492 531	965 808	1 325 172	1 737 597
Стандартное отклонение	268 364	96 977	51 816	331 954
Уровень 0,68 вероятности	1 760 895	1 062 785	1 376 988	2 069 551
Уровень 0,99 вероятности	2 297 624	1 256 739	1 480 621	2 733 458

Используя данные математические свойства, получаем количество должностных лиц, превышающих максимальную численность специалистов, обеспечивающих выполнение «критичных» объемов по регистрации и учету недвижимости (табл. 6).

Таблица 6

Численность сотрудников, превышающих максимальную численность специалистов, обеспечивающих выполнение «критичных» объемов по регистрации и учету недвижимости

Численность сотрудников	Омская область	Томская область	Кемеровская область	Новосибирская область
Численность сотрудников территориального органа Росреестра, обеспечивающая уровень вероятности 0,68	126	76	99	149
Дополнительно необходимая численность сотрудников территориального органа Росреестра, обеспечивающая уровень вероятности 0,99	39	14	7	48
Численность сотрудников территориальных органов Росреестра на 2014 г. (оказывающих государственные услуги)	197	91	197	184
Разница	32	1	91	-13



С учетом приведенных расчетов следует, что территориальным органам Росреестра для осуществления государственных услуг необходимо: в Омском Управлении Росреестра – 126, в Томском Управлении Росреестра – 76, в Кемеровском Управлении Росреестра – 99, в Управлении Росреестра по Новосибирской области – 149 сотрудников. Соответственно, численность сотрудников данных территориальных органов может быть сокращена на 219 человек.

Численность межрегионального учетно-регистрационного центра Новосибирской области по специалистам, осуществляющим регистрационные процедуры, составит 108 человек. Данное предлагаемое распределение позволит сократить численность государственных служащих на 111 единиц.

Проанализировав показатели, позволяющие оптимизировать численность территориальных органов Росреестра, нельзя не сказать о безусловной экономической составляющей МУРЦ, которая позволит значительно сократить временные и трудовые затраты, позволит оптимизировать численность работников в области кадастрового учета и государственной регистрации прав, сократив штат государственных служащих, автоматизировать регистрационно-учетные процессы, снизить объемы финансирования на многочисленные аппараты и отделы территориальных органов Росреестра. Развитие сети МУРЦ на территории России не только позволит оказывать услуги Росреестра в электронном виде на высочайшем уровне, но и обеспечит экстерриториальный принцип обслуживания граждан, что также является немаловажным финансовым фактором при осуществлении таких процедур между различными регионами (рис. 2).

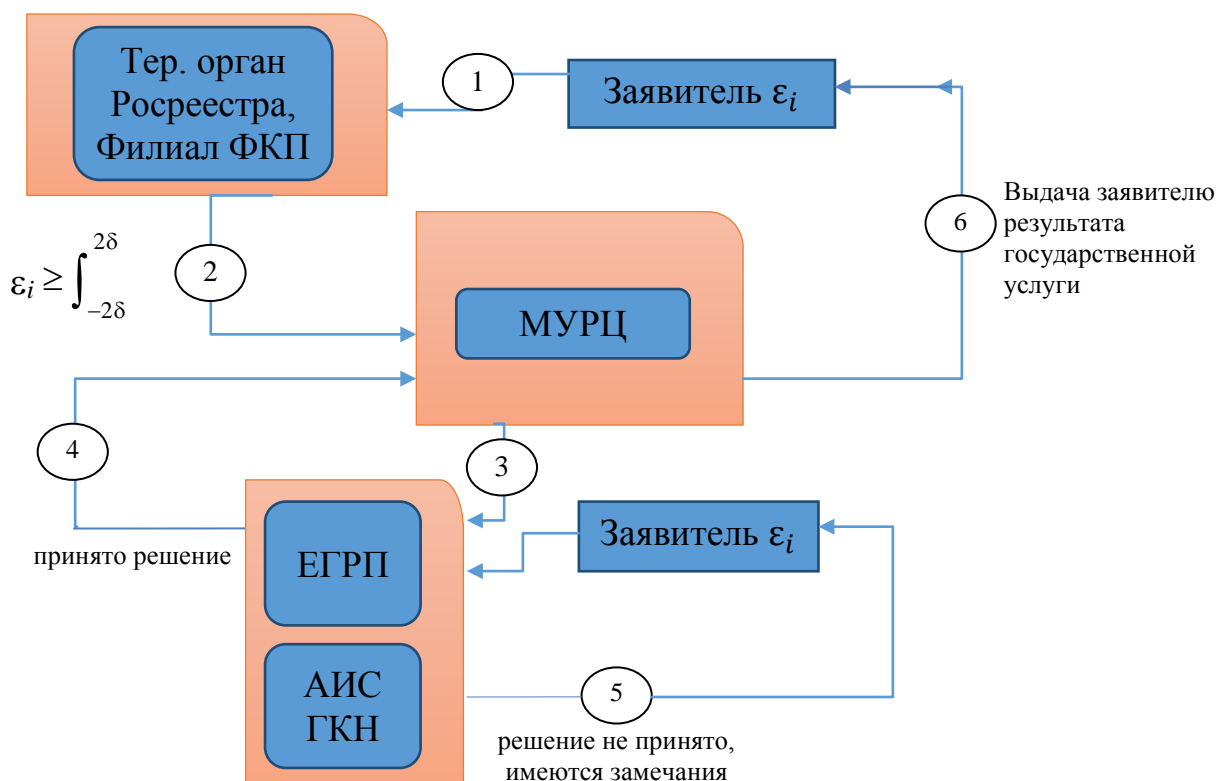


Рис. 2. Взаимодействие МУРЦ и заявителей в едином непрерывном цикле государственных услуг

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Анализ современного состояния государственного кадастра недвижимости в России // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Международ. науч. конгр., 10–20 апреля 2012 г., Новосибирск : сб. молодых ученых СГГА. – Новосибирск : СГГА, 2012. – С. 3–11.
2. Фролов А. Н., Петрунин А. Н. Проблемы реформирования учетно-регистрационной системы // Социально-политические науки. – 2013. – Вып. 1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-reformirovaniya-uchyotno-registratsionnoy-sistemy-nedvizhimosti>.
3. Королев П. О проекте Федерального закона «О государственной регистрации недвижимости», предусматривающем объединение сведений Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним (ЕГРП) и государственного кадастра недвижимости (ГКН) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2014/10/21/nedvijimost.html>.
4. Ивчатова Н. С. Правовые основы создания единой учетно-регистрационной системы в Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/pravovye-osnovy-sozdaniya-edinoj-uchetno-registratsionnoy-sistemy-v-rossiyskoj-federatsii>.
5. Митрофанова Н. О., Сухарникова Я. В. Повышение качества и доступности государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним на территории Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 44–52.
6. Ветошкин Д. Н., Ивчатова Н. С., Пархоменко И. В. Реализация принципа «Одного окна» в системе государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на недвижимое имущество на примере Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 4 (14). – С. 116–121.
7. Митрофанова Н. О. Современные тенденции совершенствования системы ведения государственного кадастра недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Международ. науч. конгр. : Международ. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 121–127.
8. Рягузова С. Е., Пархоменко И. В. Объекты недвижимости. Понятие, признаки, виды // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Международ. науч. конгр. : Международ. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 13–22.
9. Ключева О. В., Варакин Г. С., Реализация единой системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) в целях предоставления государственных и муниципальных услуг в электронной форме // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Международ. науч. конгр. : Международ. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 34–37.
10. Ивакин А. И. Преобразования в системе регистрации прав и кадастрового учета недвижимости // Вестник Росреестра. – 2013. – Вып. 2 (16). – С. 16–20.
11. Спиренков В. А. План мероприятий (дорожная карта) «Оптимизация процедур регистрации собственности» // Вестник Росреестра. – 2012. – Вып. 4 (14). – С. 35–39.
12. О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним: федеральный закон от 21.07.1997 г. № 122-ФЗ // Российская газета № 145, 30.07.97, Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 30, ст. 35944.

13. О государственном кадастре недвижимости (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2014): федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ 30.07.2007 // Собрание законодательства РФ, 30.07.2007, № 31, ст. 4017.

14. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части государственной регистрации прав и государственного кадастрового учета объектов недвижимости: федеральный закон от 23.07.2013 № 250-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_149701/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_149701/).

15. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним»: распоряжение Правительства РФ от 01.12.2012 № 2236-р // Собрание законодательства Российской Федерации, № 50 (ч. VI), 10.12.2012, ст. 7088.

16. О федеральной целевой программе «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014–2019 годы)»: постановление Правительства РФ от 10.10.2013 № 903 // Официальный интернет-портал правовой информации [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru), Собрание законодательства Российской Федерации, № 42, 21.10.2013, ст. 5364.

Получено 02.02.2015

© Н. С. Ивчатова, 2015

УДК 528.44

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕОЦЕНКИ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В СУДЕБНОМ ПОРЯДКЕ

*Виктор Николаевич Москвин*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (383)344-31-73, e-mail: mosk46@ngs.ru

*Татьяна Александровна Соколова*

ООО «Ресурсы Сибири», 630128, Россия, г. Новосибирск, ул. Демакова, 27, генеральный директор, e-mail: resursysibiri@yandex.ru

Работа посвящена вопросу переоценки кадастровой стоимости и установлению надлежащей даты определения рыночной стоимости земельных участков в населенных пунктах при ее оспаривании на примере Новосибирской области. Приводится обзор судебной практики, анализ судебной позиции и ее изменения по указанному вопросу.

**Ключевые слова:** государственная кадастровая оценка земельных участков, кадастровая стоимость земельного участка, дата кадастровой оценки земельных участков, рыночная стоимость земельного участка, переоценка кадастровой стоимости, вновь образованный участок.

## JUDICIAL CADASTRAL REVALUATION OF LAND UNIT: PROBLEMS AND PROSPECTS

*Victor N. Moskvina*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph.D., Prof., Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. (383)344-31-73, e-mail: mosk46@ngs.ru

*Tatiana A. Sokolova*

Open corporation «Resources of Siberia», 630128, Russia, Novosibirsk, 27 Demakov St., Director General, e-mail: resursysibiri@yandex.ru

By the example of Novosibirsk region settlements, the authors dwell on the problem of cadastral revaluation, market value for disputable land units and fixing the date for its determination. Relevant judicial practice and legal position are analyzed with regard to some changes therein.

**Key words:** state cadastral valuation of land units, cadastral value of land unit, date of land unit cadastral valuation, market value of land unit, cadastral revaluation, new-allotted land unit.

На протяжении последних лет актуальной проблемой оценочной деятельности в Российской Федерации является оценка рыночной стоимости земельных участков для целей пересмотра (оспаривания) результатов их кадастровой оценки [1–4]. Это вызвано тем, что зачастую кадастровая стоимость, установленная субъектами РФ, представляется землепользователям явно завышенной и не соответствующей ее рыночной стоимости, следствием чего являются об-

ращения гражданских и юридических лиц в суд с целью изменения кадастровой стоимости. По информации, опубликованной на официальном сайте Федеральной службы государственного реестра, кадастра и картографии (Россреестр) за период с 01.01.2014 г. по 31.10.2014 г., на территории РФ в судах инициирован 13 171 спор о величине кадастровой стоимости. По нашему мнению, первопричиной этого стала массовость государственной кадастровой оценки без учета индивидуального подхода к каждому объекту недвижимости, породившая большое количество ошибок при ее проведении.

Для процедуры пересмотра (оспаривания) результатов определения кадастровой стоимости используется термин «переоценка кадастровой стоимости», под которым понимается пересмотр результатов определения кадастровой стоимости путем установления в отношении объекта недвижимости его рыночной стоимости на дату, по состоянию на которую была установлена его кадастровая стоимость. В статье указанная процедура рассматривается для определения рыночной стоимости земельных участков г. Новосибирска и Новосибирской области [5]. Законодательством Российской Федерации предусмотрена возможность изменения результатов определения кадастровой стоимости земельного участка на основе ее переоценки путем установления ее равной рыночной стоимости (п. 3 ст. 66 [6]).

В дальнейшем мы будем опираться на определение кадастровой стоимости земельного участка, данное в ст. 65 Земельного кодекса РФ в редакции [6] – «кадастровая стоимость земельного участка – это расчетная величина, отражающая представление о ценности (полезности) земельного участка в строго конкретных случаях его использования», и Федеральным стандартом оценки (ФСО № 4) [7, 8] – «кадастровая стоимость – это рыночная стоимость, рассчитанная методами массовой оценки и утвержденная нормативным актом субъекта Российской Федерации». При этом определение «рыночная стоимость объекта оценки» в данной статье используется в формулировке, определенной в [7].

Вопросы ведения государственного кадастра недвижимости (ГКН) и совершенствования кадастровой оценки объектов недвижимости были затронуты в работах [9–16], однако, в литературе практически отсутствует решение проблемы переоценки кадастровой стоимости земельных участков. Рассмотрим практику решения задачи переоценки кадастровой стоимости, обратив особое внимание на установление даты переоценки.

Реальная возможность пересмотра кадастровой стоимости земельных участков РФ появилась у собственников и арендаторов земельных участков с введением главы III.1 в Федеральный закон [17]. Данная глава введена Федеральным законом [18].

Процесс определения кадастровой стоимости является сложной и длительной процедурой, включающей в себя ряд действий, таких как:

- принятие решения о проведении государственной кадастровой оценки;
- отбор исполнителя работ по определению кадастровой стоимости и заключение с ним договора на проведение оценки;

- определение кадастровой стоимости и составление отчета об определении кадастровой стоимости;
- утверждение результатов определения кадастровой стоимости;
- непосредственное внесение результатов определения кадастровой стоимости в государственный кадастр недвижимости.

Как следует из [17] в редакции [18], рыночная стоимость объекта недвижимости для целей переоценки его кадастровой стоимости должна быть определена на дату определения его кадастровой стоимости – «на дату, по состоянию на которую установлена его кадастровая стоимость».

С какого же момента кадастровая стоимость считается установленной и на какую дату следует делать переоценку кадастровой стоимости земельного участка?

Федеральный закон «Об оценочной деятельности», использующий понятие «дата, по состоянию на которую установлена кадастровая стоимость», не дает его толкования. Еще более сложным и неоднозначным является вопрос об установлении даты оценки в случае пересмотра кадастровой стоимости для вновь образованных земельных участков – участков, образованных после окончания в регионе их расположения процедуры государственной кадастровой оценки.

Формулировку «дата, по состоянию на которую устанавливается кадастровая стоимость» применительно к вновь образованному земельному участку можно трактовать неоднозначно. С одной стороны, датой оценки для таких объектов можно считать дату оценки, указанную в отчете об определении кадастровой стоимости, так как определение кадастровой стоимости для таких земельных участков осуществляется на основе стоимостных данных из этого отчета, а сама процедура «оспаривания», а точнее установления кадастровой стоимости в размере рыночной, требует сопоставимости стоимостей. С другой стороны, если считать, что установление стоимости происходит после возникновения вновь образованного земельного участка, то дата оценки должна соответствовать моменту его образования, либо принятия решения об установлении в отношении его кадастровой стоимости.

Сложность определения указанной даты заключается в том, что нормами права, регулируемыми как оценочную деятельность в целом, так и процедуру государственной кадастровой оценки, не дано определение понятия «дата, по состоянию на которую установлена кадастровая стоимость».

И, несмотря на то, что анализ норм права, регулирующих деятельность по переоценке кадастровой стоимости, позволял субъектам оценочной деятельности (оценщикам) прийти к конкретному пониманию того, какую дату следует считать «датой, по состоянию на которую установлена кадастровая стоимость объекта недвижимости», оценщики различных регионов РФ вынуждены были оценивать рыночную стоимость земельного участка для целей переоценки его кадастровой стоимости на ту дату, на которую указывала судебная инстанция региона месторасположения спорного земельного участка.



Суды же различных регионов Российской Федерации абсолютно по-разному толковали понятие «дата установления кадастровой стоимости объекта недвижимости». До 25.06.2013 единая позиция судов по вопросу о том, какую дату считать датой установления кадастровой стоимости объекта недвижимости, отсутствовала. Актуальная судебная практика складывалась таким образом, что под датой установления кадастровой стоимости понимались разные даты совершения разных действий разными организациями.

К решению данного вопроса существовало, по меньшей мере, два подхода, в соответствии с которыми рыночная стоимость может определяться:

- на дату принятия нормативного правового акта субъекта РФ об утверждении результатов государственной кадастровой оценки;
- на дату проведения кадастровой оценки (содержится в нормативном правовом акте субъекта РФ об утверждении результатов государственной кадастровой оценки).

Неоднозначно складывалась судебная практика и по вопросу определения даты оценки для вновь образованных земельных участков: в решениях судов различных регионов можно встретить указание на определение стоимости вновь образованных земельных участков:

- на дату принятия решения об установлении в отношении его кадастровой стоимости;
- на дату по состоянию, на которую была определена удельная кадастровая стоимость для преобразуемого участка;
- на дату образования вновь образованного земельного участка;
- на дату оспаривания кадастровой стоимости (текущую дату).

Первым поворотным моментом, который оказал очень серьезное влияние на складывающуюся судебную практику, стало постановление Президиума Высшего арбитражного суда РФ (ВАС РФ) [19]. Данным постановлением ВАС РФ разъяснил, что требование об установлении размера кадастровой стоимости земельного участка имеет своим предметом изменение внесенной в государственный кадастр недвижимости органом кадастрового учета кадастровой стоимости земельного участка на его рыночную стоимость, а не оспаривание действий этого органа.

В этом же постановлении ВАС РФ был вопрос о дате установления новой кадастровой стоимости, в том числе для вновь образованных участков. Отмечается, что Федеральный закон об оценочной деятельности прямо не называет ту дату, которую следует считать датой установления кадастровой стоимости. Однако, принимая во внимание в совокупности положения главы III.1 «Государственная кадастровая оценка» Закона об оценочной деятельности, подзаконные акты, регулирующие порядок проведения кадастровой оценки, необходимо учитывать обеспечение соотносимости рыночной и кадастровой стоимостей. Кроме этого, при определении рыночной стоимости необходимо учитывать показатели и ценообразующие факторы в отношении объекта, которые существо-



вали на тот же момент, на который они были использованы оценщиком, определившим кадастровую стоимость.

На эту же дату необходимо определять и рыночную стоимость тех объектов недвижимости, сведения о которых не были внесены в кадастр на момент формирования перечня объектов недвижимости, подлежащих государственной кадастровой оценке, в частности вновь образуемых земельных участков, в силу следующего. Согласно действующим нормативным актам, кадастровая стоимость вновь образованного земельного участка определяется самостоятельно кадастровым органом при постановке вновь образуемого земельного участка на кадастровый учет на основании имеющихся результатов проведенной государственной кадастровой оценки, утвержденных до образования такого участка.

Поскольку при определении кадастровой стоимости вновь образуемого земельного участка применяется удельный показатель кадастровой стоимости преобразуемого земельного участка, то датой, по состоянию на которую определяется рыночная стоимость нового участка, следует считать дату, по состоянию на которую установлена кадастровая стоимость преобразуемого участка.

Однако, несмотря на четко сформированную позицию ВАС в отношении установления даты оценки при определении рыночной стоимости земельных участков для целей оспаривания их кадастровой стоимости, правовая позиция судов в различных регионах России оставалась неоднозначной вплоть до августа-сентября 2014 г.

Авторы данной статьи, участвуя в переоценке кадастровой стоимости земельных участков г. Новосибирска и Новосибирской области в качестве оценщика и эксперта, столкнулись с ситуацией, когда в одно и то же время удовлетворялись иски о принятии в качестве кадастровой стоимости земельных участков их рыночной стоимости, определенной на две абсолютно разные даты:

- на дату принятия нормативного правового акта субъекта РФ об утверждении результатов государственной кадастровой оценки – для Новосибирской области такой датой является дата 01.01.2012 г.;

- на дату проведения кадастровой оценки в субъекте РФ – для Новосибирской области такой датой является дата 01.01.2010 г.

Такая ситуация, когда в одно и то же время удовлетворялись иски о признании в качестве кадастровой рыночной стоимости, определенной как на дату 01.01.2010 г., так и на дату 01.01.2012 г., сохранялась вплоть до середины сентября 2014 г. (таблица).

Поправки к [20] и [21, 22], внесенные № 225-ФЗ от 21.07.2014 и 143-ФЗ от 04.06.2014, в полной мере подтверждают нашу позицию, которая касается определения надлежащей даты при осуществлении процедуры переоценки кадастровой стоимости земельного участка: в случае оспаривания результатов определения кадастровой стоимости рыночная стоимость объекта недвижимости должна быть установлена на дату, по состоянию на которую установлена его кадастровая стоимость.

Таблица

Данные по удовлетворению иска о переоценке кадастровой стоимости земельных участков Новосибирской области с различными датами

№ п/п	Истец	№ дела	Дата удовлетворения иска	Дата оценки
1.	ИП Передерий Зинаида Захаровна	А45-148/2014 г.	03.03.2014 г.	01.01.2012 г.
2.	Новиков Виталий Владимирович	А45-2792/2014 г.	26.03.2014 г.	01.01.2012 г.
3.	ООО «Геофизическая служба»	А45-1088/2014 г.	22.04.2014 г.	01.01.2012 г.
4.	ООО «СибАвтоГаз»	А45-4314/2014 г.	22.04.2014 г.	01.01.2012 г.
5.	Кожуховский Сергей Александрович	А45-4456/2014 г.	14.05.2014 г.	01.01.2012 г.
6.	ОАО «Ремонтно-монтажное Специализированное управление – Сибгазочистка»	А45-5380/2014 г.	19.05.2014 г.	01.01.2012 г.
7	Новикова Ефросинья Васильевна	А45-4036/2014 г.	19.06.2014 г.	01.01.2012 г.
8	ООО «АВТОТЕК» Вновь образованный участок	А45-24309/2013 г.	01.07.2014 г.	01.01.2012 г.
9	Саттаров Тимур Маликович	А45-12280/2014 г.	29.07.2014 г.	01.01.2012 г.
10	ООО «АВТОТЕК» Вновь образованный участок	А45-24313/2013 г.	29.07.2014 г.	01.01.2012 г.
11	ООО «ГАЛЛОП» Три участка, один – вновь образованный участок	А45-14417/2014 г.	26.08.2014 г.	01.01.2010 г.
12	Москвин Петр Николаевич Вновь образованный участок	А45-15106/2014 г.	22.08.2014 г.	01.01.2012г.
13	ООО «Сандра» Вновь образованный участок	А45-15416/2014 г.	26.08.2014 г.	01.01.2012 г.
14	ООО «Вектор»	А45-14847/2014 г.	29.08.2014 г.	01.01.2012 г.
15	ООО «Сандра»	А45-13155/2014 г.	01.09.2014 г.	01.01.2012 г.
16	ООО «Южный кадастровый двор»	А45-16030/2014 г.	10.09.2014 г.	01.01.2012 г.
17	ООО «Аквариум»	А45-15578/2014 г.	11.09.2014 г.	01.01.2012 г.
18	ОАО «Новосибвторцветмет» Вновь образованный участок	А45-16650/2014 г.	28.10.2014 г.	01.01.2010 г.
19	ООО «ТАЙРА»	А45-16024/2014 г.	22.09.2014 г.	01.01.2010 г.
20	ЗАО «НЭМЗ» Вновь образованный участок	А45-16025/2014 г.	14.10.2014 г.	01.01.2010 г.
21	ООО «Техпромаш»	А45-16022/2014 г.	25.09.2014 г.	01.01.2010 г.

Судебная же позиция в отношении даты переоценки кадастровой стоимости вновь образованных земельных участков, сформированная в Новосибирской области, в настоящее время кардинально изменилась. Кадастровая палата, Управление Росреестра по НСО, Правительство НСО, Областной суд Новосибирской области придерживаются следующей позиции: «Датой, по состоянию на которую установлена кадастровая стоимость для вновь образованного участка, является дата внесения сведений о таком участке в государственный кадастр недвижимости». Указанная позиция обосновывается ее сторонниками требованием № 225-ФЗ от 21.07.2014.

Данная позиция противоречит позиции ВАС РФ, поскольку не учитывает в случаях пересмотра кадастровой стоимости необходимости обеспечения соотносимости рыночной и кадастровой стоимостей и, соответственно, требования об использовании при определении рыночной стоимости ценообразующих факторов в отношении объекта недвижимости, существовавших на тот же момент, на который они были использованы для определения кадастровой стоимости.

Авторы статьи считают, что при проведении переоценки кадастровой стоимости вновь образованных участков единственно приемлемым подходом к определению надлежащей даты оценки может быть подход, основанный на вышеуказанной позиции ВАС РФ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

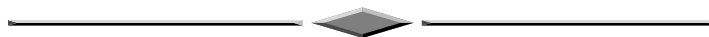
1. Москвин В. Н., Ланшанова Н. В. Государственная кадастровая оценка земель как основа экономической составляющей государственного кадастра недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 30–33.
2. Пархоменко И. В. Совершенствование информационного взаимодействия при формировании налогооблагаемой базы муниципального образования // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (22). – С. 137–145.
3. Митрофанова Н. О., Омельченко К. А. О ведении кадастра недвижимости в Германии // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 72–19.
4. Ключниченко В. Н., Костенко М. Д. Анализ причин приостановлений и отказов в осуществлении государственного кадастрового учета // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 102–107.
5. Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов в Новосибирской области, среднего уровня кадастровой стоимости земель населенных пунктов по муниципальным районам и городским округам Новосибирской области: постановление Правительства Новосибирской области от 29.11.2011 № 535-п [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Земельный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ: в редакции от 28 июля 2012 года [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Федеральный стандарт оценки «Цель оценки и виды стоимости (ФСО-2)», утвержденный приказом Минэкономразвития РФ от 20.07.2007 № 255 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. Федеральный стандарт оценки «Определение кадастровой стоимости (ФСО № 4)», утвержденный приказом Минэкономразвития РФ от 22.10.2010 № 508 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Гиниятов И. А. О классификации документов государственного кадастра недвижимости // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 91–95.
10. Киселева А. О., Ключниченко В. Н. Разработка информационных форм ведения баз данных о недвижимом имуществе для целей кадастра // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 87–93.
11. Институциональная среда современной профессиональной деятельности в области землеустройства и кадастра как фактор оценки ее нормативно-правового обеспечения / А. В. Ван, В. Б. Жарников, И. Н. Евсюкова, Р. В. Кудюшева, В. В. Сафонов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 131–134.
12. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости в России // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–60.
13. Жарников В. Б. Рациональное использование земель как задача геоинформационного пространственного анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 77–82.
14. Москвин В. Н., Кузьминых В. Н. Кадастровая оценка земель для целей налогообложения // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 3, ч. 2. – С. 71–74.
15. Москвин В. Н., Беристенов А. Т. Государственные и рыночные механизмы формирования оценочных показателей недвижимости на основе положений ГЗК // Геодезия и картография. – 2008. – № 2. – С. 65–68.
16. Оценка кадастровой и рыночной стоимости объектов недвижимости экспертными методами / В. Н. Москвин, К. С. Байков, Ю. А. Новоселов, Т. А. Соколова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 189–195.
17. Об оценочной деятельности в Российской Федерации: федеральный закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ в редакции от 28 июля 2012 года // Российская газета. – 2012. – 1 августа.
18. О внесении изменений в Федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 22.07.2010 № 167-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
19. Постановление Президиума Высшего арбитражного суда Российской Федерации № 10761/11 от 25.06.2013 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
20. Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 14.11.2002 г. № 138-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
21. Правила проведения государственной кадастровой оценки земель, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2000 г. № 316 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
22. Методические указания по определению кадастровой стоимости вновь образуемых земельных участков и существующих земельных участков в случаях изменения категории земель, вида разрешенного использования или уточнения площади земельного участка, утвержденные приказом Минэкономразвития России от 12.08.2006 № 222 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Получено 04.02.2015

© В. Н. Москвин, Т. А. Соколова, 2015

## ОПТИКА, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И КОМПЛЕКСЫ



УДК 006: 621.317

### МЕТОДЫ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ АКТИВНЫХ СВЧ-ЦЕПЕЙ И ИЗМЕРЕНИЯ ИХ S-ПАРАМЕТРОВ

*Владимир Анатольевич Литовченко*

НВВКУ, 630117, Россия, г. Новосибирск, ул. Иванова, 49, начальник лаборатории кафедры разведки; Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры метрологии и технологии оптического производства, тел. (383)332-50-45, e-mail: litovchienko.vladimir@mail.ru

Предложены методы анализа устойчивости активных СВЧ-цепей и измерения их S-параметров при заданных эксплуатационных характеристиках. Кроме того, предложен принцип построения имитатора-анализатора усилительных и автогенераторных СВЧ-устройств, реализующего эти методы в составе системы автоматизированного проектирования.

**Ключевые слова:** устойчивость, измерение S-параметров, имитатор-анализатор усилительных и автогенераторных СВЧ-устройств, система автоматизированного проектирования.

### TECHNIQUES FOR ANALYSING ACTIVE SHF-CIRCUITS STABILITY AND THEIR S-PARAMETERS MEASUREMENT

*Vladimir A. Litovchenko*

Novosibirsk Military Command Academy, 630117, Russia, Novosibirsk, 49 Ivanova St., Head of laboratory of exploration; Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., the post-graduate student of the Department of metrology and technology of optical production, tel. (383)332-50-45, e-mail: litovchienko.vladimir@mail.ru

Techniques for analyzing active microwave circuits stability and their S-parameters measurement at set operating characteristics of these circuits are offered. They provide adequate measurement of their S-parameters. The principle of constructing simulator-analyzer for self-oscillating SHF-amplifier is offered. It is to realize these techniques in CAD (computer-aided design) system.

**Key words:** stability, S-parameters measurement, simulator-analyzer for self-oscillating SHF-amplifier, CAD (computer-aided design) system.

Суть проблемы. Экономическая эффективность современных систем автоматизированного проектирования (САПР) и, следовательно, производства усилительных и автогенераторных СВЧ-устройств, которые повсеместно применяются в телекоммуникационных системах связи, определяется точностью

и адекватностью измерения исходных для проектирования  $S$ -параметров активных компонентов этих устройств.

Решению проблемы точного измерения  $S$ -параметров активных компонентов посвящены работы [1–4]. В этих работах предложен принцип построения двух-сигнального анализатора СВЧ-цепей (АЦ) [1] и способ его калибровки [2], обеспечивающий высокую точность измерения  $S$ -параметров активных компонентов в широком динамическом и частотном диапазонах. Кроме того, в этих работах предложена конструкция коаксиального контактного устройства (ККУ) [3] и способ его калибровки [4], обеспечивающий перенос результатов калибровки АЦ коаксиальными мерами на измерение  $S$ -параметров полосковых компонентов. Точность измерения  $S$ -параметров активных компонентов составила  $|\Delta S| \leq 0,1/S$  по модулю и  $\Delta \varphi_S \leq 10^0$  по фазе.

Проблема адекватного измерения  $S$ -параметров активных компонентов вызвана тем, что  $S = S(Q)$  – параметры этих компонентов зависят от их режима работы, который определяется их  $Q$  – эксплуатационными характеристиками

$$Q = \{ U_{\Pi i}, f^{(d_i, d_j)}, P_1^{(d_i, d_j)}, d_j; i, j = 1, 2, i \neq j \}, \quad (1)$$

такими как напряжение питания  $U_{\Pi i}$ , частота усиления или генерации  $f^{(d_i, d_j)}$ , входная мощность  $P_1^{(d_i, d_j)}$  и  $d$ -параметры, имеющие физический смысл ККО  $d_j$  нагрузок этих компонентов (нагрузочных ККО), задающих их режим усиления или генерации как усилительного или автогенераторного СВЧ-устройства в целом.

Множеству возможных значений  $Q$ -эксплуатационных характеристик (1) активного компонента соответствует множество значений его  $S$ -параметров в режиме усиления или генерации. Это требует введения в рассмотрение понятия адекватного измерения  $S$ -параметров активного компонента как измерения  $S$ -параметров этого компонента при его заданных  $Q$ -эксплуатационных характеристиках (1), выбранных из условия удовлетворения  $Q_{v,A}$  – технических характеристик имитируемого АЦ усилительного или автогенераторного СВЧ-устройства формату  $Q_{v,ATЗ}$  его технического задания (ТЗ).

Для решения проблемы адекватного измерения  $S$ -параметров активных компонентов в статье предложен метод анализа устойчивости [5] этих компонентов, определяющий границы  $O_j$  областей устойчивых и неустойчивых нагрузочных ККО  $d_j$  на их комплексной плоскости, что существенно облегчает выбор этих компонентов для усилительных и автогенераторных СВЧ-устройств, а также метод измерения  $S$ -параметров этих компонентов [6, 7] при их заданных  $Q$ -эксплуатационных характеристиках (1). Кроме того, предложен принцип



построения имитатора-анализатора усилительных и автогенераторных СВЧ-устройств (имитационного АЦ (ИАЦ)) [6, 7], реализующего эти методы в составе САПР.

Метод анализа устойчивости. Предварительным этапом измерения  $S$ -параметров активного компонента является анализ его устойчивости [5]. Сущность такого анализа сводится к измерению трех  $m = 1, 2, 3$  значений нагрузочных ККО  $d_j^{(m)}$  этого компонента в режиме регенерации, который является промежуточным режимом между его режимами усиления и генерации. Измеренные нагрузочные ККО  $d_j^{(m)}$  позволяют определить границы  $O_j$ , разделяющие комплексные плоскости входного  $j = 1$  и выходного  $j = 2$  нагрузочных ККО  $d_j$  этого компонента на устойчивые и неустойчивые области, как показано на рис. 1, где знаком  $+d_j$  отмечены устойчивые, а знаком  $-d_j$  – неустойчивые области;  $r_j, \varphi_j$  и  $R_j$  – координаты центра и радиусы границ  $O_j$  этих областей (параметры устойчивости).

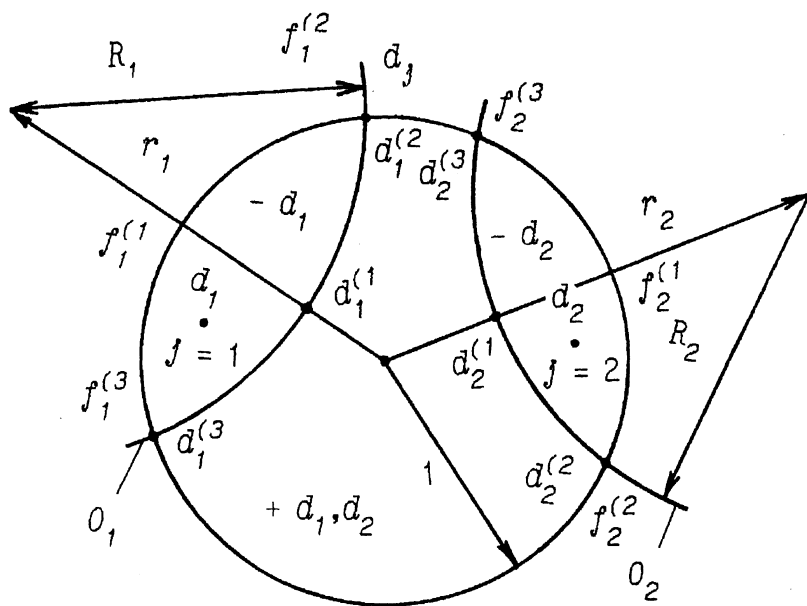


Рис. 1. Области неустойчивых  $-d_j$  и устойчивых  $+d_j$  нагрузочных ККО  $d_j$

При необходимости может быть определен максимально достижимый диапазон

$$\Delta f_j = |f_j^{(2)} - f_j^{(3)}| \quad (2)$$



перестройки частоты  $f^{(d_i, d_j)}$  генерации активного компонента по его входу и выходу, где  $f_j^{(2)}$  и  $f_j^{(3)}$  – граничные частоты генерации, как показано на рис. 1.

Метод измерения  $S$ -параметров. Сигнальный граф нагруженного активного компонента показан на рис. 2, где  $a_i, a'_i$  и  $b_i, b'_i$  – падающие и отраженные волны в линиях передач и в плоскостях  $i - i'$  входов этого компонента;  $\Gamma_i$  и  $T_{ij}$  – ККО и комплексные коэффициенты передачи (ККП) в этих же плоскостях  $i - i'$  входов этого компонента.

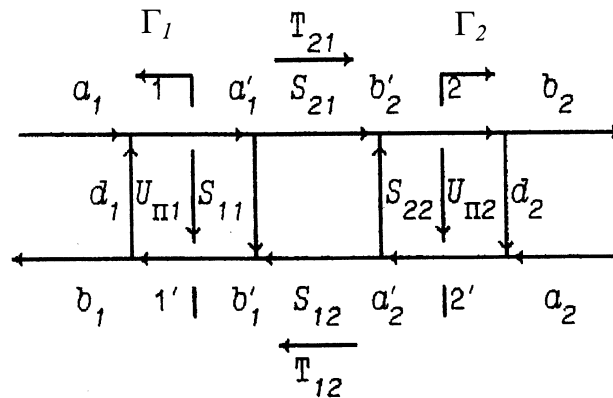


Рис. 2. Сигнальный граф нагруженного активного компонента

Сигнальный граф, показанный на рис. 2, устанавливает связь измеряемых ККО  $\Gamma_i$  и ККП  $T_{ij}$  активного компонента с его  $S$ -параметрами уравнениями [6, 7]:

$$\Gamma_i = \left. \frac{b'_i}{a_i} \right|_{a_i \neq 0, a_j = 0} = S_{ii} + S_{ij} G_j; \quad (3)$$

$$T_{ij} = \left. \frac{b'_i}{a_j} \right|_{a_i = 0, a_j \neq 0} = S_{ij} / (1 - \Gamma_j d_j); \quad i, j = 1, 2, i \neq j,$$

где  $G_j$  – относительная амплитуда

$$G_j = \left. \frac{a'_j}{a_i} \right|_{a_i \neq 0, a_j = 0} = \frac{S_{ji} d_j}{1 - S_{jj} d_j}; \quad (4)$$

выраженная через падающие волны:

$$a'_i = a_i / (1 - \Gamma_i d_i), a'_j = S_{ji} d_j a_i / [(1 - \Gamma_i d_i)(1 - S_{jj} d_j)]. \quad (5)$$

$S_{ij}$ -параметры активного компонента можно определить из (3)

$$S_{ij} = T_{ij} (1 - \Gamma_j d_j); i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (6)$$

Для определения  $S_{ij}$ -параметров из (3) была сформирована следующая система уравнений:

$$a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + a_{i3} x_3 = c_i; i = 1, 2, 3, \quad (7)$$

где  $a_{11} = a_{22} = a_{31} = 1$ ,  $a_{12} = \Gamma_1 d_2$ ,  $a_{21} = \Gamma_2 d_1$ ,  $a_{32} = (T_{21} - S_{21}) d_2 / T_{21} d_1$ ,  $a_{13} = a_{33} = -d_2$  и  $a_{23} = -d_1$  – коэффициенты при неизвестных  $x_1 = S_{11}$ ,  $x_2 = S_{22}$ ,  $x_3 = \Delta_S = S_{11} S_{22} - S_{12} S_{21}$ ;  $c_1 = \Gamma_1$ ,  $c_2 = \Gamma_2$  и  $c_3 = (T_{21} - S_{21}) / T_{21} d_1$  – свободные члены.

Решение системы уравнений (7) позволяет определить  $S_{ii}$  – параметры

$$S_{ii} = \Delta_i / \Delta; i = 1, 2, \quad (8)$$

где  $\Delta_i$  и  $\Delta$  – определители.

Таким образом, предлагаемый метод измерения  $S$ -параметров активного компонента сводится к измерению  $\Gamma$ ,  $T$  и  $d$ -параметров этого компонента с последующим определением его  $S$ -параметров из (6)–(8).

Структурная схема ИАЦ и его взаимодействие с САПР. Предлагаемые методы анализа устойчивости активных СВЧ-цепей и измерения их  $S$ -параметров могут быть реализованы ИАЦ [6], структурная схема которого показана на рис. 3. Он содержит синтезатор 1, блок обработки и программного управления 2, измерительный преобразователь (ИП) 3 и детекторы 4.

Синтезатор 1 вырабатывает напряжения питания  $U_{Pi}$  активного компонента 14, например, транзистора, имитируемого ИАЦ усилительного или автогенераторного СВЧ-устройства, а также зондирующие  $a_i$  и опорные  $a_i^0$  сигналы. Кроме того, он измеряет  $Q_{v,A}$  – технические характеристики этого СВЧ-устройства, такие как токи  $I_i$  потребления, напряжения питания  $U_{Pi}$ , входная и выходная мощности  $P_{вх, вых}$  и рабочая частота  $f$ , посредством измерителя токов и напряжений 5, измерителя мощности 6 и частотомера 7.

Блок обработки и программного управления 2 осуществляет преобразование формата

$$Y_{y,A}^{**} = \{Q_{y,A}^{**}, Q^{**}\} \quad (9)$$

управления ИАЦ, математически модулируемого САПР, в его внутренние команды управления  $y_1, y_2$  и  $y_3$ , где  $Q_{y,A}^{**}$  и  $Q^{**}$  – математически моделируемые САПР:  $Q_{y,A}^{**}$  -технические и  $Q^{**}$  -эксплуатационные характеристики имитируемого ИАЦ усилительного или автогенераторного СВЧ-устройства и его активного компонента 14.

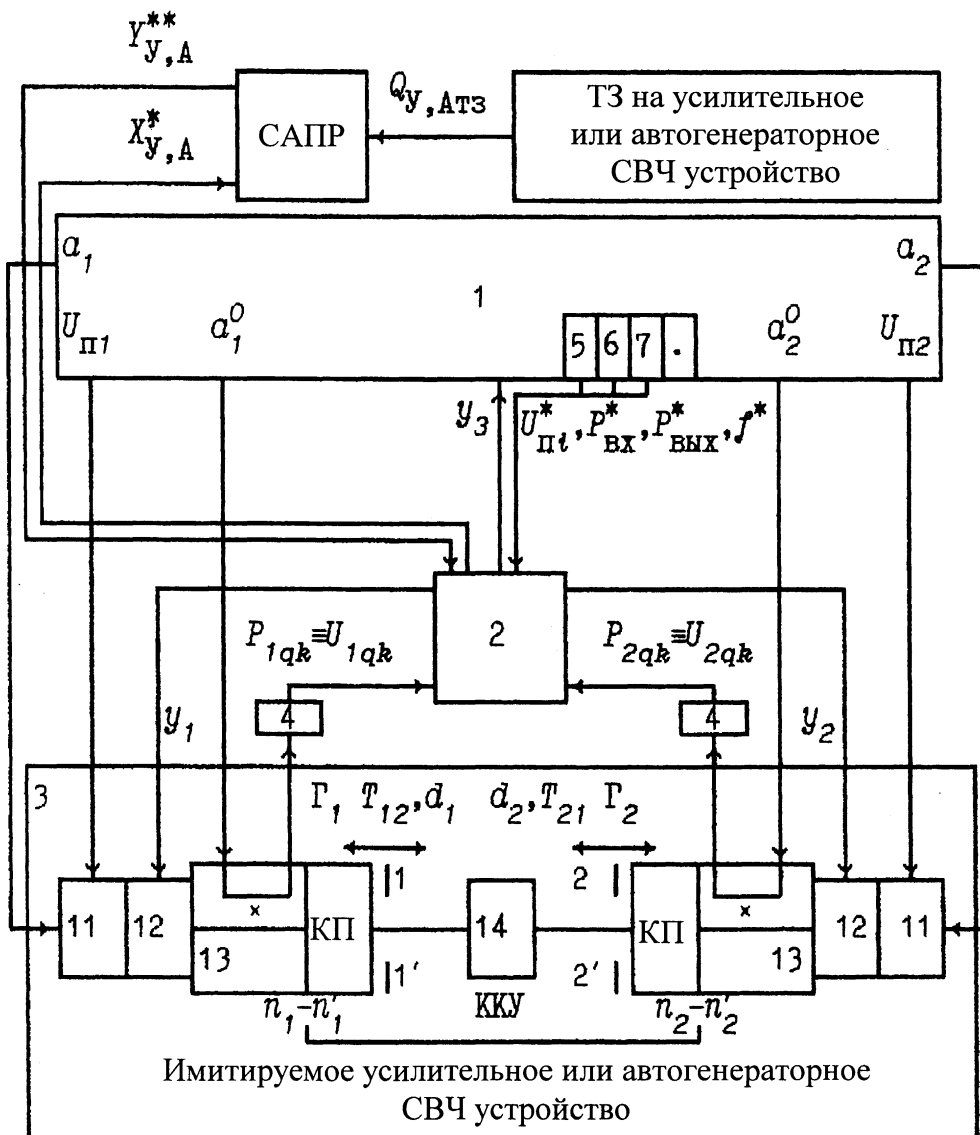


Рис. 3. Структурная схема ИАЦ

Кроме того, этот блок осуществляет преобразование измеренных  $Q_{y,A}^{**}$ -технических характеристик имитируемого ИАЦ усилительного или автогенераторного устройства в измеренные  $Q^{**}$ -эксплуатационные характеристики его актив-

ного компонента, а также преобразование измеренных мощностей  $P_{ikq}^* \equiv U_{ikq}^*$  в измеренные  $\Gamma^*$ ,  $T^*$  и  $d^*$ -параметры этого компонента с последующим определением его  $S^*$ -параметров (6)–(8) и формированием формата

$$X_{y,A}^* = \{Q_{y,A}^*, Q^*, \Gamma^*, T^*, d^*, S^*, r_j^*, \varphi_j^*, R_j^*\}. \quad (10)$$

измерения ИАЦ.

ИП 3 выполнен в виде самостоятельного функционального узла [6], который совместно с синтезатором 1 посредством команд управления  $y_1$ ,  $y_2$  и  $y_3$  ИАЦ обеспечивает имитационное моделирование усилительных и автогенераторных устройств, задавая  $Q$ -эксплуатационные характеристики (1) их активного компонента 14. Для реализации этой функции ИП 3 содержит фильтры 11 напряжений  $U_{\Pi i}$  питания активного компонента 14, перестраиваемые согласующие трансформаторы (ПСТ) 12, задающие его нагрузочные ККО  $d_j$ . Кроме того, ИП 3 содержит направленные мосты (НМ) 13, осуществляющие физическое преобразование измеряемых ККО  $\Gamma_i$  ККП  $T_{ij}$  и нагрузочных ККО  $d_j$  активного компонента в измеренные мощности  $P_{ikq}^*$ .

К измерительным входам  $n_i - n_i'$  НМ 13 подключены коаксиальные переходы (КП) ККУ [3], обеспечивающие подключение к ИАЦ активного компонента 14.

В случае когда измеренные  $Q_{y,A}^*$ -технические характеристики (10) имитируемого усилительного или автогенераторного устройства удовлетворяют формату  $Q_{y,AT3}$  его ТЗ, не превышая предельно допустимую ошибку  $|Q_{y,A}^* - Q_{y,AT3}| \leq \delta$  имитационного моделирования, ИАЦ осуществляет измерение  $\Gamma$ ,  $T$  и  $d$ -параметров активного компонента 14 этих имитируемых СВЧ-устройств.

Измерительное уравнение ИАЦ имеет вид [1]

$$P_{ikq} = E_{iq} [1 + |\rho_{iq}|^2 + 2|\rho_{iq}| \cos(\varphi_{i\rho} + \varphi_{ik})], k = 1, 2, 3, \quad (11)$$

где  $\varphi_{ik}$  –  $k$ -й дискретный сдвиг фазы  $\varphi_{ik}^0$  опорного сигнала  $a_i^0$  относительно фазы  $\varphi_i$  зондирующего сигнала  $a_i$

$$\varphi_{ik} = \pm \sum_k \Theta_{ik}; \quad (12)$$

$\Theta_{ik} = \varphi_i - \varphi_{ik}^0$  – начальная фаза  $\Theta_{i1}$  и фазовый сдвиг  $\Theta_{i2,i3}$ , характеризующий  $k = 2, 3$  дискретное приращение фазы  $\varphi_{ik}^0$  опорного сигнала  $a_i^0$  относительно фазы  $\varphi_i$  зондирующего сигнала  $a_i$ ;  $|\rho_{iq}|$  и  $\varphi_{iq}$  – модуль и фаза эквивалентного ККО

$$\rho_{iq} = C_{i1} \frac{1 + C_{i2} \Gamma_i}{1 + C_{i3} \Gamma_i} \chi_{iq} \quad (13)$$

измеряемого ККО  $\Gamma_i$ ;  $C_{i1}$ ,  $C_{i2}$  и  $C_{i3}$  – комплексные константы НМ 13;  $\chi_{iq}$  – относительная амплитуда

$$\chi_{iq} = |a_i / a_{iq}^0| = |a_i / a_i^0| 10^{\alpha_{iq}/20} \quad (14)$$

зондирующего  $a_i$  и опорного  $a_i^0$  сигналов на  $q$ -м поддиапазоне измерения ККО  $\Gamma_i$ ;  $|a_i / a_i^0|$  – неизвестное начальное отношение амплитуд зондирующего  $a_i$  и опорного  $a_i^0$  сигналов, подлежащее исключению при калибровке ИАЦ;  $\alpha_{iq} = -20 \log |a_{iq}^0 / a_i^0|$  – ослабление амплитуды  $|a_{iq}^0|$  опорного сигнала  $a_i^0$  на  $q$ -м поддиапазоне измерения;  $E_{iq}$  – амплитудный коэффициент, зависящий от мощности  $P_{iq}^0 = |a_{iq}^0|^2 / 2$  опорного сигнала  $a_i^0$  на  $q$ -м поддиапазоне измерения.

По измеренному эквивалентному ККО  $\rho_{iq}$  (13) значения измеренных ККО

$\Gamma_i$  и  $d_j$  можно определить из формулы

$$\Gamma_i, d_j = \frac{G_{i1} \tilde{\chi}_{iq} - \tilde{\rho}_{iq}}{G_{i3} \tilde{\rho}_{iq} - G_{i2} \tilde{\chi}_{iq}}, \quad (15)$$

где  $\tilde{\rho}_{iq} = \rho_{iq} / \rho_{i1}$  и  $\rho_{i1}$  – нормированный эквивалентный ККО измеряемого ККО  $\Gamma_i$  и нормирующий эквивалентный ККО, измеренный при калибровке ИАЦ короткозамкнутой коаксиальной мерой с ККО  $\Gamma_i = W_4 = -1$  на  $q = 1$

поддиапазоне измерения;  $\tilde{x}_{iq}$  – нормированная относительная амплитуда [8–10]

$$\tilde{x}_{iq} = \chi_{iq} / \chi_{i1} = 10^{(\alpha_{iq} - \alpha_{i1}) / 20}; \quad (16)$$

$\tilde{x}_{i1}$  и  $\alpha_{i1}$  – относительная амплитуда (14) и начальное ослабление амплитуды  $|a_i^0|$  опорного сигнала  $a_i^0$  на  $q = 1$  поддиапазоне измерения;  $G_1 = [(1 - C_1) / (1 - C_2)]$ ,  $G_2 = C_2[(1 - C_3) / (1 - C_2)]$  и  $G_3 = C_3$  – нормированные комплексные константы НМ 13, подлежащие определению при калибровке ИАЦ.

Измеренный ККП  $T_{ij}$  был определен в виде

$$T_{ij} = \left. \frac{b_i'}{a_j} \right|_{a_i = 0, a_j \neq 0} = \tilde{\rho}_{ijq} / (1 - d_1 d_2) \tilde{x}_{ijq}, \quad (17)$$

где  $b_i' = \rho_{ijq} a_i^0 10^{-\alpha_{iq} / 20}$  – комплексная амплитуда зондирующего сигнала  $a_j$ , прошедшего к плоскости  $i - i'$  входа активного компонента, выраженная через эквивалентный ККП  $\rho_{ijq} = b_i' / a_i^0 = b_i' / [a_i^0 10^{-\alpha_{iq} / 20}]$ , измеряемый при включении активного компонента в ККУ;  $a_j = \rho_{ij1} a_i^0 10^{-\alpha_{i1} / 20}$  – зондирующий сигнал, выраженный через эквивалентный ККП  $\rho_{ij1} = b_i'' / [a_i^0 10^{-\alpha_{i1} / 20}] = a_j / [a_i^0 10^{-\alpha_{i1} / 20} (1 - d_1 d_2)]$ , измеряемый при непосредственном соединении плоскостей  $i - i'$  и  $j - j'$  входов КП ККУ;  $b_i'' = a_j / (1 - d_1 d_2)$  – комплексная амплитуда зондирующего сигнала  $a_j$ , прошедшего к плоскости  $i - i'$  при непосредственном соединении плоскостей  $i - i'$  и  $j - j'$  входов КП ККУ;  $\tilde{\rho}_{ijq} = \rho_{ijq} / \rho_{ij1}$  – нормированный эквивалентный ККП;  $\tilde{x}_{ijq}$  – нормированная относительная амплитуда, получаемая из (14) и (16) при замене зондирующего сигнала  $a_i$  на  $a_j$ .

В таблице приведен тест зондирующих и  $a_i$  опорных  $a_i^0$  сигналов при измерении  $\Gamma$ ,  $T$  и  $d$ -параметров активного компонента в его режиме усиления и генерации.

Режим усиления активного компонента задается входным непрерывным зондирующим сигналом  $a_1$ . При этом измерение ККО  $\Gamma_2$  и ККП  $T_{12}$  этого компонента осуществляется методом выделения амплитудно-модулированных зондирующих и опорных сигналов  $a_2, a_2^0$  и  $a_2, a_1^0$ , что обеспечивает их селекцию от его входного непрерывного зондирующего сигналов  $a_1$ . В режиме генерации измерение всех ККО  $\Gamma_i$  и ККП  $T_{ij}$  осуществляется методом выделения амплитудно-модулированных зондирующих и опорных сигналов  $a_i$  и  $a_i^0$ , что обеспечивает их селекцию от его собственного выходного сигнала  $b_2^0$ . Амплитуда  $|a_2|$  зондирующего сигнала  $a_2$  в режиме усиления и амплитуды  $|a_1|$  и  $|a_2|$  зондирующих сигналов  $a_1$  и  $a_2$  в режиме генерации выбираются из условия их минимального влияния на эти режимы.

Таблица

Сигнал	Режим усиления			
	$\Gamma_1$	$\Gamma_2$	$T_{12}$	$T_{21}$
Непрерывный Модулированный	$a_1, a_1^0$	$a_1$ $a_2, a_2^0$	$a_1$ $a_2, a_1^0$	$a_1, a_2^0$
	Режим генерации			
	$\Gamma_1$	$\Gamma_2$	$T_{12}$	$T_{21}$
Модулированный	$a_1, a_1^0$	$a_2, a_2^0$	$a_2, a_1^0$	$a_1, a_2^0$

Измеренные  $\Gamma^*$ ,  $T^*$  и  $d^*$ -параметры активного компонента и определенные из (6)–(8) его  $S^*$ -параметры, включая и параметры устойчивости  $r_j^*, \varphi_j^*$  и  $R_j^*$ , передаются в САПР (10) для проектирования усилительного или автогенераторного СВЧ-устройства.

Предложенные методы анализа устойчивости активных СВЧ-цепей и адекватного измерения их  $S$ -параметров, а также принцип построения ИАЦ, реализующего эти методы, обеспечивают повышение экономической эффективности САПР усилительных и автогенераторных СВЧ-устройств, поскольку позволяют сократить цикл опытно-конструкторских работ (ОКР) в 2–3 раза. Сокращение цикла ОКР достигается тем, что ИАЦ имитирует опытный образец проектируе-



мого САПР усилительного или автогенераторного СВЧ-устройства, что исключает необходимость его многократной технологической коррекции.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савелькаев С. В. Теоретические основы построения адаптивных цифровых анализаторов СВЧ-цепей // Электрон. техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1991. – Вып. 9. – С. 34–39.
2. А.с. 1830564 СССР, G 01 R 27/28. Способ калибровки двухсигнального анализатора СВЧ-цепей/ С. В. Савелькаев / Оpubл. Бюл. № 28 // Открытия. Изобретения. – 1993. – № 28.
3. Савелькаев С. В. Коаксиальное контактное устройство // Электрон. техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1991. – Вып. 6. – С. 30–33.
4. А.с. 1682942 СССР, G 01 R 27/28. Держатель транзисторов в устройствах для измерения электрических параметров / В. П. Петров, С. В. Савелькаев, А. В. Борисов. – Оpubл. Бюл. № 37 // Открытия. Изобретения. – 1991. – № 37.
5. А.с. 1774286 СССР, G 01 R 27/28. Способ калибровки коаксиального контактного устройства / С. В. Савелькаев. – Оpubл. Бюл. № 41 // Открытия. Изобретения. – 1992. – № 41.
6. А.с. 1758595 СССР, G 01 R 27/28. Способ анализа устойчивости активного СВЧ-четырёхполюсника / В. П. Петров, С. В. Савелькаев. – Оpubл. Бюл. № 32 // Открытия. Изобретения. – 1992. – № 32.
7. Савелькаев С. В., Устюгов М. Б. К вопросу повышения эффективности систем автоматизированного проектирования усилительных и автогенераторных СВЧ-устройств // Вестник СГГА. – 2004. – Вып. 9. – С. 128–130.
8. Савелькаев С. В., Айрапетян В. С., Литовченко В. А. Методика расчета автогенератора СВЧ в пространстве S-параметров // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2014» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 164–171.
9. Савелькаев С. В. Двухсигнальный метод измерения S-параметров активных СВЧ-цепей в режиме большого сигнала // Электрон. техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1991. – Вып. 5. – С. 30–32.
10. Петров В. П., Савелькаев С. В. Двухсигнальный метод измерения S-параметров транзисторов в режиме большого сигнала // Тр. первой IEEE-Российской конференции «Микроволновая электроника больших мощностей: измерения, идентификация, применение», сент., Новосибирск, НГТУ, 1997. – Новосибирск: НГТУ, 1997. – С. 60–62.

Получено 03.02.2015

© В. А. Литовченко, 2015

## ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

---

УДК 338.48

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКОЙ ОТРАСЛИ**

*Галина Егоровна Мекуш*

Кемеровский государственный университет, 650043, Россия, г. Кемерово, ул. Ермака, 7, корпус № 3, доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент Сибирской академии наук высшей школы, заведующий кафедрой общей и региональной экономики, тел. (384)258-42-36, e-mail: region@kemsu.ru

*Елена Олеговна Ушакова*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры управления бизнес-процессами, e-mail: yeo\_08@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы методического и практического характера, связанные с проведением оценки ресурсного потенциала региона для развития туристской отрасли. Ресурсный потенциал региона является экономической основой его социально-экономического развития, в том числе отраслевого развития территории. На основе анализа известных подходов к оценке ресурсного потенциала региона для развития туристской отрасли была сформирована методика, позволяющая оценивать потенциал региона в разрезе муниципальных образований и выявлять наиболее привлекательные для развития туризма районы и городские округа. Приведены результаты комплексной оценки ресурсного потенциала муниципальных образований Новосибирской области для развития туристской отрасли. Определена специализация по видам туризма, составлена карта потенциала ресурсов региона для развития сферы туризма.

**Ключевые слова:** ресурсы, регион, ресурсный потенциал, туризм, развитие туристской отрасли.

### **ANALYSIS OF NOVOSIBIRSK REGION RESOURCE POTENTIAL FOR TOURIST INDUSTRY DEVELOPMENT**

*Galina E. Mekush*

Kemerovo State University, 650043, Russia, Kemerovo, 7 Yermaka St., building 3, Ph. D., Prof., corresponding member of Siberian academy of sciences, head of Department of General and Regional Economy, tel. (384)258-42-36, e-mail: region@kemsu.ru

*Elena O. Ushakova*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Senior lecturer, Department of Business Process Management, e-mail: yeo\_08@mail.ru

The problems of methodological and practical character involving regional potential assessment for tourism industry development are considered. The resource potential of the region is the basis for its social and economic development including industrial development of the territory. On the basis of common approaches analysis concerning assessment of regional tourism industry resource potential, special technique was developed. It allows for estimating the region potential (for municipalities) and revealing urban and region districts most attractive for tourists. The results of integrated assessment of Novosibirsk region territories resource potential for tourism industry development are presented. Tourism types specialization has been determined, and regional resources map for tourism industry has been made.

**Key words:** resources, region, resource potential, tourism, tourism industry development.

При переходе экономики Российской Федерации к стадии динамичного социально-экономического развития важное значение уделяется проблемам ресурсного обеспечения регионов. Темпы развития региональной экономики напрямую зависят от эффективности использования имеющихся ресурсов. Различия в развитии регионов обусловлено не только их исходным уровнем, но и особенностями каждого региона, его территориальной, производственной структурой, производственной специализацией и прочими факторами.

Под ресурсным потенциалом региона понимается совокупность всех видов ресурсов, формирующихся на данной территории, которые могут быть использованы в процессе общественного производства. Информация о ресурсном потенциале регионов позволяет выявлять «точки экономического роста», что повышает значимость ресурсов и делает их экономически привлекательными [1, 5, 8, 11, 13].

В современных условиях главным фактором развития экономики регионов становится не наличие ресурсов, а эффективность их использования. При выявлении неэффективного использования ресурсного потенциала региона следует проводить оценку возможностей альтернативного использования ресурсов. Это связано с изменением отраслевой структуры, которая является основой экономики региона, определяет специфику и характер ее функционирования. Оценка ресурсов региона для отраслевого развития направлена на исследование природно-ресурсного, экономического, социального, научно-технического и других потенциалов территории [2, 6, 10, 21].

Развитие туристской отрасли является одним из перспективных направлений развития экономики, способствующих эффективному использованию природно-ресурсного потенциала регионов, решению проблем занятости населения, привлечению инвестиций в регион [14, 16, 26]. Кроме того, развитие внутреннего туризма позволяет организовать отдых местного населения, удовлетворить потребности в культурном развитии и воспитании подрастающего поколения [17, 25].

На сегодняшний день туристская отрасль является одной из динамично развивающихся отраслей российской экономики. Она является специфической отраслью, включающей в себя деятельность туристских предприятий по предоставлению комплекса туристских услуг, отдельных услуг туристам и про-

даже туристских товаров в целях удовлетворения потребностей человека, возникающих в период его путешествия (поездки) [27, 28]. Основными участниками рынка туристских услуг являются туристские предприятия (туроператоры и туристские агенты), поставщики услуг (транспортные предприятия, средства размещения, санаторно-культурные предприятия, предприятия питания, экскурсионного обслуживания и др.), а также потребители. Становление туристской отрасли в конкретном регионе стимулирует развитие множества других отраслей экономики, способствует увеличению валового регионального продукта.

Отметим, что практически каждый регион Российской Федерации обладает определенными ресурсами для развития сферы туризма. Но, учитывая различные природно-климатические условия, исторические предпосылки развития регионов и их индустриальное развитие, ресурсный потенциал развития туристской отрасли различен [7, 20].

Для определения роли туристской отрасли в социально-экономическом развитии конкретного региона необходима объективная оценка ресурсного потенциала в разрезе муниципальных образований [4, 12, 15]. Выявление ресурсного потенциала региона для развития сферы туризма осуществляется посредством комплексной оценки всех имеющихся ресурсов [24]. Проблемам определения состава потенциалов ресурсов территории для развития сферы туризма значительное внимание уделено отечественными и зарубежными учеными, в том числе А. В. Дроздовым, В. Г. Гуляевым, Е. Ю. Колбовским, А. С. Кусковым, Н. В. Святохо и др. [22].

В процессе анализа известных подходов к оценке территориальных ресурсов развития туристской отрасли можно сделать вывод, что оценка ресурсов выполняется тремя способами: по экономическим районам Российской Федерации, природно-территориальным системам или в пределах административных границ регионов. В первых двух случаях границы объектов оценки не соответствуют административным границам регионов. В связи с этим, результаты оценки не всегда удобно использовать для территориального планирования и развития туристской отрасли. Не всегда понятно, кто занимается регулированием развития сферы туризма на определенной территории (правительство, субъект Федерации или муниципалитет). Особенно это касается объектов, которые находятся на территории двух и более субъектов Российской Федерации. Поэтому, наиболее удобным и эффективным является проведение оценки ресурсов региона для развития туристской отрасли в пределах административных границ муниципальных образований.

Ресурсный потенциал Новосибирской области вполне благоприятствует развитию регионального туризма [3, 19]. В настоящий момент разработчики долгосрочных целевых программ развития туристской отрасли сталкиваются с недостатком информации об отдельных ресурсах муниципальных образований, качестве и степени пригодности ресурсов для создания туристского продукта. Поэтому проведение покомпонентной и комплексной оценки ресурсного

потенциала территориальных образований Новосибирской области особо актуально и имеет важное практическое значение.

Общий потенциал ресурсов региона, используемых для развития туристской отрасли, складывается из трех частных потенциалов: природно-климатических, историко-культурных и социально-экономических ресурсов муниципальных районов и городских округов. В таблице указаны основные критерии оценки ресурсов территории для развития туристской отрасли. Обозначенные критерии оценки были использованы для определения потенциала Новосибирской области для развития туристской отрасли, на основе чего были выявлены муниципальные образования, имеющие наивысший потенциал [23]. Нами была определена специализация муниципальных образований по видам туризма, даны рекомендации по формированию территориальных туристских кластеров.

Таблица

Критерии оценки ресурсов территории для развития туристской отрасли  
(разработано авторами)

Группа ресурсов (параметры оценки)	Критерии оценки
1. Природно-климатические ресурсы	1) экологичность; 2) комфортность природно-климатических условий; 3) эстетичность; 4) контрастность (пейзажное разнообразие); 5) аттрактивность; 6) особо охраняемые природные территории (ООПТ) федерального, регионального или местного значения; 7) значимость (наличие памятников природы международного, федерального, регионального и местного значения); 8) емкость природных ресурсов; 9) освоенность туристами; 10) туристская нагрузка на природные комплексы
2. Историко-культурные ресурсы	1) историческая и культурная ценность; 2) насыщенность объектами; 3) эстетичность; 4) аттрактивность; 5) безопасность; 6) значимость объектов (международное, федеральное, региональное, местное значение); 7) технологичность освоения; 8) емкость культурных ресурсов; 9) освоенность туристами; 10) туристская нагрузка на культурные комплексы

Группа ресурсов (параметры оценки)	Критерии оценки
3. Социально-экономические ресурсы	1) транспортная доступность; 2) комфортность и достаточность средств размещения; 3) достаточность и разнообразие предприятий питания; 4) достаточность развлекательно-зрелищных предприятий; 5) комфортность и вместимость санаторно-курортных предприятий; 6) информационная доступность; 7) обеспеченность кадрами; 8) обеспеченность материально-технической базы; 9) инвестиционная привлекательность; 10) доступность финансовых ресурсов; 11) разнообразие туристского продукта; 12) готовность населения потреблять местный туристский продукт; 13) нормативно-правовое регулирование развития сферы туризма; 14) административное регулирование развития сферы туризма

На рис. 1 приведены значения ресурсного потенциала Новосибирской области для развития туристской отрасли в разрезе муниципальных образований. По результатам покомпонентной и комплексной оценки ресурсного потенциала муниципальных образований Новосибирской области были составлены карты потенциала природно-климатических, историко-культурных и социально-экономических ресурсов региона. На рис. 2 приведена карта характеристики общего потенциала ресурсов муниципальных образований Новосибирской области для развития туристской отрасли.

Было выявлено, что территориальное расположение отдельных видов ресурсов развития туристской отрасли в Новосибирской области неравномерное, привлекательность ресурсов в различных муниципальных районах и городских округах неодинаковая. Наличие и состояние ресурсов развития туристской отрасли определяет специализацию территории по видам туристской деятельности (например, комфортные климатические условия и богатые природные ресурсы позволяют развивать лечебный и рекреационный туризм, а обилие культурных ресурсов на территории – культурно-познавательный туризм).

Следует отметить, что муниципальные образования Новосибирской области привлекательны по-своему, большинство из них может иметь определенную специализацию туристской деятельности.



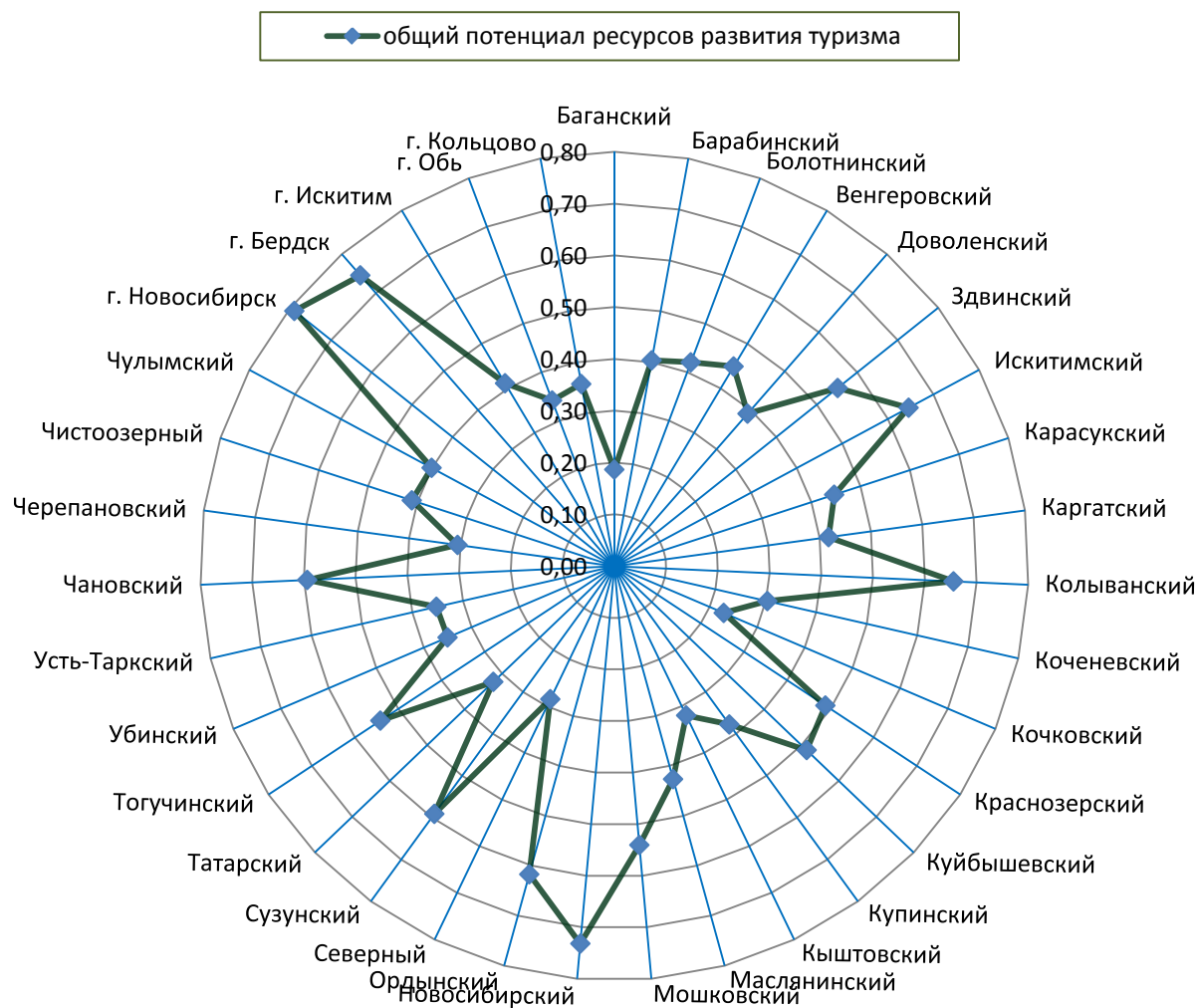


Рис. 1. Ресурсный потенциал муниципальных образований Новосибирской области для развития туристской отрасли (разработано авторами)

С целью развития регионального туризма в Новосибирской области были выявлены наиболее подходящие к ресурсной базе региона виды туризма: рекреационный, лечебно-оздоровительный, культурно-познавательный (экскурсионный различной тематики), активный (включая спортивный и экстремальный), приключенческий (охота и рыбалка) туризм.

В процессе анализа полученных значений потенциала ресурсов муниципальных образований региона для развития сферы туризма были выявлены перспективы формирования на территории Новосибирской области следующих туристских кластеров:

- кластер культурно-познавательного туризма «Новосибирск – Новосибирский район – Колыванский район». На обозначенных территориях особое внимание должно уделяться объектам историко-культурного наследия региона, формированию туристских маршрутов познавательного характера, формированию инфраструктуры туристской отрасли;



- рекреационный кластер «Новосибирский район – Искитимский район – Ордынский район – г. Бердск». На территориях, находящихся около Обского водохранилища, должна развиваться инфраструктура рекреационного туризма.

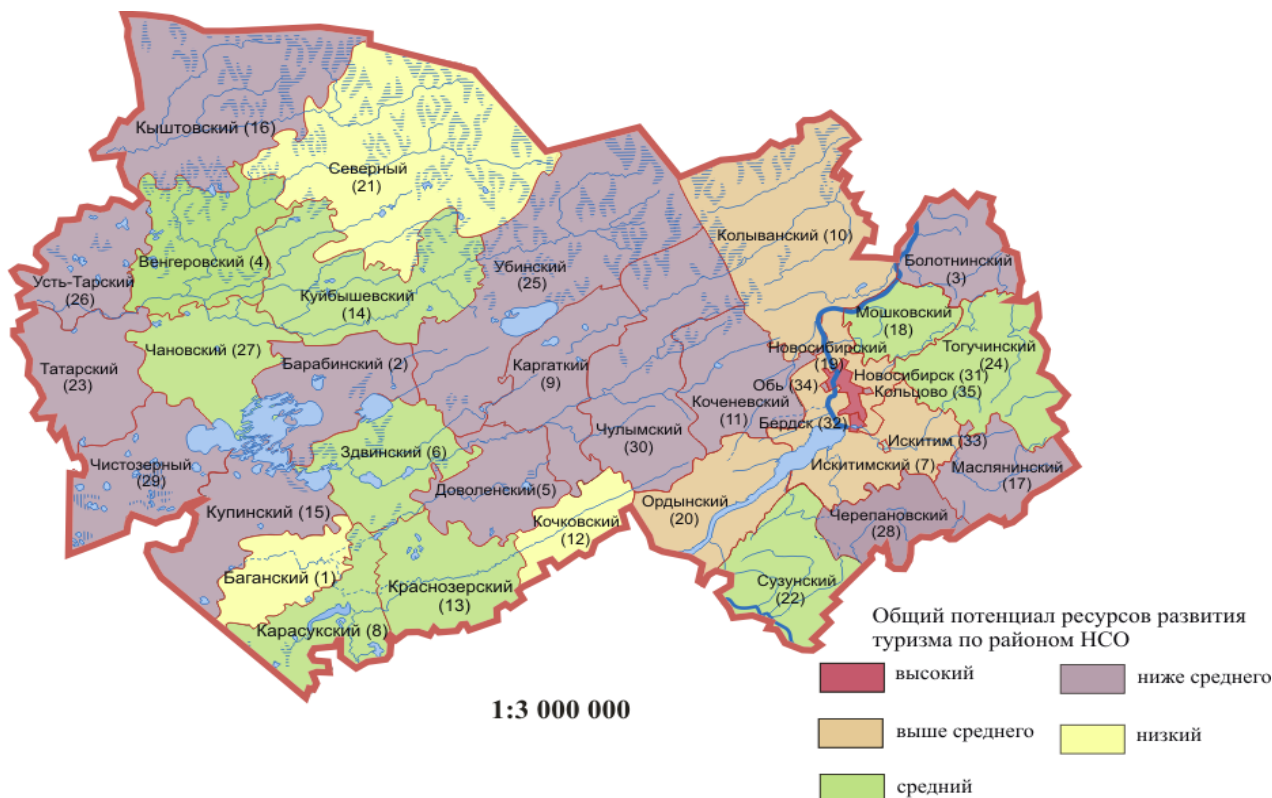


Рис. 2. Карта характеристики общего потенциала ресурсов муниципальных образований Новосибирской области для развития туристской отрасли (разработано авторами)

Для совместного использования ресурсов муниципальных образований обозначенных кластеров предлагается разработать межрайонные целевые программы по развитию туристской отрасли, реализация которых позволит направить целевые бюджетные средства не только в обеспечивающую инфраструктуру (транспортные коммуникации, водоснабжение, водоотведение, электро-снабжение), но и на продвижение туристских возможностей региона [9, 18].

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что ресурсы муниципальных образований Новосибирской области для развития туристской отрасли изучены недостаточно детально. Несмотря на некоторые положительные сдвиги в развитии туристской отрасли в Новосибирской области, можно утверждать, что ресурсный потенциал региона используется неэффективно. Для развития сферы туризма практически не используются природно-климатические ресурсы в тех районах, где отсутствуют дороги с твердым покрытием. В большинстве муниципальных образований, имеющих памятники природы и объек-

ты историко-культурного наследия, отсутствуют средства размещения и предприятия общественного питания.

Таким образом, для развития регионального туризма в Российской Федерации необходимо объективно оценивать имеющийся территориальный ресурсный потенциал регионов, выявлять привлекательные для развития туристской отрасли муниципальные образования, планировать мероприятия по развитию инфраструктуры и увеличению туристских потоков.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудряшова С. Я., Гагарин А. И., Юрлова В. А. Актуальные вопросы эколого-экономической оценки стоимости земель // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. – С. 319–324.
2. Басаргин А. А. Создание цифровых моделей месторождений полезных ископаемых с применением современных технологий // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 34–39.
3. Воронина Л. В. Исследование роли экстремальных температур воздуха для целей рекреации и туризма // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 96–104.
4. Воронина Л. В. Рекреационно-ресурсный потенциал как необходимое условие для туризма, отдыха и лечения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 70–73.
5. Гагарин А. И. Эволюция оценки природно-ресурсного потенциала территории // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 117–121.
6. Дубровский А. В., Пошивайло Я. Г. Маршрутные рекреационно-туристские атласы: технология современного производства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 116–119.
7. Егорова Е. Н., Мотрич О. В. Методика оценки природного туристско-рекреационного потенциала региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2010. – № 43 (178). – С. 49–56.
8. Жарников В. Б. Рациональное использование земель как задача геоинформационного пространственного анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 77–80.
9. Казанцев Ю. Ю. Роль маркетинга территории в повышении туристической привлекательности региона // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 63–67.
10. Карпик А. П. Анализ состояния и проблемы геоинформационного обеспечения территорий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4. – С. 3–7.

11. Креймер М. А. Экономическое и территориальное планирование по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 77–93.
12. Лхагвасурэн Чойжинжавын, Наранхуу Эрдэнуу Эрэнжаргал. Картографирование и оценка рекреационного использования пейзажно-эстетических ресурсов в Увснурском аймаке // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 13–19.
13. Мекуш Г. Е. Устойчивое развитие и природопользование: региональный аспект // Государство. Природные ресурсы и институты: сборник лекций ученых и специалистов Всероссийской молодежной научной школы 9–11 июля 2012 г., г. Новокузнецк / Под ред. Ф. И. Иванова, Е. В. Исаковой, Е. А. Гардер. – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2012. – С. 117–141.
14. Метелева М. В. Проектирование геодезического обоснования для ведения государственного кадастра недвижимости на примере г. Кемерово // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 129–137.
15. Николаев Н. А., Юрина Г. И. Системный подход к процессу территориального планирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 188–193.
16. Погодина В. Л. Теоретические основы туристско-рекреационного ресурсоведения (на примере Санкт-Петербурга): монография. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2005. – 204 с.
17. Жарников В. Б., Гагарин А. И., Лебедева Т. А. О приоритете индикаторов устойчивого развития территорий // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (28). – С. 52–57.
18. Развитие туризма в Новосибирской области на 2012–2016 годы. Долгосрочная целевая программа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2011/11/17/povosib-prog-turizm-reg-dok.html>. – Загл. с экрана.
19. Робинсон Б. В., Ушакова Е. О. Вопросы повышения эффективности управления региональными ресурсами развития туризма // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 63–71.
20. Ромашова Л. А. Картографирование состояния водных объектов на основе комплексной оценки качества воды // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 137–145.
21. Татаренко В. И., Касьянова Е. Л., Нольфина М. А. Создание научно-справочного аналитического ГИС-атласа // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 129–135.
22. Татаренко В. И., Ушакова Е. О. Анализ методологических проблем проведения оценки ресурсов региона, необходимых для развития туризма // Возможности развития краеведения и туризма Сибирского региона и сопредельных территорий: сборник научных статей по результатам четырнадцатой Международной научно-практической конференции 29–30 октября 2014 г. – Томск: Аграф-Пресс, 2014. – С. 57–60.
23. Ушакова Е. О. Критериальный подход к оценке туристских ресурсов региона (на примере Новосибирской области) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 57–611.
24. Ушакова Е. О. Методический подход к комплексной оценке ресурсов развития туризма региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 48. – С. 42–49.
25. Федеральная целевая программа «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011–2018 годы)» [Электронный ресурс] / Официальный сайт «Российской газеты». – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.rg.ru/pril/60/73/76/644\\_fcp.pdf](http://www.rg.ru/pril/60/73/76/644_fcp.pdf). – Загл. с экрана.

26. Holl C. M., Page S. J. The geography of tourism and recreation : environment, place and space. – 2nd ed. – London; New York: Routledge, 2002. – XIX, 399 p.

27. Kozak M., Baloglu S. Managing and marketing tourist destinations: strategies to gain a competitive edge. – New York; London: Routledge / Taylor & Francis, 2011. – XX, 242 p.

28. Mihalic T. Tourism and developments – issues and challenges / ed.: T. Mihalic, W. C. Gartner. – New York : Nova science publ., 2013. – XIII, 380 p.

Получено 03.02.2015

© Г. Е. Мекуш, Е. О. Ушакова, 2015

УДК 332:614.71

## **ЗНАЧЕНИЕ ГИГИЕНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЭКОНОМИЧЕСКОМ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ**

*Александр Степанович Огудов*

ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, кандидат медицинских наук, заведующий отделом токсикологии, тел. (383)343-44-43, e-mail: ogudov.tox@yandex

*Михаил Абрамович Креймер*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного 10, кандидат экономических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: kaf.ecolog@ssga.ru

*Виктор Владиславович Турбинский*

ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, доктор медицинских наук, директор, тел. (383)343-34-01, e-mail: ngi@niig.su

Приведена оценка регулирующего воздействия санитарного законодательства в части гигиены атмосферного воздуха во взаимосвязи с экологическим и градостроительным законодательством и техническим регулированием. На основе санитарно-эпидемиологических требований к качеству атмосферного воздуха рассмотрена эффективность применения гигиенических норм и санитарных правил при территориальном планировании и установлении предельно допустимых выбросов веществ в атмосферу. Показана роль пространственного фактора в обосновании безопасности и временного фактора в проблеме безвредности атмосферного воздуха для здоровья и санитарных условий жизни населения.

**Ключевые слова:** гигиенический норматив, атмосферный воздух, максимальная разовая предельно допустимая концентрация, среднесуточная предельно допустимая концентрация, территориальная зона, санитарно-защитная зона, предельно допустимый выброс.

## **ECOLOGICAL DISASTER AND EMERGENCY PLANNING ZONES IN TERRITORY MANAGEMENT**

*Alexander S. Ogudov*

Novosibirsk Research Institute of Hygiene, 630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko St., Ph. D., head of the Department of Toxicology, tel. (383)343-44-43, e-mail: ogudov.tox@yandex

*Mikhail A. Krejmer*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Ecology and Environmental Management, tel. (383)361-08-86, e-mail: kaf.ecolog@ssga.ru

*Victor V. Turbinsky*

Novosibirsk Research Institute of Hygiene, 630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko St., Ph. D., director, tel. (383)343-34-01, e-mail: ngi@niig.su

Ecological awareness, though dominating, cannot embrace all spheres of nature management and protection. There are some contradictions between unlimited environment and criteria for eco-



logical disaster zoning and emergency situations of natural and anthropogenic character. Activities in each land use category are regulated by social and economic interests, but environment protection requires inadequacy criteria for natural potential self-recovery. General principles for establishing ecological criteria are considered as the circumstances when adopted normative and methodological regulations for assigned areas do contribute to nature protection and resource saving. However, land-use zoning is conventional and does not prevent negative factors. The extent of negative factors and processes is going to result in insuperable obstacles for territorial planning schemes. The unpredictable ecological condition may be avoided. In territorial planning, alongside with economically significant zoning and resources-climate specialization, it is necessary to reveal the areas of ecological disaster and emergency of natural and anthropogenic character which are to become the state burden and item of expenditure at all budget levels.

**Key words:** health standard, the air, the maximum one-time maximum allowable concentration, the average daily maximum permissible concentration, the territorial zone of sanitary protection zone, the maximum permitted emissions.

Атмосферный воздух не является категорией землепользования, возможно поэтому имеет различные определения пространства в законах и методических руководствах по контролю и охране. В статье рассматривается атмосферный воздух над землями населенных пунктов (Земельный кодекс, 136-ФЗ, ст. 7), включающий все виды земельных участков, к которым предъявляются санитарно-эпидемиологические требования (Закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, 52-ФЗ, ст. 20). В законе об охране атмосферного воздуха (96-ФЗ, ст. 19) принято мероприятия по защите населения проводить в городских и иных поселениях. Такое же определение используется и в Градостроительном кодексе (190-ФЗ). Гигиенические нормативы установлены к атмосферному воздуху населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03, ГН 2.1.6.2309-07).

В ст. 20 Федерального закона № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. в ред. на 29.12.2014 г. установлено всего 4 пункта требований, относящихся к атмосферному воздуху в городских и сельских поселениях, воздуху на территориях промышленных организаций, в рабочих зонах, в жилых и других помещениях, которые приобрели следующую правоприменительную практику в экономическом и территориальном планировании, через экологические и градостроительные мероприятия [1].

**1. «Атмосферный воздух в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций, а также воздух в рабочих зонах производственных помещений, жилых и других помещениях (далее – места постоянного или временного пребывания человека) не должен оказывать вредное воздействие на человека» (52-ФЗ).** Данный пункт права исходит из единства атмосферного воздуха на землях населенных мест с последующей дифференциацией по территориальным зонам, принятым ст. 35 190-ФЗ на 31.12.2014 г. Территориальная дифференциация среды обитания человека в поселениях решается на основе зонирования, позволяет защитить здоровье населения и является одним из приемов уменьшения времени контакта человека с вредными аэрогенными веществами.

В составе жилых зон выделяют 5 видов застройки, которые, помимо реализуемых планировочно-экономических интересов, различаются по составу и объему выбрасываемых веществ в атмосферный воздух. В частности, застройка индивидуальными и малоэтажными жилыми домами может иметь печное и местное отопление, в отличие от среднеэтажных и многоэтажных жилых домов. Для последних регламентируется использование централизованного теплоснабжения и горячего водоснабжения. В то же время, на территориях индивидуальной застройки необходимо придомовое пространство для рассеивания выбросов от сжигания топлива так же, как и от котельных.

В производственных зонах выделяются промышленные площадки и рабочие зоны. Предусмотрено, что в производственных зданиях должно обеспечиваться соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) в воздухе каждой рабочей зоны (СП 2.2.1.1312-03, п. 2.4, 3.14 и 4.3). Для выполнения этих положений в приточном воздухе, подаваемом механической вентиляцией из промплощадки после соответствующей очистки, содержание веществ не должно превышать 30 % ПДК в воздухе рабочей зоны для производственных и административно-бытовых помещений (п. 6.7 и 6.8).

Перечень промышленных объектов и производств, приведенный в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», включает следующие объекты и производства по группам: 7.1.1. химические, 7.1.2. металлургические, машиностроительные и металлообрабатывающие, 7.1.3. по добыче руд и нерудных ископаемых, 7.1.4. строительной промышленности, 7.1.5. по обработке древесины, 7.1.6. текстильные и легкой промышленности, 7.1.7. по обработке животных продуктов, 7.1.8. по обработке пищевых продуктов и вкусовых веществ, 7.1.9. микробиологической промышленности. Эти объекты и производства должны иметь санитарно-защитную зону, которая относится к зоне с особыми условиями градостроительного использования территорий (190-ФЗ, ст. 1) и должны размещаться в пределах производственных зон поселений (190-ФЗ, ст. 35, п. 8). Градостроительный кодекс предлагает лишь обобщенное трактование санитарно-гигиенического регулятора по охране атмосферного воздуха, без учета санитарно-токсикологической опасности производств.

В СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 выделены также объекты, отнесенные к производству электрической и тепловой энергии при сжигании минерального топлива (7.1.10), сооружения санитарно-технические, транспортной инфраструктуры, объекты коммунального назначения, спорта, торговли и оказания услуг (7.1.12), склады, причалы, места перегрузки и хранения грузов, производства фумигации грузов и судов, газовой дезинфекции, дератизации и дезинсекции (7.1.14). Все эти объекты и производства в Градостроительном кодексе включены в состав производственных зон. Коммунальные зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктур, могут иметь другое деление, а именно на промплощадки и рабочие зоны, которые требуют индивидуальных гигиенических решений (СП 2.2.1.1312-03) в части п. 2.4, 3.14, 4.3, 6.7 и 6.8. При неорганизованных



источников выбросов объемно-планировочные и конструктивные решения приводят к тому, что вся промплощадка становится рабочей зоной. Зоны транспортных инфраструктур в основном имеют не стационарные, а передвижные источники выделения веществ в атмосферный воздух. Коммунальные и инженерные зоны могут иметь меньшие по объему и составу выбросы, чем производственные.

Состав общественно-деловых зон также разнообразен по источникам влияния на качество атмосферного воздуха. Это зоны делового, общественного и коммерческого назначения; зоны размещения объектов социального и коммунально-бытового назначения; зоны обслуживания объектов, необходимых для осуществления производственной и предпринимательской деятельности; зоны объектов здравоохранения, культуры и спорта, торговли, общественного питания, социального и коммунально-бытового назначения, объектов среднего профессионального и высшего образования, административных, научно-исследовательских учреждений, культовых зданий, стоянок автомобильного транспорта, объектов делового, финансового назначения, иных объектов, связанных с обеспечением жизнедеятельности граждан. Допускается размещение жилых домов, гостиниц, подземных или многоэтажных гаражей.

Некоторые объекты и сооружения санитарно-технические, транспортной инфраструктуры, объекты коммунального назначения, спорта, торговли и оказания услуг, приведенные в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 п. 7.1.12, характеризуют состав общественно-деловых зон и должны иметь санитарно-защитные зоны.

Химические факторы от передвижных источников выбросов, шум, вибрация от кондиционеров и другие факторы могут образовывать нерегулируемый букет негативного влияния на здоровье работников офисов и покупателей услуг. Для некоторых объектов потребуется дифференцированный выбор ПДК одного и того же вещества применительно к рабочей зоне или воздуху населенных мест. В общественно-деловых зонах, являющихся лечебно-профилактическими учреждениями с длительным пребыванием больных, должен соблюдаться уровень 0,8 ПДК вредного вещества от нормы в воздухе населенных мест (СанПиН 2.1.6.1032-01 п. 2.2). Это же требование может быть отнесено к качеству атмосферного воздуха к территориям дошкольных учреждений и школ.

В сельской местности населенные места с индивидуальными и малоэтажными жилыми домами с печным отоплением могут включать зоны сельскохозяйственного назначения (пашни, сады, машинно-тракторные станции, предприятия переработки и пр.). По составу выбросов они относятся к производственным и жилым зонам. В СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 выделяют объекты и производства агропромышленного комплекса и малого предпринимательства (7.1.11), которые должны иметь санитарно-защитные зоны.

Зоны рекреационного назначения должны отвечать требованиям к качеству атмосферного воздуха на уровне 0,8 ПДК вредного вещества (СанПиН 2.1.6.1032-01 п. 2.2).

Особо охраняемые территории в черте города, соответствующие Федеральному закону об особо охраняемых природных территориях (33-ФЗ на 24.11.2014, ст. 2) и Земельному кодексу РФ (136-ФЗ на 29.12.2014, ст. 94), должны иметь различные требования к качеству атмосферного воздуха. Так, для природоохранных участков требования к качеству атмосферного воздуха не нормируются. Для участков научного, историко-культурного, эстетического, рекреационного, оздоровительного и особо ценного значения необходимо соблюдать требования к ПДК, приведенные в СанПиН 2.1.6.1032-01 п. 2.2.

Зоны специального назначения по Градостроительному кодексу включают следующие участки: кладбища, крематории, скотомогильники, объекты размещения отходов потребления и иные объекты, «размещение которых может быть обеспечено только путем выделения указанных зон и недопустимо в других территориальных зонах». Некоторые объекты и сооружения санитарно-технической, транспортной инфраструктуры, объекты коммунального назначения, спорта, торговли и оказания услуг (7.1.12) и канализационные очистные сооружения (7.1.13), приведенные в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, должны иметь индивидуальные проекты зон специального назначения. При сохранении качества атмосферного воздуха населенного пункта необходим дифференцированный подход к уровню ПДК атмосферных загрязнений в населенных местах (СанПиН 2.1.6.1032-01) и ПДК рабочей зоны (СП 2.2.1.1312-03).

Совместное рассмотрение санитарного и градостроительного законодательства показывает, что кадастровое деление и оценка территориальных зон населенных мест (пунктов) определяется гигиеническими требованиями к атмосферному воздуху. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха должны входить в методику оценки кадастровой стоимости и эффективности градостроительной деятельности [2, 3, 4].

**2. «Критерии безопасности и (или) безвредности для человека атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций, воздуха в местах постоянного или временного пребывания человека, в том числе предельно допустимые концентрации (уровни) химических, биологических веществ и микроорганизмов в воздухе, устанавливаются санитарными правилами» (52-ФЗ).**

В законе о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения определено, что производить и применять можно те химические, биологические вещества и отдельные виды продукции, которые получили государственную регистрацию (52-ФЗ, ст. 14). Для этого должна быть проведена оценка опасности веществ и отдельных видов продукции для человека и среды обитания [5]; установлены гигиенические нормативы содержания веществ, отдельных компонентов продукции в среде обитания [6]; разработаны защитные меры (ст. 43).

Критерии безопасности и безвредности строятся по совокупности исследований токсичности и опасности для человека атмосферного воздуха, содержащего химические соединения (вещества). Токсичность рассматривается как свойство вещества, она при определенных условиях приводит к неблагоприят-

ному влиянию на человека. Эти обстоятельства для каждого человека могут быть индивидуальными или иметь обобщающий характер, вследствие чего они могут носить личный или популяционный характер регистрации. В технологии и экономике это должно учитываться в единых правилах применения веществ и соблюдения требований по сохранению здоровья. ПДК является правовой нормой взаимоотношений между объектом, имеющим источник выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, и населением в интересах сохранения его здоровья.

Применение гигиенических критериев безопасности вызвано тем, что «Патогенез интоксикации не имеет четких границ. Обычно он включает в себя исследования поглощения – распределения – метаболизма – выведения яда, исследования биохимических и биофизических механизмов, патофизиологии, патоморфологии, иммунологии отравления и многие другие исследования» [7]. Эти закономерности в пространстве и во времени позволяют строить теорию о безопасном и безвредном применении веществ. Приведенное ниже понимание пространства и времени, по И. Канту, позволяет руководствоваться общими механизмами управления в экономическом и территориальном планировании с учетом гигиены и экологии.

Время как категория рассматривается внутри организма человека, поэтому в санитарно-токсикологическом эксперименте устанавливаются наиболее чувствительные органы и системы к токсическому воздействию фактора окружающей среды. Они отражают биохимические закономерности, регулируемые фундаментальными законами биологии в филогенезе и имеющие специфические проявления в онтогенезе. Экология человека, по Э. Геккелю, – это биогенетический закон, закономерности которого выходят за рамки времени доступного нам исследования, что обуславливает случайный характер регистрации конкретных событий и аналитическую критику, при несовпадении теории и результатов наблюдений.

Пространство, как категория, отражающая окружающую среду, доступна нам для изучения и преобразования вне организма человека. В таком понимании времени и пространства моделируется санитарно-токсикологический эксперимент и обосновываются критерии безопасности экономического и территориального планирования в интересах человека.

Для определения роли гигиены атмосферного воздуха в формировании экономического и территориального планирования, т. е. пространства динамического гомеостаза человека, рассмотрим гигиеническое нормирование на примере 1,1,2,2-Тетрабромэтана (ТБЭ). Нормирование включает следующие этапы: 1) получение информации, необходимой и достаточной для решения вопроса о целесообразности проведения исследований; 2) определение очередности и объема исследований, необходимых для ускоренного обоснования гигиенического критерия безопасности, в частности ориентировочно безопасного уровня воздействия (ОБУВ); 3) последующее принятие программы по разработке ПДК на основе проведения санитарно-токсикологических исследований.

На этапе сбора информации установлено, что величина дозы ТБЭ, приводящей к гибели половины подопытных животных ( $DL_{50}$ ), равняется  $946 \pm 389$  мг/кг. Это позволяет отнести его к 3-му классу опасности (умеренно опасные вещества). Однако по средней смертельной концентрации в воздухе ( $550$  мг/м<sup>3</sup>) и величине ПДК в воздухе рабочей зоны ( $1,0$  мг/м<sup>3</sup>) ТБЭ является высоко опасным веществом 2-го класса опасности (ГОСТ 12.1.007-76). По методическим указаниям для обоснования величины его ПДК были проведены следующие исследования и эксперименты.

**Изучение рефлекторного действия** (ПДК максимальная разовая). Устанавливается на основе значения вероятностного порога запаха с учетом класса вещества по ольфакторным реакциям и коэффициента запаса. Для определения порога обонятельного ощущения результаты эксперимента обрабатывались расчетным способом пробит-анализа по уравнению  $Pri = 7,2 + 4,3 \lg ECi$ , где  $Pri$  – ответ (эффект), выраженный в пробитах;  $\lg ECi$  – десятичный логарифм концентрации, вызвавшей данный ответ.

Полученные расчетные величины  $EC_{16} = 0,18$  мг/м<sup>3</sup> (вероятностный порог запаха ТБЭ),  $EC_{50} = 0,30$  мг/м<sup>3</sup> и  $EC_{84} = 0,52$  мг/м<sup>3</sup> и арктангенс угла наклона прямой « $\lg$  концентрации – ответ», равный  $76,8^\circ$ , характеризуют степень выраженности рефлекторного действия ТБЭ, способного вызывать транзиторную токсическую реакцию. Транзиторные (быстро и самопроизвольно проходящие без лечения) токсические реакции возникают при кратковременном токсическом воздействии выше уровня ПДК<sub>мр</sub>. Для I класса по ольфакторным реакциям коэффициент запаса (Кзап) устанавливается по специальной номограмме (№ 4681-88, с. 20). Для угла наклона прямой, равного  $76,8^\circ$ , Кзап принимается 6,0. Значение ПДК<sub>мр</sub> ТБЭ для рефлекторного действия рассчитывается по формуле:  $ПДК_{мр} = EC_{16} / Кзап = 0,18 \text{ мг/м}^3 / 6,0 = 0,03 \text{ мг/м}^3$ . Использование гигиенического норматива (ПДК<sub>мр</sub>), ориентированного только на транзиторные токсические реакции, не позволяет обеспечить гигиенических требований к инженерным и градостроительным решениям, направленным на профилактику многолетней экспозиции ТБЭ.

**Изучение резорбтивного действия** (ПДК среднесуточная). Для качественной и количественной оценки токсичности и опасности ТБЭ, установления характера его влияния на организм в концентрациях, способных реально создаваться в атмосферном воздухе, выявления избирательности повреждения отдельных органов и систем проводится хронический эксперимент на белых лабораторных крысах-самцах. Конечной целью является определение минимальной концентрации ТБЭ, вызывающей с определенной степенью вероятности токсический эффект (пороговая концентрация) и установление концентрации, которая с необходимой степенью надежности этого эффекта не вызовет отдаленных негативных эффектов (подпороговая концентрация). Для установления наименьшей величины порога действия оценивается характер зависимости «концентрация – эффект» по ведущим специфическим показателям, что повышает надежность пороговых концентраций и позволяет осуществлять экстраполяцию на об-

ласть минимально эффективных уровней и выявить динамическую картину интоксикации. Ориентиром для выбора максимально неэффективной концентрации являются результаты обоснования величины ОБУВ ТБЭ в атмосферном воздухе населенных мест по параметрам токсикометрии  $0,031 \pm 0,002$  мг/м<sup>3</sup>. Дополнительно к этому, в хроническом эксперименте изучается воздействие ТБЭ на организм крыс в концентрациях  $0,2 \pm 0,01$ ,  $0,6 \pm 0,03$  и  $1,8 \pm 0,07$  мг/м<sup>3</sup>, выбранных с соблюдением требования не менее 3-кратного статистически достоверного различия с предыдущим уровнем. Длительность круглосуточной экспозиции белых крыс-самцов составляла три месяца (10–15 % времени их жизни).

Выбор показателей функционального состояния организма лабораторных животных производится с учетом имеющейся в литературе информации о токсикодинамике ТБЭ. В качестве интегральных показателей используется оценка состояния целого организма и отдельных систем, а специфические показатели – для выявления наиболее ранних проявлений токсического эффекта ТБЭ. За неблагоприятный эффект принимается изменение, выходящее за пределы доверительных границ контроля (или фона).

Установлено, что длительное круглосуточное вдыхание паров ТБЭ в концентрациях  $0,2 \pm 0,01$ ,  $0,6 \pm 0,03$  и  $1,8 \pm 0,07$  мг/м<sup>3</sup> приводит к снижению возбудимости центральной нервной системы и позднему затуханию ориентировочной реакции крыс. Выраженность сдвигов эмоционально-поведенческих реакций в начальные сроки интоксикации ТБЭ преимущественно отражала активность защитно-приспособительных реакций, в конце периода затравок достоверно отличалась от контрольных значений. Таким образом, выраженность нейротоксического действия зависела не только от уровня ингаляционных затравок, но и сроков экспозиции.

Сдвиги показателей ферментативной активности крови подопытных крыс при воздействии ТБЭ в концентрациях 0,2, 0,6 и 1,8 мг/м<sup>3</sup> подтвердили высокий риск повреждения клеток печени. Хронический эксперимент, отражающий связь между временем действия ТБЭ и токсическим эффектом, характеризовал повышение уровней ферментемии в интервале от 2-й до 4-й недели, который принимали за фазу первичных токсических реакций. При воздействии ТБЭ в концентрации 0,2 мг/м<sup>3</sup> в конце периода затравки активность ферментов утрачивала характер вредного эффекта, что отражало становление фазы компенсации токсического процесса. Стойкие неблагоприятные сдвиги ферментемии при более высоких уровнях воздействия позволяли предполагать развитие некроза и фиброза в печеночной ткани (фаза декомпенсации). Степень активности деструктивных и компенсаторно-приспособительных процессов в ткани печени коррелировали с выраженностью изменений показателей обмена липидов и прироста массы тела животных. Одновременно возникали дозозависимые изменения показателей функционального состояния почек и красной крови. Разнонаправленные изменения абсолютного числа лейкоцитов в основных группах в течение периода затравок отражали специфику компенсаторно-приспособительных реакций, возникающие в ответ на токсическое воздействие.



При воздействии ТБЭ в концентрации  $0,031 \text{ мг/м}^3$  сдвиги всех исследуемых показателей укладывались в пределы физиологической адаптационной реакции организма, что характеризовало данную концентрацию как максимально неэффективную (подпороговую).

**При проведении патоморфологических исследований** устанавливались характер и глубина токсического действия и обратимость нарушений, происшедших в организме в период затравок, что в совокупности позволяет судить о процессе накопления повреждающего эффекта во времени. Установлено, что ингаляционные затравки ТБЭ в концентрациях  $0,2$  и  $0,6$  и  $1,8 \text{ мг/м}^3$  приводили к патоморфологическим изменениям основных органов-мишеней, выраженность которых нарастала по мере повышения уровня токсического воздействия. Со стороны органов дыхания наблюдались признаки воспаления и фиброзирования бронхов, ателектаза, эмфиземы и аллергического воспаления. В клетках печени обнаружены дистрофические поражения, а при более высоких уровнях воздействия – некробиотические изменения, нарушения кровообращения, гиалиноз и фиброз. Патоморфологическая картина в почках характеризовалась сокращением количества клубочков, выраженным полнокровием капилляров и кровоизлияниями в просветы капсул. Диффузные дистрофические изменения почечных канальцев в отдельных участках достигали степени некронефроза. В органах-мишенях животных, вдыхавших ТБЭ в концентрации  $0,031 \text{ мг/м}^3$ , патоморфологических отличий от нормального строения не выявлено.

При количественной оценке токсического эффекта и его доверительных вероятностей, присущих ТБЭ, учитывались в первую очередь показатели, характеризующие нейротоксическое, гепатотоксическое и нефротоксическое действие. Полученные пороговые концентрации при анализе выбранного комплекса специфических маркеров укладывались в диапазон  $0,05$  до  $0,07 \text{ мг/м}^3$ . Это позволяет испытываемую концентрацию ТБЭ  $0,031 \pm 0,002 \text{ мг/м}^3$  рассматривать как максимально неэффективную (подпороговую), что подтверждает надежность предлагаемой величины ПДК и, следовательно, правильность использования для ее установления Кзап. Анализ и сопоставление данных, полученных при изучении ингаляционного воздействия ТБЭ на организм животных в хроническом опыте, позволяет рекомендовать ПДК в атмосферном воздухе населенных мест на уровне  $0,01 \text{ мг/м}^3$ , класс опасности 2.

Исходя из результатов гигиенического материала, объективным является вывод, что величина  $0,8$  ПДК ТБЭ и любого другого вещества в соответствии с дозовой закономерностью лежит ниже максимально неэффективной (подпороговой) концентрации и поэтому, кроме дополнительных экономических издержек, гигиенического эффекта не дает. Оценка ингаляционного воздействия  $5\text{ПДК}$  и  $10\text{ПДК}$  на организм человека лежит в области специфических ответных реакций организма и потенциального нарушения функциональных систем, что в конечном итоге неблагоприятно для здоровья населения. Однако эти шкалы не являются универсальными для всего списка загрязняющих веществ, что

требует дополнительных экспериментальных исследований в каждом конкретном случае. Это отражено в критике о расширительной трактовке по применению ПДК, приведенной в материалах пленума Межведомственного научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РФ [7, 8].

Рекомендации по применению вероятностных оценок в обосновании кратности превышения ПДК не учитывают объективных научных подходов к моделированию пространства, в котором осуществляются выбросы, выполняется мониторинг их рассеивания, что в совокупности не обеспечивает «усреднение» массива данных в статистически устойчивое распределение. Формальное проведение расчетов, с применением произвольно выбранной кратности превышения ПДК не соответствует вероятностно-статистическому методу анализа и не позволяет получать объективные оценки, которые могут быть использованы в экономическом и территориальном планировании. Важным выводом о неправомерности применения оценок на основе кратных ПДК в экологии природопользования является то, что ПДК используется в проектно-инженерных решениях, имеющих долговременный экономический результат.

На начало 2015 г. установлено 636 ПДК и 1 677 ОБУВ для веществ, выброс которых в атмосферный воздух населенных мест допустим при соблюдении гигиенических требований. По данным обзора о состоянии загрязнения атмосферы, в 2013 г. реально контролировалось 20 химических веществ в 252 населенных пунктах РФ на 694 метеостанциях. Число стационарных постов определяется в зависимости от численности населения и устанавливается: 1 пост на территорию проживания до 50 тыс. жителей, а 10–20 постов – более 1 млн. жителей (РД 52.04.186-89, п. 2.2). Такой территориальный мониторинг атмосферного воздуха, ориентированный только на законодательно принятую величину ПДК, формирует возможную оценку санитарного состояния населенных мест. Последующие расчеты на базе субъективного (ожидаемого) превышения ПДК в 5 и 10 раз создают не репрезентативную комплексную характеристику условий жизни населения и не позволяют в отсутствие экспериментальных данных прогнозировать заболеваемость, а также выделять приоритетные формы патологии в популяциях человека.

Средняя арифметическая и другие точечные статистические оценки результатов мониторинга загрязнения атмосферного воздуха тем или иным веществом не является репрезентативной в отношении здоровья населения [9], так как отражают дискретные фазы связи человека с окружающей средой. Статистическую совокупность проб воздуха можно ранжировать по уровню встречаемости концентрации относительно его ПДК: а) нулевые значения; б) не превышающие ПДК; в) превышающие ПДК.

Метеорологические условия, приводящие к мониторингу неизоэффективных концентраций, препятствуют получению типичной средней [10] и ее сравнению с ПДК<sub>сс</sub>, (таблица, графы 3 и 4). При мониторинге диоксида ( $\text{NO}_2$ ) и оксида азота ( $\text{NO}$ ), формальдегида ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) и оксида углерода ( $\text{CO}$ ) в атмосферном воздухе от 3 до 9 % проб определяется на уровне нуля. В то же время до 90 %



проб  $\text{CH}_2\text{O}$  и  $\text{NO}_2$  превышают ПДКсс в течение года. Концентрации  $\text{CO}$  в 95 % проб не превышают ПДКсс. Во взвешенных веществах, саже и фтористом водороде регистрируется от 59 до 81 % нулевых проб. Эти же вещества в 79–96 % проб не превышают ПДКсс. В пробах на фенол, диоксид серы и аммиак определяется половина нулевых значений и до 98 % проб, не превышающих ПДКсс. Разнонаправленный характер эффектов отражают статистическое распределение  $\text{NO}$  и фенола, более половины определений, которых превышают ПДКсс. Приведенный статистический анализ фактических данных подтверждает отсутствие типичной средней арифметической заменяющей всю совокупность измерений концентраций веществ в атмосферном воздухе и невозможности ее сравнения с ПДК.

Гигиенические критерии атмосферного воздуха и их соблюдение могут быть важными показателями в кадастровой оценке территорий [11–15].

**3. «Нормативы предельно допустимых выбросов химических, биологических веществ и микроорганизмов в воздух, проекты санитарно-защитных зон утверждаются при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии указанных нормативов и проектов санитарным правилам» (52-ФЗ).**

В качестве государственного регулирования выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух применяются технические нормативы выбросов и предельно допустимые выбросы (96-ФЗ в ред. от 29.12.2014, ст. 12). Необходимые для этих целей расчеты рассеивания в атмосфере были первоначально приняты в строительных нормах СН 369-67, утвержденных Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 05.06.1967 г. Требования Указаний распространялись на расчеты рассеивания в атмосфере вредных веществ (пыли и сернистого газа), содержащихся в выбросах агломерационных фабриках черной металлургии, фабриках производства обожженных окатышей черной металлургии, агломерационных фабриках цветной металлургии, конверторных цехов, доменного производства, мартеновских цехах, электросталеплавильных цехах, при производстве серной кислоты контактным способом и элементарной серы, нефтеперерабатывающих заводов и котельных. Как правило, эти производства имеют большие объемы выбросов указанных веществ в атмосферу города.

По СН 369-67 рассчитывается степень опасности загрязнения приземного слоя воздуха выбросами веществ, как наибольшая величина приземной концентрации при неблагоприятных метеорологических условиях (п. 1.3). Расчетные значения не должны превышать максимально разовых ПДК (п. 1.4). В рассматриваемых Указаниях допускалось использование расчетов рассеивания и других веществ и объектов (п. 1.2). Предельно допустимый выброс (ПДВ) определяется пропорционально ПДК, увеличенной на высоту трубы и параметры выбросов, но уменьшенной на безразмерные коэффициенты рассеивания (п. 2.14).

По СН 369-74, переизданным взамен СН 369-67 и утвержденным Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства

17.04.1974 г., также рассчитывается степень опасности, но только с другими условиями применения Указаний. Расчеты не проводятся на промышленных площадках и участках, расположенных в пределах аэродинамических теней, образуемых зданиями и сооружениями. Примечания 1 подчеркивают, что Указания относятся к установившимся условиям рассеивания сохраняющейся в атмосферном воздухе примеси над ровной или слабопересеченной местностью с перепадами высот, не превышающими 50 м на 1 км в радиусе до 50 высот труб. Расчет ПДВ (ф. 78) проводится по формуле тождественной СН 369-67, ф. 15. Не указаны ограничения по видам производств и вредным веществам, выбрасываемым ими в атмосферу.

Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86), утверждена Председателем Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 04.08.1986 г., № 192, по согласованию с Госстроем СССР 07.08.1986 г., № ДП-76-1 и Минздравом СССР 07.02.1986 г., № 04-4/259-4. Является общесоюзным документом взамен СН 369-74. Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра (п. 1.2). Расчетами определяются разовые концентрации, относящиеся к 20–30-минутному интервалу осреднения (п. 1.6). В формулу определения максимальной приземной концентрации добавлен поправочный безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности. С перепадом рельефа менее 50 м на 1 км коэффициент не используется. В других случаях проводятся расчеты поправки исходя из трех вариантов рельефа: ложбина (впадина), уступ, града (холм). Расчет ПДВ (ф. 8.8) проводится по формуле тождественной СН 369-67 и СН 369-74 с вычитанием из величины ПДК значения фоновых концентраций.

Во всех редакциях указаний по расчету используется критерий – опасная скорость ветра (на высоте 10 м), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации веществ (ф. 2.4). Исследования закономерностей между концентрацией вещества, регистрируемой на постах наблюдения, и температурой и скоростью ветра в момент отбора проб показали следующее (таблица, графы 5 и 6). Большинство газообразных веществ имеют обратно пропорциональную зависимость между скоростью ветра и регистрируемой концентрацией на метеопостах города. Максимальный обратно пропорциональный коэффициент детерминации установлен для оксида углерода, а минимальный – для формальдегида. Аммиак имеет прямо пропорциональную зависимость, а для пыли, диоксида серы и фтористого водорода выраженных закономерностей не установлено. Отражается разнонаправленный характер зависимости по сезонам года. Температура атмосферного воздуха в городе, наоборот приводит к росту концентрации следующих веществ: пыль, оксид углерода, диоксид азота, фенол, аммиак и формальдегид. Со-

держание сажи и диоксида серы возрастает в атмосферном воздухе при снижении температуры.

В ОНД-86 при определении минимальной высоты источника выбросов, ПДВ и границ санитарно-защитной зоны предлагается при отсутствии ПДК<sub>мр</sub> использовать соотношение: (концентрация каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы)  $0,1 \leq \text{ПДК}_{\text{сс}}$  (ф. 8.3). Фактическое «приближенное соотношение между максимальными значениями разовых и среднегодовых концентраций» для контролируемых в городе веществ составляет: 0,08 (СН<sub>2</sub>О), 0,1 (SO<sub>2</sub>, NO), 0,2 (NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HF), 0,3 (пыль, фенол, сажа) и 0,6 – СО. (таблица, графа 2).

Впервые нормативы ПДВ были предложены в качестве ГОСТ 17.2.3.02-78 для каждого источника загрязнения атмосферы по формуле  $((\text{Сист} + \text{Сф})/\text{ПДК}) \leq 1$ . ПДК – предельно допустимая концентрация для населения, Сист – расчетная концентрация в приземном слое атмосферы от источника, Сф – фоновая концентрация от остальных источников. Все параметры измеряются в мг/м<sup>3</sup>. Сист определяет величину ПДВ в г/с. Позже в НИИ «Атмосфера» разработали ГОСТ Р 55928-2013 «Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями», утвержденный и введенный в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (ФАТРИМ) от 26.12.2013 г., № 2355-ст. Гигиенический норматив качества атмосферного воздуха в нем определен как критерий, который «... отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека» (п. 2.3). Через 3 месяца приказом ФАТРИМ был введен для добровольного применения в РФ ГОСТ 17.2.3.02-2014 «Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями» взамен ГОСТ 17.2.3.02-78 и ГОСТ Р 55928-2013.

Модели рассеивания, приведенные в нормативах ПДВ, не учитывают специфические физико-химические закономерности поведения каждого вещества в атмосферном воздухе. В наших натурных исследованиях в г. Искитиме получено несоответствие между расчетными данными инвентаризации и результатами натурных исследований выбросов цементного производства и накопления в снежном покрове [16]. Технология выбросов допускает «погрешность средств измерения объемного расхода газовой смеси» не более  $\pm 10\%$ . «Погрешность измерения концентрации загрязняющего вещества в выбросах лабораторными и экспрессными методами не должна превышать  $\pm 25\%$  во всем диапазоне измеряемых концентраций» (РД 52.04.59-85, п. 4 и 5). Поэтому сводный том ПДВ может включать не более четырех источников выбросов [17].

**4. «Органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, граждане, индивидуальные предприниматели, юридические лица в соответствии со своими полномочиями обязаны осуществлять меры по предотвращению и снижению загрязнения атмосферного**

**воздуха в городских и сельских поселениях, воздуха в местах постоянного или временного пребывания человека, обеспечению соответствия атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях, воздуха в местах постоянного или временного пребывания человека санитарным правилам» (52-ФЗ).**

Принятый перечень мер приведен в приложении 1 к форме № 4-ОС «Сведения о текущих затратах на охрану окружающей среды и экологических платежах за 20\_\_ г.» (Приказ Росстата от 29.08.2014 г., № 540). По экономическим критериям к основным фондам относятся установки для улавливания и обезвреживания вредных веществ из газов, отходящих от технологических агрегатов и из вентиляционного воздуха, непосредственно перед их выбросом в атмосферу; установки (производства) для утилизации веществ из отходящих газов; контрольно-измерительное оборудование в том числе по проверке токсичности отработавших газов автомобилей и пр. «В состав основных фондов по охране атмосферного воздуха не должны включаться ... системы вентиляции и кондиционирования, служащие для создания нормальных санитарно-гигиенических условий на рабочих местах, санитарно-защитные зоны и т. п., так как они являются составными элементами технологических схем, промышленной санитарии, благоустройства».

В то же время требования по охране атмосферного воздуха обеспечиваются установлением санитарно-защитной зоны (СЗЗ), размеры которой определяются на основе расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и в соответствии с санитарной классификацией организаций (ст. 16, 96-ФЗ). По Градостроительному кодексу СЗЗ относятся к «зонам с особыми условиями использования территорий» (ст. 1, 190-ФЗ), которые размещаются в производственных зонах «в соответствии с требованиями технических регламентов (ст. 35, п. 8, 190-ФЗ).

Для осуществления мер по предотвращению и снижению загрязнения атмосферного воздуха необходимо в санитарных правилах конкретизировать порядок применения ПДК<sub>мр</sub> и ПДК<sub>сс</sub> с учетом временных и пространственных метеорологических (экологических), градостроительных (инженерно-экономических) факторов. Особенно в части статей 16 – при проектировании размещении, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности и 19 – состояние атмосферного воздуха, угрожающее жизни и здоровью людей (96-ФЗ от 29.12.2014). Достижение поставленных целей возможно при понимании закономерностей между данными, получаемыми на постах наблюдения о загрязнении и выбросах в атмосферный воздух. В таблице (графа 7) приведены эмпирические модели множественной регрессии между измеренными концентрациями и регистрируемыми метеорологическими параметрами. С учетом тепловой активности Солнца утром (7 часов), в полдень (12 часов) и вечером (19 часов) получены закономерности для управления, в виде уравнения:  $C_{мг/м^3} = K + A T_q (°C) + B V_q (м/с)$  (при  $q = 7, 13$  и  $19$  часов),

где  $K$  – константа, характеризующая содержание вещества в атмосферном воздухе при температуре ( $T_q$ , °C) и скорости ветра ( $V_q$ , м/с) равными нулю;  $A$  и  $B$  – коэффициенты уравнения регрессии, характеризующие вклад основных метеорологических параметров, зависящих от солнечной активности.

В течение суток из расчета за год, включающий четыре климатических сезона по температуре и скорости ветра, можно оценить надежность применения ПДКсс в различных интервалах осреднения: сутки, месяц, сезон и год. Величина  $K$ , как коэффициент уравнения множественной регрессии (по температуре воздуха и скорости ветра в населенном пункте), отражает следующее «стандартное значение» качества атмосферного воздуха по химическим загрязнителям. Для  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $HF$  и сажи величина  $K$  ниже ПДКсс на половину во все три срока измерения в течение суток. Поэтому  $K$  для этих веществ может рассматриваться как среднемесячный и среднегодовой ПДК, отличающийся от ПДКсс не гигиеническим нормированием, а уровнем насыщенности населенного пункта источниками выбросов и условиями рассеивания. Для  $NO$ ,  $CH_2O$  и взвешенных веществ (пыли) величина  $K$  выше ПДКсс в 1,3–6,7 раз. Поэтому  $K$  для этих веществ может рассматриваться как программа совершенствования территориального планирования и технико-экономического обоснования средозащитных мероприятий. Гигиенические нормативы в виде ПДК за период осреднения месяц и год будут малоинформативными.

Для  $CO$ ,  $NO_2$  и фенола  $K$  имеют различные значения по срокам наблюдения. Несмотря на то, что  $K$  оксида углерода ниже ПДКсс, кроме этого, он ниже днем в 13 часов чем в начале и конце светового дня. Величина  $K$  для диоксида азота выше ПДКсс с неравномерным превышением по срокам отбора проб. Величина  $K$  для фенола выше ПДКсс при отборе проб в 13 часов для и ниже ПДКсс в 7 и 19 часов дня. Для этих химических загрязнителей суточные метеорологические процессы и условия выбросов играют доминирующую роль.

Экологический мониторинг регистрирует совокупность, состоящую из фона и сложных метеорологических процессов, добавляющих или отнимающих загрязнение из фона. Снижение этой метеорологической и статистической неопределенности достигается применением ПДК и выделением пространства в виде зон и СЗЗ, снижающих накопление и риск залпового (аварийного) выброса веществ в атмосферу. Также создание пространства вокруг источника выбросов (СЗЗ) и территориальных зон (генеральный план поселения) позволяет применять ПДКсс в виде среднемесячных или среднегодовых.

Гигиена атмосферного воздуха выступает регулятором между экономическим и территориальным планированием: свободные от застройки площадки без получения прибыли или затраты на очистку выбросов в атмосферу [18, 19].



## Оценка содержания веществ в атмосферном воздухе [20]

Вещество	1	2	3	4	5	6	7
Пыль (взвешенные вещества)	0,15	0,3	81	85	2,0 +	нет	$C_7 = 0,207 + 0,001T - 0,003V$ $C_{13} = 0,189 + 0,002T + 0,003V$ $C_{19} = 0,205 + 0,001T$
Диоксид серы	0,05	0,1	44	98	3,7 –	нет	$C_7 = 0,002 - 0,000\ 06T + 0,00003V$ $C_{13} = 0,002 - 0,000\ 06T$ $C_{19} = 0,002 - 0,000\ 05T$
Оксид углерода	3	0,6	9	95	0,6 +	1,8 –	$C_7 = 1,895 - 0,069V$ $C_{13} = 1,747 + 0,01T - 0,03V$ $C_{19} = 1,911 - 0,05V$
Диоксид азота	0,04	0,2	3	10	0,5 +	0,2 –	$C_7 = 0,124 + 0,000\ 2T - 0,002V$ $C_{13} = 0,116 + 0,000\ 4T$ $C_{19} = 0,122 + 0,000\ 3T - 0,001$
Оксид азота	0,06	0,15	4	35	0,1 –	0,3 –	$C_7 = 0,086 - 0,001V$ $C_{13} = 0,082$ $C_{19} = 0,087 - 0,001V$
Фенол	0,003	0,3	55	65	0,5 +	1,2 –	$C_7 = 0,004$ $C_{13} = 1,452 + 0,02T - 0,1V$ $C_{19} = 0,003$
Сажа	0,05	0,3	64	96	5,7 –	0,5 –	$C_7 = 0,02 - 0,000\ 7T - 0,001V$ $C_{13} = 0,02 - 0,000\ 4T$ $C_{19} = 0,02 - 0,000\ 6T - 0,001V$
Фтористый водород	0,005	0,25	59	79	нет	нет	$C_7 = 0,003$ $C_{13} = 0,003$ $C_{19} = 0,003$
Аммиак	0,04	0,2	39	76	0,5 +	0,4 +	$C_7 = 0,03$ $C_{13} = 0,03 + 0,000\ 3T + 0,001V$ $C_{19} = 0,03 + 0,000\ 3T + 0,002V$
Формальдегид	0,003	0,08	6	6	1,9 +	0,1 –	$C_7 = 0,02 + 0,000\ 1T$ $C_{13} = 0,02 + 0,000\ 1T$ $C_{19} = 0,02 + 0,000\ 1T$

*Примечания:*

- 1 – предельно допустимая концентрация веществ в атмосферном воздухе ПДКсс;  
2 – отношение среднесуточной ПДК к максимальной разовой ПДК;  
3 – доля определений веществ в атмосферном воздухе на уровне 0 концентраций, в %;  
4 – доля определений веществ в атмосферном воздухе на уровне 1 ПДКсс и ниже, %;  
5 – коэффициент детерминации – вклад в течение года температуры воздуха (Т, °С) в изменение концентрации вещества в атмосферном воздухе, % (+ прямая, – обратная);  
6 – коэффициент детерминации – вклад в течение года скорости ветра (V, м/с) в изменение концентрации вещества в атмосферном воздухе, % (+ прямая, – обратная);  
7 – уравнение множественной регрессии по данным наблюдения  
 $C_{мг/м^3} = K + A T_q (°C) + B V_q (м/с)$  (при q = 7, 13 и 19 часов).

*Выводы.* Гигиена атмосферного воздуха влияет на обоснование состава экологических средств труда, которые находят содержание в выборе безвредных веществ и безопасных технологий, градостроительной деятельности не только в интересах бизнеса, но и здоровья будущих поколений. Господство климата (наклон орбиты Земли к Солнцу) формирует многообразие метеорологических процессов в приземном слое с различным содержанием химических веществ во вдыхаемом воздухе. Гигиена не оперирует областями деятельности общества по формированию благоприятной экологической среды.

1. В практике охраны атмосферного воздуха на землях населенных мест (пунктов) не получило применение гигиеническое различие между ПДК<sub>мр</sub> и ПДК<sub>сс</sub>. Они различаются не временем осреднения натуральных наблюдений, а сигнальными реакциями и метаболизмом как электролиты или ксенобиотики. ПДК<sub>мр</sub> учитывает метрологические возможности отбора проб за 20–30 минут для получения максимально достоверной величины химического вещества, которое может попасть в организм (преимущественно легкие, кровь, паренхиматозные органы) и вызвать проходящую рефлекторную реакцию. ПДК<sub>сс</sub> учитывает суточные колебания концентраций различных химических веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов, обусловленные изменением климата местности, и характером выбросов веществ. При этом ПДК<sub>сс</sub> устанавливаются по ответным реакциям организма в течение трех месяцев эксперимента и прогнозированием воздействия и оценки на 5–7 лет жизни человека. Поэтому ПДК<sub>сс</sub> являются техническими характеристиками в расчетных методах оценки инженерного оборудования.

2. В экономическом планировании величина ПДК<sub>сс</sub> ориентирует на обоснование состава капитальных вложений и эксплуатационных расходов при проектировании средозащитных мероприятия, благодаря которым продолжительность жизни населения не ограничивается экологическими факторами.

3. В территориальном планировании величина ПДК<sub>сс</sub> ориентирует на создание среды обитания в виде зон гарантированно безопасного качества атмосферного воздуха. Размеры территориальных зон в пределах населенных пунктов (мест) и санитарно-защитные зоны вокруг источников выбросов являются надежным ориентиром для совершенствования технологий по гигиеническим критериям безопасности и формированию благоприятных градостроительных условий проживания населения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларионов В. С. Анализ причин современного экологического кризиса // Вестник СГГА. – 2004. – № 9. – С. 204–207.
2. Креймер М. А. Пути управления санитарно-эпидемиологическим благополучием в городе // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – С. 21–26.
3. Креймер М. А. Гармонизация гигиенического нормирования с требованиями экологической и градостроительной деятельности // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей: сборник статей. Том I. / Под ред. академика РАМН, профессора Г. Г. Онищенко, академика РАМН, профессора А. И. Потапова. – М., Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2012. – С. 523–526.



4. Креймер М. А. Принципы построения региональных нормативов градостроительного проектирования // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 60–76.
5. Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека. Руководство Р 1.2.3156-13 – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. – 639 с.
6. Временные методические указания по обоснованию ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. № 4681-88, утв. Минздравом СССР 15.06.88.
7. Методы определения токсичности и опасности химических веществ (токсикометрия) / Под ред. проф. И. В. Саноцкого. – М.: Медицина, 1970. – 340 с.
8. Проблемы гигиенического нормирования и оценки химических загрязнений окружающей среды в XXI веке: материалы Пленума Межведомственного научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации (16 декабря 1999 г., г. Москва). – М., 1999. – 70 с.
9. Косибород Н. Р., Креймер М. А. Метод расчета аэрогенной химической нагрузки на население // Комплексные вопросы гигиены и охраны здоровья населения отдельных регионов Сибири. – М.: НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, 1988. – С. 100–102.
10. Креймер М. А. Климат и прогноз загрязнения атмосферного воздуха в городе // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 116–121).
11. Блинков В. П., Никитина Е. П. Роль кадастровой информации в управлении градостроительными процессами // Вестник СГГА – 2000. – № 5. – С. 30–35
12. Юсупов Н. Р., Батраков В. В. Технологические аспекты выполнения инвентаризации земель города Новосибирска // Вестник СГГА – 2000. – № 5. – С. 35–39.
13. Махт А. В. Ведение мониторинга ценообразующих факторов кадастровой оценки земель поселений // Вестник СГГА. – 2005. – № 10. – С. 138–141.
14. Подковырова М. А. Основные направления в совершенствовании организации использования территории города // Вестник СГГА. – 2005. – № 10. – С. 141–146.
15. Скрипа И. А. Место и роль системы платежей за земли городов в повышении эффективности их использования в условиях рынка земли и недвижимости // Вестник СГГА. – 2005. – № 10. – С. 146–152.
16. Мониторинг загрязнения снежного покрова в районе Искитимского цементного завода / А. Ф. Щербатов, В. Ф. Рапута, В. В. Турбинский, В. А. Хмелев, С. Е. Олькин, Т. В. Ярославцева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. – С. 163–168.
17. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 272 с.
18. Креймер М. А. Экономическое и территориальное планирование по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований // Вестник СГГА. – 2014. – № 2 (26). – С. 77–93.
19. Креймер М.А. Экономическое и территориальное планирование по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований // Вестник СГГА. – 2014. – № 3 (27). – С. 146–163.
20. Креймер М. А., Турбинский В. В. Учет климатических показателей при гигиенической оценке атмосферного воздуха и прогнозировании риска здоровью // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 26–31.

Получено 05.02.2015

© А. С. Озудов, М. А. Креймер, В. В. Турбинский, 2015

УДК 502.36+577.3.0

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛОГО ДОМА**

***Юрий Степанович Ларионов***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и природопользования, тел. (383)351-19-24, e-mail: larionov42@mail.ru

***Николай Александрович Ярославцев***

ООО «ЭкоПроба», 644120, Россия, г. Омск, п.г.т. Дальний, 20, оф. 19, инженер, тел. (381)234-83-69, e-mail: yaroslavcev\_na@mail.ru

***Сергей Михайлович Приходько***

ООО «ЭкоПроба», 644120, Россия, г. Омск, п.г.т. Дальний, 20, оф. 19, инженер, тел. (381)234-83-69, e-mail: ivolqa-x3@mail.ru

***Евгения Ивановна Баранова***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, тел. (913)922-07-72, e-mail: evg.dxn@yandex.ru

***Лариса Борисовна Пыстина***

МБОУ «Экономический лицей», 630005, Россия, г. Новосибирск, ул. Крылова, 44, педагог

В системе экологической безопасности жилого дома необходимо учитывать интегральное воздействие электромагнитных полей и излучений естественного и техногенного происхождения, которые формируют локальные аномалии различной интенсивности или «поля формы». Предполагается, что «поля формы» оказывают индивидуальное воздействие на организм человека, связанное с персональной диссимметрией строения его клеток, органов и организма в целом.

**Ключевые слова:** электромагнетизм, локальные аномалии, «поля формы», интенсивность, индивидуальное воздействие, диссимметрия, фоновое излучение.

## **ELECTROMAGNETIC FIELDS IN DWELLING HOUSE ECOLOGICAL SAFETY SYSTEM**

***Yury S. Larionov***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St, Ph. D., Prof., Department of Ecology and Environmental Management, tel. (383)351-19-24, e-mail: larionov42@mail.ru

***Nikolay A. Yaroslavtsev***

«Ecoproba», 644120, Russia, Omsk, 29 Dalny, Engineer, tel. (381)234-83-69, e-mail: yaroslavcev\_na@mail.ru

***Sergey M. Prikhodko***

«Ecoproba», 644120, Russia, Omsk, 29 Dalny, Engineer, tel. (381)234-83-69, e-mail: ivolqa-x3@mail.ru

***Evgenia I. Baranova***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St, Ph. D., Assoc. Prof., Department of Ecology and Environmental Management, tel. (913)922-07-72, e-mail: evg.dxn@yandex.ru

***Larisa B. Pystina***

Economic Lycée, 630005, Russia, Novosibirsk, 44 Krylova St., Teacher

In dwelling house ecological safety system, integral effect of electromagnetic fields and radiation of natural and anthropogenic character should be taken into account. These effects result in local anomalies of different intensity or “shape fields”, respectfully. «Shape fields» are supposed to exert individual impact on human organism depending on the personal dissymmetry of cells, organs and whole organism structure.

**Key words:** electromagnetism, local anomalies, «shape fields», intensity, individual effect, dissymmetry, background radiation.

Исследования электромагнитных волн человека позволили установить, что он имеет свое электромагнитное поле, благодаря которому все клетки организма гармонично работают. Электромагнитные излучения человека еще называют биополем (видимая его часть – аура). Кроме того, это поле является основной защитной оболочкой нашего организма от любого негативного влияния. При ее разрушении органы и системы нашего организма становятся легкой добычей для любых болезнетворных факторов [1, 3–6, 10, 12, 19–21, 23–32].

Если на наше электромагнитное поле начинают действовать другие источники излучения, гораздо более мощные, чем излучение нашего тела, то в организме начинается хаос. Это и приводит к кардинальному ухудшению здоровья. Такими источниками могут быть бытовые приборы, мобильные телефоны, транспорт и т. д. Значительное влияние на нас оказывают большое скопление людей, настроение человека и его отношение к нам, геопатогенные зоны на планете, магнитные бури и т. д. [1, 5, 6, 10, 12, 19–32, 34 и др.].

Вместе с тем, биополе человека – это сложная электромагнитная система, которая взаимодействует с окружающим миром в различных диапазонах частот. Их можно условно разделить на базовые частоты, поддерживающие частоты, частоты энергоинформационного обмена клеток.

Базовые частоты находятся в диапазоне от 7,8 до 14,1 Гц. Это частоты альфа- и бета-ритма головного мозга. Они практически совпадают с частотами магнитного поля Земли. Таким образом, человеческие биоритмы, подобно камертону, резонируют с электромагнитным полем Земли и синхронизируются [19–32]. Однако при увеличении базовой частоты выше 8 Гц шишковидная железа человека перестаёт синхронизировать работу левого и правого полушарий мозга. В результате происходит сбой контроля над подкоркой мозга, что вызывает нарушения выработки мужских или женских гормонов [28, 29].

Действие на организм человека ЭМП определяется частотой излучения, его интенсивностью, продолжительностью и характером действия, индивиду-

альными особенностями организма. Спектр электромагнитных полей включает низкие частоты до 3 Гц, промышленные частоты – от 3 до 300 Гц, радиочастоты – от 30 до 300 МГц, а также относящиеся к радиочастотам ультравысокие частоты (УВЧ) – от 300 МГц до 300 ГГц.

Собственная активность живой материальной системы, например клетки, реализуется через возбуждение ее электромагнитным внешним воздействием. Свойства любой живой или косной элементарной системы обусловлены взаимной связью колебательного процесса превращения электрических свойств в магнитные [1, 3–6, 23, 24–27, 30, 31, 33–36].

Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности электромагнитных полей во всех частотных диапазонах. При относительно высоких уровнях облучающего электромагнитного поля современная теория признает тепловой механизм воздействия. При относительно низком уровне действия поля (к примеру, для радиочастот выше 300 МГц это менее 1 мВт/см<sup>2</sup>) принято говорить о нетепловом или информационном характере воздействия на организм [19–21, 23–27].

Переменное электрическое поле вызывает нагрев тканей живых организмов как за счет переменной поляризации диэлектрика (сухожилий, хрящей, костей), так и за счет появления токов проводимости. Тепловой эффект есть следствие поглощения энергии электромагнитного поля. Чем больше напряженность поля и время воздействия, тем сильнее выражен указанный эффект.

До величины 10 мВт/м, условно принятой за тепловой порог, избыточное тепло отводится за счет механизма терморегуляции. Кроме того, чувствительность органов к перегреву определяется их строением.

Выделение теплоты может приводить к перегреванию, особенно тех органов и тканей, которые недостаточно хорошо снабжены кровеносными сосудами (хрусталик глаза, желчный пузырь, мочевого пузыря). Наиболее чувствительны к биологическому воздействию радиоволн центральная нервная и сердечно-сосудистая системы. При длительном действии радиоволн не слишком большой интенсивности (порядка 10 Вт/м<sup>2</sup>) появляются головные боли, быстрая утомляемость, изменение давления и пульса, нервно-психические расстройства. Может наблюдаться похудение, выпадение волос, изменение в составе крови [27–32 и др.].

Воздействие СВЧ-излучения интенсивностью более 100 Вт/м<sup>2</sup> может привести к помутнению хрусталика глаза и потере зрения, тот же результат может дать длительное облучение умеренной интенсивности (порядка 10 Вт/м<sup>2</sup>), при этом возможны нарушения со стороны эндокринной системы, изменения углеводного и жирового обмена, сопровождающиеся похудением, повышение возбудимости, изменение ритма сердечной деятельности, изменения в крови (уменьшение количества лейкоцитов) и другие функциональные нарушения.

Действию электромагнитных полей промышленной частоты человек подвергается в производственной, городской и бытовой зонах. Санитарными нор-

мами установлены предельно допустимые уровни напряженности электрического поля внутри жилых зданий, на территории жилой зоны. Люди, страдающие от нарушений сна и головных болей, должны перед сном убирать или отключать электрические приборы, генерирующие электрические поля. При этом необходимо отметить, что воздействие электромагнитных полей может быть от одного источника, с накладкой от двух и более источников одного частотного диапазона, смешанным – от двух и более источников электромагнитных полей различных частотных диапазонов и комбинированным – в случае одновременного действия какого-либо другого неблагоприятного фактора.

Воздействие может быть постоянным или прерывистым, общим (облучается все тело) или местным (облучается часть тела). В зависимости от места нахождения человека относительно источника излучения, он может подвергаться воздействию электрической или магнитной составляющих поля или их сочетанию, а в случае пребывания в волновой зоне – воздействию сформированной электромагнитной волны [1, 5, 6, 12, 19–21, 23–32, 37, 38].

Контроль уровней электрического поля осуществляется по значению напряженности электрического поля, выраженной в В/м. Контроль уровней магнитного поля осуществляется по значению напряженности магнитного поля, выраженной в А/м.

Энергетическим показателем для волновой зоны излучения является плотность потока энергии, или интенсивность, проходящая через единицу поверхности, перпендикулярной к направлению распространения электромагнитной волны за одну секунду. Измеряется в Вт/м<sup>2</sup>.

Длительное действие электрических полей может вызывать головную боль в височной и затылочной области, ощущение вялости, расстройство сна, ухудшение памяти, депрессию, апатию, раздражительность, боли в области сердца. Для персонала ограничивается время пребывания в электрическом поле в зависимости от напряженности поля (180 минут в сутки при напряженности 10 кВ/м, 10 минут в сутки при напряженности 20 кВ/м) [19, 27–32 и др.].

Биологический эффект электромагнитного поля в условиях многолетнего длительного воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания [27–32 и др.].

Электромагнитные поля могут быть особенно опасны для детей, беременных (эмбрион), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечно-сосудистой системы, аллергиков и людей с ослабленным иммунитетом [28–32].

Таким образом, электромагнитные поля и излучения различной интенсивности и генеза формируют факторы различного влияния на организм человека, которые могут существенно влиять на его здоровье, особенно в местах его длительного пребывания – жилье и рабочее место, территории пребывания [1–32 и др.]. В целом, такие природные электромагнитные комплексы можно



охарактеризовать как локальные электромагнитные аномалии, изменяющие геофизический рельеф с приобретением новых характеристик, как правило, негативно влияющих на человека и вызывающих различные патологии. В связи с этим можно предположить, что архитектурные конструкции различных форм могут привносить свое влияние в геофизический рельеф, действующий на человека [1, 7–12, 18, 27, 38].

В своих работах [7, 8, 11–17, 33–36] мы широко используем термин «поля формы» распространённый в среде архитекторов, в прикладной геоинформатике [2, 18], который подразумевает существенное влияние геометрических форм жилых зданий и сооружений на психоэмоциональное и физическое состояние человека, которое может изменяться даже за незначительный период времени, что показано в наших экспериментах. Менее исследованным остается вопрос формирования «полей формы» с учетом индивидуального влияния на организм человека состояния геофизического рельефа и формирования локальных электромагнитных аномалий низкой (на пределе возможностей измерительной техники) и сверхнизкой (за пределами таких возможностей) интенсивности, что продолжает оставаться актуальной задачей в экологических исследованиях.

Целью данной статьи является выявление регулирующей роли комплекса фоновых электромагнитных излучений, связанных с геометрической формой жилых помещений и индивидуальными особенностями организма человека как биологической системы, обладающей диссимметрией в строении его клеток, органов и, в целом организма, с проявлением различной реакции на такие воздействия.

Материалы и методы:

1. Модели геометрических форм жилых помещений (в дальнейшем – «форма») в виде «египетской» пирамиды, куба, тетраэдра, которые соизмеримы с размерами человека, и выполненных в виде деревянных каркасов, обтянутых плотной тканью для исключения визуальных контактов испытуемого вне внутреннего пространства модели.

2. Камера газоразрядной визуализации (ГРВ камера по А. К. Короткову).

3. Методика оценки психоэмоционального и физического состояния испытуемых по уровню (площади) светимости объекта до и после их экспозиции в геометрических моделях.

4. Тонометр медицинский, для определения давления у испытуемых до и после их экспозиции в геометрических моделях.

5. Индикатор геофизических аномалий «ИГА-1» (автор – Ю. П. Кравченко).

6. Биогеофизический метод (биолокация). Для определения присутствия локальных геофизических аномалий.

Условия и результаты эксперимента. Эксперимент проводился на территории Свердловской области в два этапа. Летом, в полевых условиях, на горизонтальной площадке в отсутствие искусственных источников электромагнитных излучений; зимой, в помещении загородного спортивного зала. В роли испы-



туемых выступали аспиранты и студенты Уральской государственной академии архитектуры (УралГАХА) под руководством профессора А. А. Барабанова. Приборы были предоставлены ООО ЦИПК «Экватор» (А. А. Косов, Н. А. Ярославцев).

Перед экспозицией испытуемого в геометрической форме жилого помещения у него снималась ГРВ-грамма и измерялось артериальное давление. Процедуру повторяли после его экспозиции в «форме» в течение 10 минут, в положении сидя. Измерения проводились при отсутствии геофизических возмущений магнитного фона, при ясной погоде. Всего в эксперименте участвовало 43 человека.

Предполагалось, что «форма» модели может оказывать влияние на психоэмоциональное и физическое состояние человека. С помощью ИГА-1 и биогеофизического метода были выбраны ограниченные участки на земной поверхности для установки моделей, на которых отсутствовали локальные электромагнитные аномалии в виде пятен, полос и их сочетаний, которые часто оцениваются как сети Хартмана, Кюри и т. п. Следует отметить, что термин «сетка» достаточно условен и часто понимается как проекция на Землю, хотя такая проекция вверх представляет собой своеобразные «стены», с той особенностью, что в приповерхностном слое Земли существуют обширные горизонтальные составляющие аномалии. Фактически локальная аномалия представляет собой трехмерные ячейки, которые формируют ячеистые структуры и, в целом, ячеистое пространство биосферы, как ее часть в виде системорегулирующей и системообразующей компоненты, что было показано в работе [38]. Положение сидя у испытуемых было выбрано для обеспечения минимальных контактов как с горизонтальными, так и с вертикальными составляющими аномалий, в том числе на уровне головы и ног. То есть, они находились в своеобразном «коконе», вне действия локальных аномалий.

Изменения состояния испытуемых проявлялось индивидуально. Так, в «египетской» пирамиде, в группе из 19 человек показатель уровня психоэмоционального состояния повысился у 13 человек (68 %) и снизился у 6 человек (32 %). Из них показатель уровня физического состояния увеличился у 10 человек (53 %) и ухудшился у 9 человек (47 %). В субъективных ощущениях такие изменения проявлялись в виде легкой эйфории либо в ощущениях дискомфорта. По данной модели амплитуда колебаний показателей психоэмоционального состояния (в отклонении от нормы) составила 31 %, а по физическому состоянию – 24 %.

В целом, это показало разнонаправленную реакцию организма испытуемых по уровню психоэмоционального и физического состояния как по средним показателям, так и по состоянию отдельных органов (появление головной боли, вялости, ощущения покалывания в конечностях, учащенное сердцебиение), то есть проявлялось в отклонении от нормы.

Влияние модели в форме тетраэдра на состояние испытуемых показало близкую разнонаправленную тенденцию в его изменениях аналогично измене-

ниям, возникающим в «египетской» пирамиде, но с существенным отличием по психоэмоциональной составляющей. Амплитуда колебаний по этому показателю составила почти 45 % от нормы.

Влияние на испытуемых модели в форме «куб» проявилось в том, что амплитуда колебаний (в отклонении от нормы) по показателям психоэмоционального состояния была минимальна относительно показателей по другим моделям и составила 23 %, а по физическому состоянию – 18 %.

Показатели изменения состояния испытуемых во втором этапе эксперимента (зимой) в целом были близки к данным, полученным на первом этапе эксперимента.

Обсуждение результатов. Сравнение полученных данных по влиянию полей формы на организм человека позволяет подтвердить их воздействие, вероятно, путем изменения его физических полей по электромагнитной компоненте. В пользу этого говорит изменение показателя «площадь светимости» ГРВ-грамм у испытуемых. Важно отметить разнонаправленную реакцию организма человека в колебаниях его психоэмоционального и физического состояния в широком диапазоне. Это согласуется с известными данными, полученными в биологии и медицине, как присутствие в клетках и организме биологической диссимметрии [6, 19–21, 23–32].

Присутствие у биологических объектов диссимметрии остается достаточно неопределенным понятием с теоретической точки зрения, и носит, в основном, описательный характер. Некоторая ясность может появиться, если опираться на электромагнитные взаимодействия как основу энергоинформационных взаимодействий в природе, где информация выступает как атрибут материи [10–15]. Схематично электромагнитная волна состоит из двух диполей – электрического (рецептор) и магнитного (память), а также гармоник различных порядков, образующих в целом квадруполь. Все колебательные процессы в квадруполье связаны и протекают на основе диссимметрии, в циклическом (ритмическом) функционировании биологических систем. Под влиянием различных внешних условий квадруполь может «деформироваться» в целом или в какой-либо его части. В итоге возникает преобладание лево- или правовращения в диполях или в системе диполей, оставаясь при этом системной триадой с общей точкой бифуркации [11–17, 23, 24].

При наличии постоянного внешнего источника магнитного или электромагнитного поля, например по уровню напряженности квазипостоянного (пульсирующего) магнитного поля Земли, а фактически электромагнитной компоненты низкой частоты, биологический объект приобретает свойства той среды, где он развивался, в зависимости от его географического положения. Можно предположить, что если объект длительно находится в какой-либо точке с измененным состоянием магнитного поля, то это состояние закрепляется на его энергоинформационном, генетическом и морфологическом уровне и проявляется в виде диссимметрии клеток, органов и организма, что объясняет многие эпигенетические процессы в современной генетике [12]. В целом можно гово-

речь о фиксации таких свойств в первую очередь на энергоинформационном уровне. Это соответствует методологии, предложенной В. И. Вернадским о симметричном отражении состояния биологических объектов, присутствующих в биосфере, в виде ее геофизической компоненты, в которой диссимметрия является правилом, а симметрия – исключением. Кроме того, известно, что при моделировании распределения напряженности магнитного поля она изменялась очень неравномерно, с разницей до 25 раз между острием и цилиндрической частью иглы [3, 4].

Таким образом, состояние организма человека, находящегося в моделях различных геометрических форм, в определенной географической точке симметрично отражает состояние геофизического рельефа, по крайней мере, по его электромагнитной компоненте, следствием которого является изменение его психоэмоционального и физического состояния, в соответствии с закрепленной у него генетической (энергоинформационной) памятью.

В данной работе показано, что из всех геометрических форм, используемых для жилья, куб является наиболее предпочтительным для этих целей, а тетраэдр – наименее предпочтительным.

На основании вышеизложенного, термин «поля формы» (излучение «полей формы»), понимаемый как изменение состояния геофизического рельефа, можно сформулировать следующим образом. Поля формы – это свойства материальных систем, имеющих форму или сочетание форм и, благодаря этому, обладающих возможностью различным образом изменять динамическое состояние комплексов физических электромагнитных полей и излучений естественного и искусственного происхождения. Такие изменения происходят путем формирования вокруг них локальных аномалий, в первую очередь магнитных и электромагнитных, с проявлением краевых эффектов, изменяющих благоприятным или неблагоприятным образом характер воздействия на различные объекты, в том числе на организм человека, в зависимости от его индивидуальных генетических особенностей.

**Заключение.** Результаты экспериментов позволяют наметить пути наиболее рационального проектирования жилья, с учетом сохранения наиболее устойчивого психоэмоционального и физического состояния человека, связанного с биологической диссимметрией в его организме, как индивидуального показателя. Наши исследования [11–17, 33–36] показывают, что информационные электромагнитные излучения низкой интенсивности позволяют осуществлять управление ростом и развитием растений. Это указывает на перспективность таких подходов в сельском хозяйстве, медицине и других областях биологического профиля или где присутствуют биологические объекты. Необходимо отметить поисковый характер исследования, результаты которого вызывают необходимость их продолжения, как на моделях, так и на полномасштабных объектах, с учётом того, что они проводились на ограниченном количестве моделей, которые были близки к размерам человека, что, вероятно, накладывает отпечаток на результат исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барабанов А. А. Влияние энергетических форм природы на жизнедеятельность человека // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2010. – № 1. – С. 91–96.
2. Вовк И. Г. Моделирование формы и оценка размеров систем в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 17–25.
3. Гак Е. З. Магнитные поля и водные электролиты – в природе, в научных исследованиях, в технологиях. – СПб.: Элмор, 2013. – 536 с.
4. Гридин В. И., Гак Е. З. Физико-биологическое моделирование природных явлений. – М.: Наука, 1994. – 204 с.
5. Дубров А. П. Когнитивная психофизика: основы. – 2-е изд., исп. и доп. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 301 с.
6. Дубров А. П. Биологическая геофизика. Поля. Земля. Человек и Космос. – М.: Фолиум, 2009. – 176 с.
7. Косов А. А., Барабанов А. А., Ярославцев Н. А. Роль электромагнитных полей и излучений в системе обеспечения безопасности человека / Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2010. – № 1. – С. 84–90.
8. Изменение «полей формы» специальной компьютерной программой «Иволга ХЗ» с оценкой таких изменений методом фитоиндикации / А. А. Косов, Н. А. Ярославцев, С. М. Приходько, Ю. С. Ларионов // Основы физического взаимодействия: теория и практика: материалы I Международной научно-практической конференции. – Киев: Университет «Украина», 2008. – С. 161–187.
9. Креймер М. А. Принципы построения региональных нормативов градостроительного проектирования // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 60–76.
10. Жарников В. Б., Гагарин А. И., Лебедева Т. А. О приоритете индикаторов устойчивого развития территорий // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 57–65.
11. Электромагнитный информационный подход к целостной естественно-научной картине материального мира / Ю. С. Ларионов, В. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев, С. М. Приходько, Е. И. Баранова // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 158–174.
12. Ларионов Ю. С. Основы эволюционной теории (Концепции естествознания и аксиомы современной биологии в свете эволюции материи): учеб. пособие. – Омск: ИП Скорнякова Е. В., 2012. – 233 с.
13. Ларионов Ю. С., Ярославцев Н. А., Приходько С. М. Информационные концепции целостной, естественнонаучной картины материального мира // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 111–125.
14. Фоновые электромагнитные излучения низкой интенсивности, как регулирующий фактор, влияющий на гравитропическую реакцию растений / Ю. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев, С. М. Приходько, Е. В. Екимов // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22) – С. 78–87.
15. Ларионов Ю. С., Ярославцев Н. А., Приходько С. М. Атрибутивная и вербальная информация как универсальное единое электромагнитное свойство всех материальных объектов в биосфере и вселенной // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 135–142.
16. Оценка воздействия естественного электромагнитного фона на рост растений в трехмерном пространстве на основе 3Д визуализации / Ю. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев, С. М. Приходько, О. Г. Марков, Е. Г. Паничев // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 58–60.

17. Влияние электромагнитного излучения на различные уровни организации и эволюции живых организмов, как энергоинформационная основа, придающая им целостность / Н. А. Ярославцев, Ю. С. Ларионов, С. М. Приходько, Е. В. Екимов // *Материалы 1-й Международной конф. «Геоэкология жилого дома»*, Санкт-Петербург 09.06.2014–11.06.2014. – СПб., 2004. – С.181–185.
18. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Классификация и обоснование условных знаков крыш для трехмерных карт Вьетнама на основе признаков «Фэн-Шуй» и «У-Син» // *Вестник СГГА*. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 147–153.
19. Любимов В. В. Искусственные и естественные электромагнитные поля в окружающей человека среде и приборы для их обнаружения и фиксации: учеб. пособие / Препринт № 11 (1127). – Троицк: ИЗМИРАН, 1999. – 28 с.
20. Мусаев И. А. Потенциалы естественного электрического поля Земли в задачах изучения геодинамических и сейсмических явлений. – Махачкала, 2002.
21. Никитина Е. М. Эргономика – защита пользователей от негативных воздействий электромагнитных полей дисплея: учеб. пособие. – М.: 1998.
22. Николаева О. Н., Ромашова Л. А., Волкова О. А. Роль картографического метода исследования в решении проблем радиационной обстановки окружающей среды // *Вестник СГГА*. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 104–108.
23. Петров Н. В. Витакосмология. – СПб.: ООО «Береста», 2013. – 388 с.
24. Петров Н. В. Светомбр (Свето-магнито-биологический ритм жизни Вселенной). – СПб.: Изд. Медицинская пресса, 2006. – 440 с.
25. Пресман А. С. Электромагнитное поле и жизнь: учеб. пособие. – М.: Наука, 2003. – 215 с.
26. Рагульская М. В. Влияние вариаций солнечной активности на функционально здоровых людей. – М., 2005.
27. Ромашев Д. К. Работа «Электромагнитное поле и его влияние на здоровье человека». – СПб: СПГТУ, 2001. – 21 с.
28. Хорсева Н. И. Экологическое значение естественных электромагнитных полей в период внутриутробного развития человека. – М.: Ин-т биохим. физики РАН, 2004. – 20 с.
29. Холодов Ю. А., Лебедева Н. Н. Реакция нервной системы человека на электромагнитные поля. – М.: Наука, 1992. – 187 с.
30. Реутов Ю. Я. Жизнь в магнитной паутине // *Информ. вестн. УрО РАН: Наука. Общество. Человек*. – 2006. – № 3 (17). – С. 21–26.
31. Удалова Д. А., Арбузов В. В. Магнитные поля – угроза здоровью // *Мед. экология: V междунар. науч.-практ. конф.*, 29–30 июня 2006 г.: сб. ст. – Пенза: Приволж. Дом знаний, 2006.
32. Шарохина А. В. Электромагнитное поле в быту // *Материалы докладов первой Всерос. молодежной науч. конф. «Тинчуринские чтения»* под общ. ред. д-ра физ.-мат. наук, проф. Ю. Я. Петрушенко. В 2 т. Т. 2. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2006. – С. 161–163.
33. Ярославцев Н. А. О возможном механизме взаимодействия биологических систем на основе энергоинформационных комплексов сверхслабых полей // *IV Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине»*, 3–7 июля 2007 г., Санкт-Петербург: тезисы. – СПб.: СПб. гос. электротех. ун-т, 2006. – С. 259.
34. Ярославцев Н. А. О существовании многоуровневых ячеистых энергоинформационных структур: монография. – Омск: Омский гуманитарный институт, 2005. – 184 с.
35. Ярославцев Н. А. Фитоиндикация слабых, малоразмерных геофизических аномалий локального характера при экологической оценке состояния окружающей среды // *Омский научный вестник*. – 2006. – № 6 (41). – С. 296–300.

36. Энергоинформационные взаимодействия как основа понимания целостной картины мира / Н. А. Ярославцев, Ю. С. Ларионов, С. М. Приходько, Е. В. Екимов // Сборник научных трудов VI Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». – СПб., 2012. – С. 280–281.

37. Shells of Japan, by Tadashige Habe, Osaka Hoikusha's Color Books Series, 1978.

38. Waite A. E., Smith P. C. Rider Waite TAROT. U.S. GAMES SYSTEMS, INC., N.Y., 1971.

Получено 12.02.2015

© Ю. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев, С. М. Приходько,  
Е. И. Баранова, Л. Б. Пыстина, 2015



## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

---

УДК 330.43

### ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Амридон Гемзаевич Барлиани*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (983)319-99-31

*Ираида Яковлевна Барлиани*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры управления и предпринимательства, тел. (983)319-99-31

В статье предлагается новый подход к процедуре оценивания параметров эконометрических моделей, основанный на матричной лемме Шермана – Моррисона – Вудберий. Предлагаемая методика оценки параметров эконометрических моделей имеет преимущества перед другими методами в том, что представляется возможность последовательно присоединять к уже подобранной модели как дополнительные экономические объекты, так и дополнительные факторы-признаки. На демонстративном примере показана методика построения оценок параметров эконометрической модели предлагаемой методики. На основании предложенного алгоритма оценивания предоставляется возможность отбора оптимальных факторов-признаков без дополнительных вычислительных процедур.

**Ключевые слова:** гребневая регрессия, объясняющие переменные, плохо обусловленная матрица, признаки-факторы, рекуррентный алгоритм, ридж-регрессии, эконометрическая модель, метод наименьших квадратов.

### PROCEDURE FOR ESTIMATING ECONOMIC SYSTEMS MODELS PARAMETERS

*Amridon G. Barliani*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., senior lecturer, Department of Applied Informatics and Information Systems, tel. (983)319-99-31

*Iraida Ya. Barliani*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Management and Entrepreneurship, tel. (983)319-99-31

A new approach to the procedure for estimating econometric models parameters is offered. It is based on Sherman – Morrison – Woodbury matrix lemma. The offered technique for estimating econometric models parameters has an advantage over others because both additional economic entities and additional factors-signs may be sequentially joined to the previously selected model. The demonstration example presented here shows the technique for building econometric models parameters estimates (for offered technique). The estimation algorithm is to be used as a basis for choosing optimal factors-signs, with additional computational procedures being unnecessary.

**Key words:** ridge regression, explanatory variable, ill-conditioned matrix, signs-factors, recurrent algorithm, ridge-regression, econometric model, least square method.

Современный период социально-экономического развития страны характеризуется особым спросом на инновационные разработки наиболее передовых отраслей экономики и обеспечивающей их инфраструктуры. Особое значение здесь приобретает информационное обеспечение развития таких отраслей, а также картографо-геодезическое и земельно-кадастровое сопровождение, осуществляющее формирование единого геоинформационного пространства, включающего, в том числе, сформированные и обеспеченные необходимой атрибутикой объекты недвижимой собственности – важнейшие элементы рынка недвижимости и современной экономики. Различные аспекты формирования указанного геопространства отражены в целом ряде содержательных работ как отечественных, так и зарубежных специалистов [1–7].

Важной частью указанного геопространства являются модели экономических объектов и систем, оптимальное построение которых – центральная проблема любого эконометрического исследования, поскольку ее «качество» определяет достоверность и обоснованность результатов анализа и прогноза тенденций развития рассматриваемых социально-экономических процессов.

Экономические явления, как правило, определяются большим числом одновременно и совокупно действующих факторов. В связи с этим часто возникает задача исследования зависимости одной зависимой переменной  $Y$  от нескольких объясняющих переменных  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . Эта задача решается с помощью множественного регрессионного анализа [5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14].

Обычно модель линейной множественной регрессии с  $k$  переменными и  $n$  индивидуумами записывается в виде

$$\forall i = 1, n,$$

$$Y_i = \alpha_1 \cdot X_{i1} + X_{i2} \cdot \alpha_2, \dots, + \alpha_k \cdot X_{ik} + \varepsilon_i,$$

где  $M(\varepsilon_i) = 0$ ,  $\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = \sigma$ ,  $0 < \sigma < \infty$ ,  $\forall j$ , или в матричной форме:

$$Y = X\alpha + \varepsilon;$$

$$M(\varepsilon) = 0, K = M(\varepsilon\varepsilon^T) = \sigma I;$$

$$X = (X^T X)^{-1} X^T Y = B^{-1} X^T Y,$$

где  $Y$  –  $(n, 1)$  – вектор столбец,  $X$  –  $(n, k)$  – матрица;  $\alpha$  –  $(k, 1)$  – вектор-столбец;  $\alpha$  –  $(k, 1)$  – вектор-столбец случайных ошибок;  $I$  –  $(n, n)$  – единичная матрица.

В процессе оценивания параметров эконометрической модели возможны три ситуации:

- матрица  $X^T X$  некоторого класса необратима, поскольку число индивидуумов меньше числа объясняющих переменных;
- матрица  $X^T X$  плохо обусловлена, что может быть, когда число индивидуумов незначительно больше числа объясняющих переменных;
- матрица  $X^T X$  хорошо обусловлена и параметры можно оценить по классическому методу наименьших квадратов.

Чтобы получить решение в первом случае, пользуются методом псевдонормальной оптимизации [8, 9]. Для получения оценок во втором случае применяют метод «ридж-регрессии» (или «гребневой регрессии») [9, 10].

Метод наименьших квадратов дает оценку [5, 11, 12]

$$X = (X^T X)^{-1} X^T Y = B^{-1} X^T Y = B^{-1} b. \quad (1)$$

Приведем рекуррентный алгоритм вычисления обратной матрицы  $B$ . Хорошо известно, что любую матрицу можно расщеплять в виде суммы нескольких матриц. В частности, исходную матрицу нормальных уравнений  $B$  можно записать в виде суммы двух матриц, то есть:

$$B = B_0 + C. \quad (2)$$

Здесь  $B_0$  – диагональная матрица, состоящая из элементов  $B_{ii}$ , а матрица  $C$  имеет вид:

$$C = \begin{pmatrix} 0 & B_{12} & B_{13} & \dots & B_{1k} \\ B_{21} & 0 & B_{23} & \dots & B_{2k} \\ B_{31} & B_{32} & 0 & \dots & B_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{k1} & B_{k2} & B_{k3} & \dots & 0 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Теперь матрицу (3) можно выразить через столбцы, то есть:

$$C = (C_1 \quad C_2 \quad C_3 \quad \dots \quad C_k). \quad (4)$$

В матричном представлении (4), например первый столбец можно записать следующим образом:

$$C_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ B_{21} \\ B_{31} \\ \vdots \\ B_{k1} \end{pmatrix}; C_2 = \begin{pmatrix} B_{12} \\ 0 \\ B_{32} \\ \vdots \\ B_{k2} \end{pmatrix} \text{ и т. д.}$$

Тогда с учетом введенных обозначений матричное разложение (3) можно представить в форме матричного ряда:

$$B = B_0 + C_1 e_1 + C_2 e_2 + \dots + C_k e_k, \quad (5)$$

где  $e_j$  – единичный вектор-строка, который имеет всюду нули и единицу на позиции  $j$ .

Например, для  $j = 1$  единичный вектор имеет вид:  $e_1 = (1 \ 0 \ 0 \ \dots \ 0)$ .

Теперь необходимо рассмотреть частный случай, когда исходная невырожденная матрица нормальных уравнений разложена в ряд из двух составляющих, то есть:

$$B = B_0 + C e. \quad (6)$$

При этом невырожденная матрица  $B_0$  может быть диагональной, то есть:

$$B_0 = \begin{pmatrix} B_{11} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & B_{22} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & B_{33} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & B_{kk} \end{pmatrix}. \quad (7)$$

В условиях разложения (6) на основании леммы Шермана – Моррисона – Вудберий можно доказать теорему [9, 11, 12].

Теорема. В условиях разложения исходной матрицы в виде (6) обратную матрицу к  $B$  можно рассчитать по формуле:

$$B^{-1} = B_0^{-1} - \frac{B_0^{-1} \cdot C \cdot e \cdot B_0^{-1}}{1 + e \cdot B_0^{-1} \cdot C}. \quad (8)$$

Для доказательства справедливости теоремы выражение (8) нужно умножить справа или слева на матрицу  $B_0 + C e$ :

$$\left( B_0^{-1} - \frac{B_0^{-1} C e B_0^{-1}}{1 + e B_0^{-1} C} \right) (B_0 + C e) = B_0^{-1} B_0 + B_0^{-1} C e - \frac{B_0^{-1} C e B_0^{-1} B_0 + B_0^{-1} C e B_0^{-1} C e}{1 + e B_0^{-1} C}.$$

Так как  $B_0^{-1} B_0$  – единичная матрица  $I$ , а  $e B_0^{-1} C$  является скалярной величиной, то можно прийти к тому, что последнее выражение равняется единичной матрице  $I$ . Таким образом, теорема доказана.

На основании разложения матрицы в ряд (5) и полученной формулы (8) можно записать эффективный рекуррентный алгоритм обращения матрицы нормальных уравнений, имеющий вид:

$$B_j^{-1} = B_{j-1}^{-1} - \frac{B_{j-1}^{-1} C_j e_j B_{j-1}^{-1}}{1 + e_j B_{j-1}^{-1} C_j}, \quad (9)$$

где  $j$  – номер итерации. При этом для начала итерационного процесса необходимо иметь начальную обратную матрицу  $B_0^{-1}$  и она равна:

$$B_0^{-1} = \begin{pmatrix} B_{11}^{-1} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & B_{22}^{-1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & B_{33}^{-1} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & B_{kk}^{-1} \end{pmatrix}.$$

Таким образом, после  $k$ -кратного обращения к формуле (9), последовательно присоединяя элементы разложения (6), можно получить обратную матрицу нормальных уравнений  $B^{-1}$ .

Рассмотрим пример. По приведенным в таблице данным 20 однотипных предприятий провести регрессионный анализ зависимости производительности труда ( $Y$ ) от фондоотдачи ( $X_1$ ), фондовооруженности труда ( $X_2$ ) и непроизводственных расходов ( $X_3$ ).

На основании этой таблицы составим матрицу нормальных уравнений  $B = X^T X$  и вектор-столбец нормальных уравнений  $b = X^T Y$ , которые равны соответственно:

$$B = \begin{pmatrix} 20 & 31,36 & 123,5 & 402,78 \\ 31,36 & 52,646 & 186,044 & 636,5448 \\ 123,5 & 186,044 & 844,756 & 2\,510,5549 \\ 402,78 & 636,5448 & 2\,510,5549 & 8\,513,2042 \end{pmatrix}; \quad b = \begin{pmatrix} 158,9 \\ 252,927\,5 \\ 1\,015,329\,7 \\ 3\,198,6551 \end{pmatrix}.$$

Исходные данные для регрессионного анализа

Номер предприятия	Производительность труда (тыс. руб.), $Y$	Фондоотдача (руб./коп.), $X_1$	Фондовооруженность труда (млн. руб./чел.), $X_2$	Непроизводственные расходы, (млн. руб.), $X_3$
1	9,26	1,45	6,40	17,72
2	9,38	1,30	7,80	18,39
3	12,11	1,37	9,76	26,46
4	10,81	1,65	7,90	22,37
5	9,35	1,91	5,35	28,13
6	9,87	1,68	9,90	17,55
7	8,17	1,94	4,50	21,92
8	9,12	1,89	4,88	19,52
9	5,88	1,94	3,46	23,99
10	6,30	2,06	3,60	21,76
11	6,22	1,96	3,56	25,68
12	5,49	1,02	4,28	18,13
13	6,50	1,85	8,85	25,74
14	6,61	0,88	8,52	21,21
15	4,32	0,62	7,19	22,97
16	7,37	1,09	6,82	16,38
17	7,02	1,60	4,82	13,21
18	8,25	1,53	5,46	14,48
19	8,15	1,40	6,20	13,38
20	8,72	2,22	4,25	13,69

Для того чтобы определить обратную матрицу  $B$  в форме (5) и (9), запишем начальную матрицу:

$$B_0 = \begin{pmatrix} 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 52,646 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 844,756 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 8\,513,204\,2 \end{pmatrix}$$

и векторы-столбцы

$$C_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 31,36 \\ 123,5 \\ 402,78 \end{pmatrix}; \quad C_2 = \begin{pmatrix} 31,36 \\ 0 \\ 186,044 \\ 636,544\,8 \end{pmatrix}; \quad C_3 = \begin{pmatrix} 123,5 \\ 186,044 \\ 0 \\ 2\,510,554\,9 \end{pmatrix}; \quad C_4 = \begin{pmatrix} 402,78 \\ 636,544\,8 \\ 2\,510,554\,9 \\ 0 \end{pmatrix}.$$



Введем единичные векторы:

$$e_1 = (1 \ 0 \ 0 \ 0), \quad e_2 = (0 \ 1 \ 0 \ 0); \quad e_3 = (0 \ 0 \ 1 \ 0); \quad e_4 = (0 \ 0 \ 0 \ 1).$$

На первом этапе найдем обратную начальную матрицу  $B_0^{-1}$ :

$$B_0^{-1} = \begin{pmatrix} 0,05 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0189947954 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,0011837738 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,0001174646 \end{pmatrix}.$$

К полученной начальной матрице по формуле (9) присоединим вектор-столбец  $C_1$  с учетом единичного вектора  $e_1$  и получим:

$$B_1^{-1} = \begin{pmatrix} 0,05 & 0 & 0 & 0 \\ -0,0297838392 & 0,0189947954 & 0 & 0 \\ -0,0073098031 & 0 & 0,0011837738 & 0 \\ -0,0023656193 & 0 & 0 & 0,0001174646 \end{pmatrix}.$$

К этой матрице по алгоритму (9) присоединим вектор-столбец  $C_2$  с учетом единичного вектора  $e_2$  и получим:

$$B_2^{-1} = \begin{pmatrix} 0,7578191575 & -0,4514152790 & 0 & 0 \\ -0,0297838392 & 0,2878923973 & 0 & 0 \\ -0,0073098031 & 0,0025914392 & 0,0011837738 & 0 \\ -0,0023656193 & -0,0001686042 & 0 & 0,0001174646 \end{pmatrix}.$$

Аналогичным образом, присоединив  $C_3$  и  $e_3$ , получим обратную матрицу, которая имеет вид:

$$B_3^{-1} = \begin{pmatrix} 2,1671170341 & -0,7725312573 & -0,1466863194 & 0 \\ -0,7725312573 & 0,3610603721 & 0,0334232541 & 0 \\ -0,1466863194 & 0,0334232541 & 0,0152677987 & 0 \\ -0,0015101936 & -0,0003032791 & -0,0000615197 & 0,0001174646 \end{pmatrix}.$$

Наконец аналогичным образом присоединим вектора  $C_4$ ,  $e_4$  и окончательно получим:

$$B^{-1} = B_4^{-1} = \begin{pmatrix} 2,60614381 & -0,68436531 & -0,12880199 & -0,03414801 \\ -0,68436531 & 0,37876597 & 0,03701481 & -0,00685765 \\ -0,12880199 & 0,03701481 & 0,01599634 & -0,00139106 \\ -0,03414801 & -0,00685765 & -0,00139106 & 0,00265607 \end{pmatrix}.$$

По формуле (1) определим оценку вектора  $a$ :

$$a = \begin{pmatrix} 1,01726126 \\ 2,70166572 \\ 0,68745327 \\ -0,07713874 \end{pmatrix}.$$

Построим оценку модели уравнения регрессии. Для этого воспользуемся формулой [13, 14]:

$$\hat{Y} = X \cdot a = 1,0173 + 2,7017x_1 + 0,6874x_2 - 0,0771x_3.$$

Таким образом, осуществляется оценка параметров регрессии по предложенному алгоритму. Необходимо заметить, что данный алгоритм удобен при пошаговом отборе оптимальных факторов-признаков.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости России // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–60.
2. Карпик А. П. Разработка критериев оценки качества кадастровых данных // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 133–136.
3. Карпик А. П. Разработка методики качественной и количественной оценки кадастровой информации // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 137–142.
4. Жарников В. Б., Щукина В. Н. Обеспечение условий устойчивого землепользования в проектах разработки месторождений на территориях традиционного природопользования // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 72–78.
5. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Новый этап развития геодезии – переход к изучению деформаций блоков земной коры в районах освоения угольных месторождений // Вестник СГГА. – 2013. – № 3 (23). – С. 3–9.
6. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Технология изучения изменений во времени деформаций блоков земной коры при освоении месторождений Кузбасса // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 3–11.
7. Обиденко В. И. Технология определения метрических параметров территории Российской Федерации по геопространственным данным // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 3–13.
8. Барлиани А. Г. Псевдорешение и метод наименьших квадратов // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 1, ч. 1. – С. 160–163.

9. Барлиани А. Г., Егорова С. А. Единый рекурсивный алгоритм уравнивания и оценки точности геодезических наблюдений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 85–89.

10. Барлиани А. Г. Разработка алгоритмов уравнивания и оценки точности свободных и несвободных геодезических сетей на основе пседонормального решения: монография. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 135 с.

11. Барлиани А. Г., Барлиани И. Я. Процедура оценивания параметров эконометрической модели методом псевдонормальной оптимизации // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 105–113.

12. Барлиани А. Г. Метод Гревилля при уравнивании геодезических сетей // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 1, ч. 1. – С. 271–273.

13. Hoerl, Kennard (1970) Ridge regression, biased estimation for non orthogonal problems. *Technometrics*, vol. 12, № 1.

14. Cazes (1975) Protection de la regression par utilization de contraintes lineaires et non lineaires RSA, № 3, vol. 23.

Получено 23.02.2015

© А. Г. Барлиани, И. Я. Барлиани, 2015

УДК 821.161.1

### **РУССКИЙ ХАОС VERSUS НЕМЕЦКИЙ ПОРЯДОК КАК ПРОДОЛЖЕНИЕ ТРАДИЦИЙ РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ В РАССКАЗАХ САШИ ЧЕРНОГО**

*Сергей Сергеевич Жданов*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой иностранных языков и межкультурных коммуникаций, тел. (383)343-29-33, e-mail: fstud2008@yandex.ru

В статье рассматривается противостояние русского и немецкого миров в рассказах С. Черного «Храбрая женщина», «Письмо из Берлина» и «Как студент съел ключ и что из этого вышло». Русские герои – это персонажи-одиночки, которые оказываются в чужом для них немецком пространстве. Их образы отмечены хаотичностью, стихийностью и наделены чертами трикстера. Русские герои могут выступать в паре с персонажем-животным: молодая дама и кошка в рассказе «Храбрая женщина», а также русский эмигрант и белка. Немцы представлены типажными филистерами, которые охраняют порядок в рамках данного хронотопа. В столкновении с ними русские герои, как правило, терпят поражение. Немецкое пространство окружает и подавляет русских героев. Они погибают либо изгоняются за пределы немецкого пространства.

**Ключевые слова:** русская литература XX века, Саша Черный, хронотоп, русскость, немецкость, филистеры, трикстер.

### **RUSSIAN CHAOS VERSUS GERMAN ORDER AS A DEVELOPMENT OF RUSSIAN LITERATURE TRADITIONS IN SASHA CHORNY'S STORIES**

*Sergey S. Zhdanov*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10, Plakhotnogo St., Candidate of Philology, Associate Professor, Head of Foreign Languages and Intercultural Communications Department, tel. (383)343-29-33, e-mail: fstud2008@yandex.ru

The article deals with a conflict between Russian and German worlds in Sacha Chorny's stories «Courageous Woman», «Letter From Berlin» and «How a Student Had Eaten a Key and What Happened Then». Russian characters are in these texts lone persons who appear in a foreign German locus. They are marked with chaos features and get trickster characteristics. Russian characters could act opposite a pet character – a young lady and cat in the story «Courageous Woman» as well as a Russian emigrant and squirrel. Germans are represented with typical philistines who maintain order within their chronotope. Confronting with them Russian characters usually suffer a defeat. The German locus encloses and represses Russian characters. As a result they are lost or banished from the German space.

**Key words:** Russian literature of the XX century, Sasha Chorny, chronotope, Russianness, Germanness, philistines, trickster.

На протяжении многих веков русско-немецкие отношения характеризовались амбивалентностью. В них, как пишет Р. Д. Клюге, сочетались «вражда и любовь», а сам диалектический процесс взаимного притяжения и отталкивания «обогащал культуру и литературу обоих народов» [6, с. 116]. Классический пример подобного взаимодействия изображается в рассказе Н. С. Лескова «Железная воля», в котором русскость выступала как хаотическое, стихийное, а немецкость – как упорядочивающее, цивилизаторское начало. При этом первая в пространственно-символическом аспекте связывалась с водностью и бесформенностью (материей в античном смысле): «мы тесто простое, мягкое, сырое, непропеченное тесто», в котором вязнет и тонет немецкая натура («железный топор» немецкой воли, нацеленной на покорение чужого пространство) [4, 6].

Сходную ситуацию столкновения маркированных национальностью начал мы наблюдаем и в рассказе поэта и писателя XX века Саши Черного под названием «Храбрая женщина». Но, в отличие от лесковского произведения, немецкий герой проникает в стихийный хронотоп русских просторов, а наоборот, русский герой, вернее героиня, оказывается в упорядоченном и регламентированном локусе германской столицы.

Героиня в самом начале рассказа маркируется мотивом отличия от средне-статистического обывателя и обозначается как «молодая русская дама, выше среднего ума» [8, с. 98]. В своих оригинальничании и стремлении к фантазиям она не просто «с жиру бесится» и заслуживает (здесь рассказчик прибегает к ироническому обыгрыванию школьных отметок) не «двойки с минусом», а «балла на два выше такой оценки» [8, с. 100].

Причем русская героиня, как и в лесковском рассказе, связана с хаотическим началом, напоминающим водную бездну: «...у нее... пузыри на поверхности были большие и лопались с треском, а глубина пребывала в состоянии неосвещенного и не разбуженного никем и ничем к жизни хаоса, из которого неожиданно для нее самой выплывали совершенно не согласующиеся с общепринятой таблицей умножения<sup>1</sup> мысли, ощущения и поступки» [8]. В этой своей водности молодая дама напоминает героиню другого «русского-немецкого» произведения – Ольгу Ильинскую из романа И. А. Гончарова «Обломов», в которой «жизнь била ключом» и то и дело «поднималась тревога», «слышался новый вопрос беспокойного ума, встревоженного сердца...» [1, с. 470]. Только над этим русским хаосом поработал немец-цивилизатор Андрей Штольц, которому «сначала долго приходилось... укладывать порывы в определенные размеры, давать плавное течение жизни...» [1]. Таким образом, это водная стихия,

---

<sup>1</sup> Упоминание таблицы умножения в сочетании с выше рассмотренным мотивом школьных оценок, с одной стороны, задает в образе героини такое свойство, как инфантильность, а с другой – относится к иронической характеристике рассказчиком тех самых обывателей, чьи мысли не выходят за пределы «таблицы умножения».

взятая под контроль, бегущая по своему руслу равнинная река, да и то концовка гончаровского романа оставляет недосказанность в отношениях Ольги с мужем-немцем. В беседе с загрустившей женой Андрей проговаривается о своем ужасе перед русской бездной, убеждая игнорировать вопросы, что «...приводят к бездне, от которой не допросишься ничего» [1, с. 480].

У героини рассказа С. Черного муж целыми днями занят в клинике. У русской дамы нет своего Штольца, который бы осветил хаос в ее душе. Кстати, гончаровский герой-немец в том же Обломове замечает<sup>2</sup> прежде всего нечто близкое собственному национальному характеру, стремящемуся прояснить, осветить и визуализировать все темное и непонятное. Штолец так характеризует своего друга: «...в душе его всегда будет чисто, светло, честно...» [1, с. 486]. Показательна в этом плане сцена последней встречи Андрея с Ильей, когда игнорировать русскую бездну в душе друга немец уже не может. И тогда Обломов исчезает из визуализованного немецкого пространства<sup>3</sup> Штольца: «Перед ним вдруг "отверзлась бездна", воздвиглась "каменная стена", и Обломова как будто не стало, как будто он пропал из глаз его, провалился...» [1, с. 489].

В рассказе С. Черного это русское хаотическое пространство представлено прежде всего самой героиней, тогда как немецкое первоначально описывается как небольшой по размерам, домашний, уютный локус, с которым связаны образы типажных немцев в русской литературе. В данном случае это «кирпичный особнячок» с палисадником в предместье Берлина. Внутреннее убранство дома представляет собой прямую противоположность внутреннему миру героини. Если в душе последней, напомним, темная бездна, на поверхности которой громко лопаются пузыри фантастических идей, то в немецких комнатах, наоборот, «тихо, очень светло и очень скучно» [8, с. 98]. Еще одной характеристикой пространства дома является доведенная до блеска чистота: «Лакированная мебель самодовольно блестела, пол был похож на пол каюты немецкого адмирала, ожидающего посещения морского министра» [8]. Эта типажная черта часто встречается в русской литературе при описании жилища доброго немца-филистера. Сравните, например, с описанием комнаты четы Бергов в романе Л. Н. Толстого «Война и мир»: «В новом, чистом, светлом... кабинете сидел Берг с женою» [7, с. 222]. Обращает на себя также наречие «самодовольно», употребленное в отношении блестящей мебели. Здесь несомненный метонимический перенос свойств немцев-филистеров на окружающее их пространство. Так, у Ф. М. Достоевского мы встречаем следующий пассаж: «Немцы – народ по преимуществу самодовольный и гордый собою» [2, с. 36]. Знаком филистерской слащавой религиозности является «овальный выгнутый картон с

---

<sup>2</sup> Рассказчик в произведении С. Черного иронизирует над немцами-психологами, претендующими, как и Штолец, на знание человеческих душ: «Мысли вообще загадочные создания. <...> Ученые психологи (особенно из немцев) делают вид, что прекрасно понимают такие вещи...» [8, с. 100].

<sup>3</sup> Если хаотическая русскость – это материя, то упорядочивающая немецкость здесь – форма.



поучительным<sup>4</sup> изречением: «Alles mit Gott» [8, с. 98-99], причем висящий в характерном соседстве с прозаической «голубенькой, в желтых цветочках, плевательницей» [8, с. 98]. Наконец, завершают картину мещанского быта «чопорно» белеющие на комоды, столы и столики «бездарные дорожки, связанные самой квартирной хозяйкой, ее матерью, бабушкой и прабабушкой...» [8, с. 99]. Эти дорожки – знак неизменного, ахронного родового пространства немецкого дома, представляющего собой связь поколений. В мужском варианте аналогичный локус мы можем встретить в романе И. А. Гончарова «Обломов» (так, Штольц-отец «...взял колею от своего деда и продолжил ее, как по линейке, до будущего своего внука...» [1, с. 164]), в рассказе Ф. М. Достоевского «Крокодил» («Мейн фатер показаль крокодил, мейн гротфатер показаль крокодил, мейн зон будет показать крокодил, и я будет показать крокодил!» [3, с. 184]) и других. Это, однако, не отменяет, а лишь усиливает филистерские характеристики домашнего локуса в произведении С. Черного (чопорность и бездарность).

К дому в рассказе «Храбрая женщина» прилагается и служанка, типовая немка Эльза, которая характеризуется как «недоступная изумлению» [8, с. 101]. По классификации Ю. М. Лотмана, это героиня «своего места», отличающаяся «пространственной и этической неподвижностью» (в нашем случае – эмоциональной); не зря хозяйка называет служанку «тумбой», т. е. громоздким, трудно передвигаемым предметом, тогда как сама молодая русская дама относится к героям «степи», для которых свойственна «свободная непредсказуемость направления движения» [5, с. 417]. Характерным образом дама мечтает: «...она бы купила маленький гранатовый автомобиль и уехала... Куда? Написала бы на бумажках названия самых прекрасных мест в Европе, смешала их вместе и вытащила любую... Или нет, лучше в Сенегамбию... Какое красивое слово!» [8, с. 99]. Героине все равно, куда ехать, лишь бы там было красиво, но главное – уехать отсюда. Русской даме очень скучно не только в доме, но и в Берлине в целом: «Берлин надоел до тошноты: она могла в прямом и обратном порядке назвать все мраморные кондитерские группы в Тиргартене, все витрины на Лейпцигской улице и все остановки круговой железной дороги...» [8, с. 98]. Город для нее теперь лишен тайн, недоступных мест, полностью визуализован. Если для героя места, ахронного закрытого локуса, естественно двигаться по кругу, то для героя степи это настоящая пытка.

Функция подобных персонажей – «переходить границы, непреодолимые для других, но не существующие в их пространстве» [5, с. 418]. Неудивительно поэтому, что русская дама решает на то, что обычные люди не делают, – прогуляться по центральной улице Берлина с кошкой (а не собакой) на поводке, чтобы внести разнообразие в свою жизнь, а заодно нарушить покой упорядо-

---

<sup>4</sup> Сходная филистерская наставительность обыгрывается Ф. М. Достоевским в романе «Игрок» в образе «нравоучительных немецких книжечек с картинками» [3, с. 225], руководствуясь которыми, добродетельные немцы выстраивают свою жизнь.

ченного существования. По сути, героиня выступает в роли трикстера, которому закон не писан. В связи с этим в рассказ вводится мотив карнавального шутства (поведенческого и костюмированного) в форме доводов рассудка русской дамы, т. е. обыденного сознания: «...все предприятие казалось «идиотским» кривлянием перед самой собой, желанием пройтись в оранжевом цилиндре только потому, что никто в нем не ходит» [8, с. 100].

Эпатажное поведение роднит даму с русскими персонажами двух других рассказов С. Черного – «Как студент съел свой ключ и что из этого вышло» и «Письмо из Берлина». В первой истории подвыпивший русский студент из-за речевой ошибки признается своей квартирной хозяйке, что съел ключ от входной двери (на самом деле забыл дома). Хозяйка объявляет своего жильца сумасшедшим. Впрочем, поведение героя с точки зрения здравого смысла, которого придерживаются немцы-филистеры, и до этого является ненормальным. Студент поехал учиться в Германию, не зная языка, и, кроме того, будучи филологом, «...записался на лекции по химии и бактериологии, потому что он был русский студент» [9, с. 59]. Абсурдное поведение вполне «закономерно» для трикстера, отмеченного хаотическим началом.

Герой другого рассказа С. Черного – «Письмо из Берлина» – Павел Николаевич Кузовков, прямо названный «чудаком» [8, с. 220], заводит белку, которая однажды сбегает из клетки и устраивает большой переполох в немецком доме. У этой белки и кошки из рассказа «Храбрая женщина» имеется ряд сходных черт. Оба зверька в соответствии с карнавальной логикой повествования совмещают в себе черты-маски многих живых существ. Белка ведет себя то как лошадь («курцгалопом понеслась» [8, с. 220]), то как собака («понеслась собачьей рысью»), то вообще как огненная стихия («...сосед, приняв... рыжую белку за развевающеся пламя, вызывал пожарную команду» [8, с. 221]). Более того, в шутливом пассаже зверек оказывается заменой<sup>5</sup> жены для героя: «Жениться эмигрантам берлинские хозяйки не разрешают, но к животным они снисходительны» [8, с. 220]. Кошка также выступает заменой собаки («Если собак водят гулять на цепочках, почему нельзя – кошку?» [8, с. 100]) и львенка: «Можно было бы купить одного львенка, даже двух и водить на цепочке, как фоксят, по самым лучшим улицам. <...> львям заказала бы ярко-зеленые сафьяновые ошейники...» [8, с. 99-100]. В итоге же «ярко-зеленого сафьяна ошейник» [8, с. 101] достается кошке.

---

<sup>5</sup> Обратничество-двойничество в рассказах С. Черного касается не только образа зверей, но также различных одушевленных и неодушевленных объектов, превращающихся друг в друга. Так, русский Кузовков в результате языковой путаницы приобретает немца-«двойника» Мальцайт: «...когда хозяин подошел к нему с обычным приветствием "мальцайт", несчастный побледнел и стал извиняться, что он совсем не Мальцайт, а Кузовков...» [8, с. 222]. Он же принял муху за гвоздик и пытался повесить на нее часы. Пьяному же студенту из рассказа «Как студент съел свой ключ и что из этого вышло» мерещится, будто «звонок... расплылся в толстую физиономию фрау Бендер, которая подняла брови и отчеканила: "Будешь ночевать на улице! "...» [9, с. 60].

Однако между зверьками в рассказах есть и различие. Белка в паре «животное-человек» выступает как активная сторона, а Кузовков – как пассивная (сам он ничего не делает, а лишь расхлебывает проказы белки). В рассказе же «Храбрая женщина» испуганная кошка, наоборот, всячески сопротивляется попыткам выгулять ее по центральной улице Берлина, инициатором происшествия целиком выступает русская молодая дама. При этом и она, и Кузовков сталкиваются с негодованием немцев, чей порядок был так грубо нарушен животными. В первом случае «вокруг русской дамы образовался интимный уютный кружок из... немцев» [8, с. 103], т. е. героиня снова оказывается замкнутой внутри немецкого локуса<sup>6</sup>. Немецких персонажей объединяют два чувства: «безграничное негодование к дерзкой даме» и «безграничное негодование к поруганной кошке» [8]. При этом героиню наделяют чертами трикстера со множеством масок:

- намеренное нарушение норм поведения («Какая извращенность!»; «В Германии такие вещи недопустимы!» [8]);

- связь с балаганом, шутовством («...она поет в шантане, который около паноптикума»; «Это... укротительница из нового цирка...» [8]) – так в сниженно-искаженной форме проявляется мотив укротительницы львов (дама в зоологическом саду берет на руки львенка<sup>7</sup>, не побоявшись, что он ее укусит за палец: «Всовывают же укротители всю голову в пасть взрослому льву и не боятся» [8, 99]);

- сумасшествие («...это сумасшедшая. Посмотрите, какие у нее глаза!» [8, с. 103]) – мотив сумасшествия встречается и в двух других рассказах С. Черного: так, русского студента квартирная хозяйка принимает за сумасшедшего, а разбуженный белкой советник Баумгольц из произведения «Письмо из Берлина» сначала считает, «что он сошел с ума» [8, с. 221];

- иностранность как чужеродность немецкому миру («Она иностранка?», «Дочь чикагского миллиардера»<sup>8</sup> [8, с. 103]) – спаситель же героини догадыва-

---

<sup>6</sup> Замыкание тотально и касается обоих членов пары «хозяин-питомец». Только кошка замыкается в нижнем мире, а русская дама – в верхнем: «Ноги вокруг сомкнулись. Последняя надежда исчезла. Наверху разыгрались не менее тяжелые события» [8, с. 102].

<sup>7</sup> В пространственно ограниченном немецком локусе актуализируется тенденция к миниатюризации и инфантилизации объектов: лев превращается в львенка, укротитель – в скучающую даму, в характере которой много непосредственной детскости и которая заводит ездящим на колесных коньках беззаботным немецким «простоволосым девчонкам» [8, с. 98]. Характерно также, что в тексте рассказа «Храбрая женщина» возникает мотив игривости («пруссский офицер, промчавшийся мимо, как заводная игрушка, на... мотоциклете» [8, с. 101]).

<sup>8</sup> К шуточному приему приписывания ложной иностранности С. Черный прибегает и в произведении «Русский язык. Сцены не для сцены». Когда беседующий о философии со своим коллегой приват-доцент говорит по-немецки: «Collega, stehen Sie auf!», – наблюдающий за этой сценой маляр решает: «Хранцузцы! Специальная публика...» [9, с. 83]. Тот же маляр принимает дам, разговаривающих о некоем бароне Курцбахе, за «американок»: «...по костюму видно, да и разговор немецкий» [9, с. 85].

ется, что она русская, по «лицу, произношению, истории с кошкой» [8, с. 105]. Аналогичным образом прохожий, которому русский студент говорит, что съел свой ключ, тут же спрашивает: «Вы русский?» [9, с. 60].

Нарушение немецкого порядка во всех трех рассказах выступает также как нарушение тишины. В рассказе о русской даме, когда несчастной кошке наступают на хвост, «раздался, быть может, впервые на Лейпцигской улице раздрающий сердце визг отчаяния, боли и упрека» [8, с. 102]. В рассказе «Письмо из Берлина» разбуженная белкой 70-летняя фрау Шмальц визжит так, что «уличное движение сразу остановилось» [8, с. 220]. К этому присоединяется гвалт возмущенных немцев на улице: «Мальчишки под окном визжат: «Русский! Русский! Ферфлюхтер русский!» Торговки... орут басом: «Позор! Позор!»» [8, с. 221]. «Съевший» же ключ русский студент, которого хозяйка не впустила в дом, бесится, ругается по-русски, звонит и стучит.

Переломным моментом во всех трех рассказах С. Черного является приход стража порядка. При этом немецкий порядок дорого обходится русскому нарушителю. Так, городской вызывает для русского студента карету «скорой помощи». Та доставляет незадачливого героя в больницу, где ему в поисках проглоченного ключа вскрывают живот, от чего студент и умирает. В рассказе «Письмо из Берлина» шуцман составляет протокол и увозит белку опять же в карете «скорой помощи» «в какой-то собачий крематорий для уничтожения» [8], т. е. дело вновь заканчивается гибелью нарушителя. При этом проявляющая собачьи черты белка, как следует из логики повествования с изрядной долей черного юмора, встречает собачью смерть. Смерть (или жестокое наказание) всегда сопровождает трикстера. Вспомним хотя бы того же русского Петрушку<sup>9</sup>, который, по одному из вариантов, сначала убивает Немца, а потом умирает сам. Русский студент один, поэтому погибает он. В паре «Кузовков-белка» смерть постигает того члена пары, у которого черты трикстера более ярко выражены. Кузовкова же ожидают большой штраф за ущерб, потеря берлинского бизнеса, выселение из квартиры и, возможно, из Германии. Таким образом, герой, отмеченный связью со стихийностью, так или иначе устраняется из упорядоченного немецкого пространства.

В рассказе «Храбрая женщина» все происходит по смягченному сценарию. Кошка, которая почти отрывает себе голову цепочкой, в попытке спастись отделяется отдавленным хвостом<sup>10</sup>. Русская дама – и вовсе одними моральными страданиями. «Сизо-багровый» inferнальный шуцман, который «медленно

---

<sup>9</sup> Кстати, у С. Черного есть стилизация под лубочную сценку, в которой рассказывается о приключениях и злоключениях Петрушки за границей – «Петрушка в Париже».

<sup>10</sup> Мотив разрезания живота, встречающийся в рассказе «Как студент съел ключ и что из этого вышло», присутствует и в произведении «Храбрая женщина» в видоизмененном виде. Муж русской дамы приезжает в Берлин, чтобы специализироваться у немецких медиков по операциям на брюшине. Более того, вспарывание живота относится к кошкам (а кошка и героиня неразрывно связаны, как белка и Кузовков). Русская дама размышляет, что в детстве ее муж, «должно быть, распарывал кошкам животы и зашивал их...» [8, с. 98].

спешит» к месту происшествия «шагом статуи командора» [8, 103], т. е. воплощенного возмездия, не успевает настигнуть преступницу. В ситуацию вмешивается немец-спаситель, вырывая русскую героиню и ее кошку из враждебного окружения: «...и вот уже все позади – и толпа, и шуцман, и жестокая безвыходность, окружавшая ее тупым кольцом еще мгновение назад» [8].

Этого безымянного спасителя нельзя отнести к типажным немцам. Он сам признается, что немец, «но не прусак» [8, с. 105], т. е. в данном случае не филистер. Более того, герой открывает свою принадлежность к тем, кто не согласен с «общепринятой таблицей умножения». Как героиня пыталась выгулять кошку, словно собаку, так и он «в детстве учил курицу плавать» [8, с. 104], правда, делал это в скрытом от чужих глаз локусе – в «укромных местах у пруда» [8]. Птица в итоге утонула, а юный естествоиспытатель пришел к заключению, что «...никогда не надо никого заставлять делать то, что противно его природе» [8, с. 105], и это противоречит регулирующему поведению филистера. С русской героиней его роднит детскость, которая скрывается под маской немецкой серьезности и назидательности: «...джентльмен в цилиндре, возвращаясь один в фиакре на Лейпцигскую улицу, совершенно утратил свой невозмутимо-серьезный вид и всю дорогу улыбался, как мальчик, которому подарили новые коньки» [8, с. 106].

Вводя в рассказ подобный образ, С. Черный выходит за границы литературной типажности и национальных стереотипов в изображении героев-немцев и снимает мнимую абсолютность противостояния русской стихийности и немецкой упорядоченности. Героиня признается, что и в России ее эксперимент по выгуливанию кошки на поводке не мог бы пройти спокойно из-за обывателей с прочно вбитой в головы «таблицей умножения». Как заявляет спаситель русской дамы, «их много... И пока они все привыкли гулять с собаками, как они могут позволить кому-нибудь выйти на прогулку с кошкой?» [8, с. 105]. В итоге линия разделения проходит не между русскими и немцами, а между свободными и несвободными людьми.

Итак, в ряде рассказов С. Черного изображается ситуация столкновения «русского» и «немецкого» миров. Первый представлен героями-чудаками, которые имеют черты трикстера и связаны с мотивами хаотичности и стихийности. Это может быть персонаж-одиночка или парный образ человека и его питомца. Данные действующие лица являются героями «степи», суть которых заключается в преодолении разного рода границ и нарушении поведенческих норм, принятых большинством. Этим персонажам противопоставлены типажные немцы, герои «места», тесно связанные со своим упорядоченным закрытым домашним локусом. Описание последнего опирается на традицию, сложившуюся в русской литературе XIX века. Типажные немцы-филистеры находятся в конфронтации с русскими героями «степи» и пытаются всячески ограничить стихийность последних. В рамках чужого регламентированного немецкого пространства русские персонажи терпят поражение: погибают либо изгоняются за пределы хронотопа. Однако эта схема, основанная на стереотипных представ-



лениях о другой национальности, может сниматься на основе признания гуманистической общности людей.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гончаров И. А. Собр. соч.: в 6 т. Т. 4. Обломов. – М.: Правда, 1972. – 526 с.
2. Достоевский Ф. М. Полн. собр. соч.: в 30 т. Т. 21: Дневник писателя. 1873. Статьи и заметки. 187–1878. – Л.: Наука, 1980. – 551 с.
3. Достоевский Ф. М. Полн. собр. соч.: в 30 т. Т. 5: Повести и рассказы. 1862–1866. Игрок. – Л.: Наука, 1973. – 406 с.
4. Лесков Н. С. Собр. соч.: в 11 т. Т. 6. – М.: Художественная литература, 1957. – 686 с.
5. Лотман Ю. М. Избранные статьи: В 3 т. Т. 1: Статьи по семиотике и типологии культуры. – Таллинн: Александра, 1992. – 479 с.
6. Россия и Германия: Культурные взаимоотношения. Вчера и сегодня // Литературная учеба. – 1990. – № 5. – С. 115–124.
7. Толстой Л. Н. Собр. соч.: В 22 т. Т. 5: Война и мир. Том 2. – М.: Художественная литература, 1980. – 429 с.
8. Черный С. Собрание сочинений: в 5 т. Т. 4: Рассказы для больших / Сост., подгот. текста и коммент. А. С. Иванова. – М.: Эллис Лак, 1996. – 432 с.
9. Черный С. Собрание сочинений: в 5 т. Т. 3: Сумбур-трава. 1904-1932. Сатира в прозе. Бумеранг. Солдатские сказки. Статьи и памфлеты. О литературе / Сост., подгот. текста и коммент. А. С. Иванова. – М.: Эллис Лак, 1996. – 480 с.

Получено 16.02.2015

© С. С. Жданов, 2015



## ХРОНИКА

---

### ИТОГИ РАБОТЫ ДИССЕРТАЦИОННЫХ СОВЕТОВ В 2014 ГОДУ

### THE RESULTS OF THE WORK OF DISSERTATION COUNCILS IN 2014

Подведены итоги работы диссертационных советов при СГУГиТ (СГГА) в 2014 году.

В диссертационном совете Д **212.251.01** успешно прошли защиты:

- докторской диссертации **Федорова Сергея Юрьевича** «Аппаратура и методы молекулярного рассеяния и флуоресценции для локальных измерений в потоках газов с горением» по специальности 01.04.05 «Оптика», выполненной в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе» Сибирского отделения Российской академии наук;

- кандидатской диссертации **Соловьевой Татьяны Михайловны** «Исследование и разработка эффективных методик измерительного контроля методом имитационного моделирования» по специальности 05.11.15 «Метрология и метрологическое обеспечение», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством профессора, д. т. н. С. Б. Данилевича.

В диссертационном совете Д **212.251.02** успешно прошли защиты:

- кандидатской диссертации **Липатникова Леонида Алексеевича** «Совершенствование методики точного дифференциального позиционирования с использованием глобальных навигационных спутниковых систем» по специальности 25.00.32 «Геодезия», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством доцента, к. т. н. Ю. В. Сурнина;

- кандидатской диссертации **Даниловой Ирины Валерьевны** «Методика пространственного моделирования лесовосстановительной динамики на основе данных дистанционного зондирования» по специальности 25.00.34 «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия», работа выполнена в Институте леса им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук под научным руководством профессора, д. б. н. А. А. Онучина;

- кандидатской диссертации **Шевчука Станислава Олеговича** «Разработка фотограмметрического способа определения навигационных параметров аэроэлектромагнитных исследований» по специальности 25.00.34 «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством ст. научного сотрудника, к. т. н. А. П. Лапко.

В диссертационном совете Д 212.251.04 успешно прошли защиты:

- кандидатской диссертации **Кикина Павла Михайловича** «Разработка методики создания тематических карт средствами веб-технологий» по специальности 25.00.33 «Картография», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством доцента, к. т. н. Е. Л. Касьяновой;

- кандидатской диссертации **Рычкова Антона Владимировича** «Разработка методики оценки качества кадастровой информации на основе ГИС-технологий» по специальности 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством профессора, к. т. н. А. П. Карпика;

- кандидатской диссертации **Карпика Кирилла Александровича** «Разработка и исследование методики землеустроительных работ по описанию границ муниципальных образований» по специальности 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством начальника отдела Управления Росреестра, к. т. н. А. М. Портнова;

- кандидатской диссертации **Киселевой Анастасии Олеговны** «Разработка системы дифференцирования характеристик и идентификации объектов государственного кадастра недвижимости» по специальности 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством доцента, к. т. н. В. Н. Ключниченко;

- кандидатской диссертации **Бочаровой Анастасии Александровны** «Разработка методики оценки рационального использования лесных участков в составе земель лесного фонда» по специальности 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством профессора, к. т. н. В. Б. Жарникова;

- кандидатской диссертации **Панова Дмитрия Владимировича** «Совершенствование информационного обеспечения мониторинга городских земель на основе учета особенностей рельефа» по специальности 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством профессора, д. т. н. Л. К. Трубиной;

- кандидатской диссертации **Лебедевой Татьяны Анатольевны** «Разработка научно-методического обеспечения земельно-оценочных работ по лесным землям Среднего Урала» по специальности 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», выполненной в Сибирской государственной геодезической академии под научным руководством профессора, д. т. н. Л. К. Трубиной.

Редакция журнала искренне поздравляет авторов, руководителей и консультантов выполненных научных исследований и надеется на плодотворное сотрудничество.

(По материалам отчетов  
председателей диссертационных советов  
Д 212.251.01, Д 212.251.02, Д 212.251.04)

## ХРОНИКА СОБЫТИЙ И ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ СГУГИТ

### CHRONICLE OF EVENTS AND MEMORIALS SSUGT

Вестник СГГА: итоги работы в 2014 году.

Подготовлены и вышли в свет 4 выпуска «Вестника СГГА» общим объемом 59,81 печ. л. Общее число опубликованных статей – 70, каждый выпуск журнала сопровождается хроникой основных событий и небольшим объемом сопутствующих информационных материалов. Основное содержание журнала соответствует разрабатываемой в университете тематике и распределяется по рубрикам:

1. Геодезия и маркшейдерия.
2. Дистанционное зондирование Земли, фотограмметрия.
3. Картография и геоинформатика.
4. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.
5. Оптика, оптико-электронные приборы и комплексы.
6. Метрология и метрологическое обеспечение.
7. Экология и природопользование.
8. Экономика и управление народным хозяйством.
9. Образование.
10. Методология и организация научных исследований.
11. Социогуманитарные исследования.
12. Хроника.

Среди наиболее активных авторов: М. А. Креймер, Ю. С. Ларионов (кафедра экологии и природопользования), А. В. Никонов (кафедра инженерной геодезии и маркшейдерии), К. М. Антонович, Н. С. Косарев, А. С. Глазунов, Л. А. Липатников, М. Л. Синянская (кафедра физической геодезии и дистанционного зондирования), В. И. Обиденко, И. А. Мусихин (проректоры вуза), И. А. Гиниятов, А. В. Дубровский, В. Б. Жарников, В. Н. Ключниченко, М. В. Метелева (кафедра кадастра и территориального планирования).

Среди авторов из других организаций – профессор МИИГАиК Е. М. Мазурова, профессор Киевского университета строительства и архитектуры Р. В. Шульц, доцент Донбасской академии строительства и архитектуры А. А. Анненков; научные сотрудники Института теплофизики СО РАН к. ф.-м. н. С. Ю. Федоров, д. т. н. Б. Ф. Бояршинов; ст. преподаватель Ошского госуниверситета (Киргизия) Д. А. Абжапарова; профессор Казахской архитектурно-строительной академии О. А. Зубова; специалисты Управления «Росреестр» по НСО И. В. Пархоменко, Н. С. Ивчатова. В текущем году редакцией журнала подготовлен и направлен в ВАК пакет документов для участия в отборе нового перечня «ваковских» изданий, формальным требованиям которого «Вестник» полностью удовлетворяет. Кроме того, журнал участвовал во Всероссийском конкурсе лучших периодических научных изданий с возможностью получения финансовой поддержки.

2015 год является началом становления нового университетского периода в жизни вуза – СГУГиТ – и потребует серьезных разноплановых усилий коллектива, в том числе в издании «Вестника», первый номер которого планируется выпустить как «Вестник СГУГиТ». В этой связи редакция проводит необходимую работу по перерегистрации журнала и другим формальным позициям, обеспечивающим решение данной задачи.

В заключение приведем официальные статистические данные о «Вестнике СГГА» (данные по журналу отработаны и приведены в базе РИНЦ на 2013 год):

#### Общие показатели

Общее число статей из журнала в РИНЦ	644
Общее число выпусков журнала в РИНЦ	24
Среднее число статей в выпуске	27
Число выпусков в год	4
Суммарное число цитирований журнала в РИНЦ	1 283

#### Показатели по годам

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ	2011	2012	2013
		0,019	0,363
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования	0,019	0,039	0,336
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ с учетом цитирования из всех источников	0,019	0,373	0,969
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ	–	0,392	0,856
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования	–	0,039	0,309
Пятилетний индекс Херфиндаля по цитирующим журналам	3 333	8 138	4 969
Общее число цитирований журнала в текущем году	7	103	230
Из них самоцитирований	1	95	153
Среднее число ссылок в списках цитируемой литературы	6	8	13
Индекс Херфиндаля по организациям авторов	6 501	5 897	7 620
Время полужизни статей из журнала, процитированных в текущем году	–	–	2,2
Время полужизни статей, процитированных в текущем году	–	–	2,3

\*\*\*

Примерно в половине субъектов РФ не завершена процедура установления границ муниципальных образований, данные о которых должны быть согласованы, утверждены и внесены в государственный кадастр недвижимости. Этот вопрос, успешно решенный в Новосибирской области с участием СГГА в прошедшем году, стал предметом законодательных поправок в Федеральный закон 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» с возможностью продления указанной процедуры до 1.01.2018 г.

\*\*\*

2015 год объявлен годом литературы. Стране необходимы серьезные поправки в законодательство в области издания и распространения книг. Так, закон о рекламе не позволяет говорить в телеэфире о книгах (любых!) бесплатно. Рекламодателей нет: книжный бизнес малоприбылен. С 8,5 тысяч в 1990 г. число книжных магазинов к 2015 г. снизилось до 1,5 тысяч. Даже в Новосибирске их число резко убавилось. Магазин «Академкнига» остался лишь в Академгородке. Предельные тиражи – только для школьных учебников. Вузовские издания – мизерные, можно прочитать лишь названия в каталогах. Нужны электронные издания, но они, как правило, следуют за бумажным вариантом. Тем не менее, нужны просторные, оборудованные читальные залы с удобным доступом к информационным и образовательным ресурсам, обновление библиотечных систем.

15 января.

Подведены основные итоги деятельности университета, в том числе в области научных исследований и инноватики, основными из которых являются:

- разработка теоретических и технологических основ геоинформационного обеспечения устойчивого развития территорий на основе навигационной инфраструктуры «ГЛОНАСС»;
- геодезическое обеспечение нефтегазодобывающих комплексов энергетических объектов;
- изучение геометрии, физики, динамики Земли и ее поверхности;
- исследование сущности и разработка теоретических и технологических основ создания, ведения и использования электронного геопространства для обеспечения стратегических программ модернизации;
- методологические и технические решения в управлении земельными ресурсами и регулировании земельно-имущественными отношениями;
- разработка теории и методов лазерного сканирования территорий и объектов. Создание и моделирование 3D;
- методологические решения оценки и управления профессиональными рисками при чрезвычайных ситуациях в регионе;
- метрологическое обеспечение энергосбережения и геодезических средств измерений;



- оптика и оптические технологии. Реализация технологий различного назначения;

- экономико-социальные аспекты охраны окружающей среды в обеспеченности безопасности жизнедеятельности населения.

Основные достижения в данной сфере связаны с успешной деятельностью профессоров вуза: К. М. Антоновича, В. С. Айрапетяна, А. П. Карпика, А. И. Каленицкого, Ю. С. Ларионова, Д. В. Лисицкого, И. В. Минина, О. В. Минина, А. Г. Осипова, В. А. Середовича, В. И. Татаренко, Л. К. Трубиной, Г. А. Уставича, В. В. Чеснокова, А. В. Шабуровой, В. Б. Шлишевского.

21 января.

Председатель Правительства РФ Д. А. Медведев на встрече с предпринимателями, работающими в сфере образования и подготовки кадров в рамках проекта АСИ «Молодые профессионалы», подчеркнул важность подготовки кадров для будущей несырьевой экономики. Именно в ней определяющими становятся человеческий потенциал, предпринимательский талант, смелость, способность создавать новые бизнес-проекты и генерировать на этой основе создание новых отраслей. По итогам встречи Минобрнауки России получило распоряжение оказывать организационно-методическую и финансовую поддержку школам и другим образовательным учреждениям с целью подготовки будущих инженеров (по материалам СМИ).

\*\*\*

Обсуждается состояние отечественного законодательства. Большинство специалистов склоняется к мнению о необходимости приведения его в более простую и непротиворечивую систему. Сейчас, в частности, в правовой базе правительственной «Российской газеты» находятся свыше 60 тысяч нормативных правовых актов. При этом многие решаемые актуальные проблемы современного правового обеспечения не имеют. По свидетельству вице-президента РАН, директора Института законодательства и сравнительного правоведения Т. Я. Хабриевой, отечественная правовая база по защите арктических интересов России содержит более 500 документов, но они не приведены в систему и требуют действенной корректировки, в том числе принятия системообразующего федерального закона, своеобразного «Арктического кодекса».

\*\*\*

Одним из значимых итогов 2014 года, года отечественной культуры, стало появление в интернете 90-томника Л. Н. Толстого (<http://readingtolstoy.ru/>), вызвавшего большой интерес интернет-пользователей, в том числе из Новосибирска. В проекте «Толстой в один клик» принимали участие более 3 тысяч волонтеров из 49 стран мира. Один из них – инженер из Волгодонска В. Ананьин на вопрос: «Зачем вы это делали?» – ответил просто: «Толстой – как спасительный плот, помогающий не утонуть» (по материалам СМИ).

\*\*\*

В Париже прошел ежегодный инновационный саммит Le Web, представивший наиболее интересные стартапы прошедшего года. Среди таковых: долевая экономика (sharing economy), smart-объекты («умная одежда, программируемый кошелек»), цифровое здравоохранение, носимые гаджеты («умные» часы и браслеты), электрокары (средство передвижения) и соответствующая инфраструктура, народная экономика, робототехника (по материалам СМИ).

22 января.

В 2015 г. приемные комиссии вузов впервые начнут учитывать внеучебные достижения абитуриентов, за которые можно будет получить до 20 баллов. Среди таковых: спортивные, творческие и особые «интеллектуальные» достижения, в том числе, победы в олимпиадах, спортивных состязаниях, хорошее итоговое школьное сочинение по литературе, медаль и почетная грамота по завершению полного среднего образования, диплом с отличием по окончанию техникума (колледжа).

25 января.

Госдума рассматривает законопроект об уголовной ответственности кадастровых инженеров, заведомо предоставляющих ложные сведения для государственного кадастра недвижимости. Возросло число обращений граждан по данному поводу и законодателем принято решение переквалифицировать соответствующее административное правонарушение (штраф до 5 тыс. рублей или дисквалификация на срок до трех лет) в уголовное наказание, если ущерб превысит 1,5 миллиона рублей. В 2012–2014 гг. Росреестром проведены почти 350 тысяч проверок имущественных споров вследствие ошибок кадастровых инженеров, из которых были устранены только около 50 %. Причем здесь сказалось ошутимое влияние ошибок самого кадастра, на исправление которых обращено особое внимание, в том числе научных работников (по материалам СМИ).

\*\*\*

Самому престижному вузу России – МГУ им. Ломоносова – исполнилось 260 лет. Университет основан указом императрицы Елизаветы Петровны 25 января 1755 года и до сих пор стабильно занимает ведущее место среди российских вузов в мировых рейтингах.

Сегодня МГУ – крупнейшее и самое престижное учебное заведение России, там обучается и работает около 38 тыс. студентов, в том числе почти 4 тыс. иностранных и более 10 тыс. преподавателей, в том числе около 250 иностранных граждан. В составе вуза 41 факультет, Институт стран Азии и Африки, Высшая школа бизнеса, Московская школа экономики и др. Также в состав университета входят 15 научных институтов, 23 центра, научная библиотека, издательство, типография, четыре музея. Филиалы МГУ располагаются в Сева-

стополе, Астане (Казахстан), Ташкенте (Узбекистан), Баку (Азербайджан), Душанбе (Таджикистан).

Деятельность МГУ регулируется отдельным федеральным законом, в соответствии с которым учредитель МГУ – Правительство РФ – утверждает устав университета и назначает ректора. Вуз имеет право самостоятельно разрабатывать и утверждать образовательные стандарты по всем уровням высшего образования, выдавать соответствующие документы собственного образца.

Московский университет имеет свой герб, флаг и гимн, издает журнал «Вестник Московского университета», проводит «Ломоносовские чтения». Высшей научной наградой МГУ является премия им. М. В. Ломоносова. В 2014 г. МГУ получил из бюджета субсидий и инвестиций на сумму более 12 млрд. рублей.

30 января.

Состоялось заседание Президиума СРО некоммерческого партнерства «Объединение кадастровых инженеров Сибири (ОКИС) (президент И. В. Лесных, исполнительный директор Д. А. Крылов), рассмотревшего основные положения плана работы партнерства на 2015–2016 гг. Среди текущих вопросов особое внимание было уделено взаимодействию с Межрегиональной ассоциацией «Сибирское соглашение», имеющей профильный координационный совет, курировавший вопросы кадастра и регулирования земельно-имущественных отношений в сибирских регионах, в разное время возглавляемого руководителями входящих в ассоциацию субъектов РФ.

6 февраля.

Чиновников обяжут иметь высшее профильное образование с 2017 г.: Министерство труда РФ планирует в этой связи провести до 31 декабря 2017 г. внеочередную аттестацию в государственных органах. Основные требования будут предъявляться к уровню образования, стажу гражданской службы, профессиональным качествам, а также личным характеристикам. Для замещения должности госслужбы категорий «руководители», «помощники» и «специалисты» соискатели должны будут иметь образование не ниже уровня специалитета или магистратуры по профильному направлению.

13 февраля.

СГУГиТ посетил мэр г. Новосибирска А. Е. Локоть, ознакомившийся с основными достижениями вуза и его возможностями по взаимодействию с департаментами Мэрии. В результате обсуждения согласована Программа взаимодействия университета с Мэрией г. Новосибирска и подписано соглашение о научно-техническом сотрудничестве, предметом которого стали следующие основные направления деятельности:

1. Электронный город. Кадастр объектов недвижимости.

1.1. Подготовка и принятие постановления мэра о введении в действие на территории г. Новосибирска региональной системы координат, утвержденной губернатором НСО, и системы ГЛОНАСС.

1.2. Создание единой цифровой картографической основы г. Новосибирска в границах городской черты.

1.3. Формирование банка геопространственных данных кадастра объектов недвижимости в региональной системе координат как единой основы для системы налогообложения.

1.4. Реализация проекта «Виртуальный электронный город» для жителей г. Новосибирска и инвестиционной привлекательности.

2. Строительство, архитектура. Энергетика и ЖКХ.

2.1. Создание трехмерных метрических моделей участков города, привлекательных для инвестиций и проектирования новых объектов.

2.2. Создание системы геомониторинга высотных зданий и инженерных объектов на основе системы ГЛОНАСС в режиме реального времени.

2.3. Разработка ГИС памятников архитектуры и других достопримечательностей г. Новосибирска.

2.4. Разработка нормативно-правовых документов и системы геодезического контроля при строительстве и эксплуатации высотных зданий и объектов муниципальной собственности.

3. Транспорт. Благоустройство.

3.1. Создание электронной карты транспортных маршрутов на территории г. Новосибирска и на ее основе ГИС транспорта для эффективного управления перевозками.

4. Оперативное реагирование на ЧС.

4.1. Разработка системы создания трехмерных моделей особо важных объектов как основы быстрого реагирования на ЧС с применением современных технологий лазерного сканирования и дистанционного зондирования.

4.2. Создание трехмерных моделей территорий на основе геоинформационного моделирования для разработки защитных мероприятий от наводнений и паводков.

5. Научно-образовательная и просветительская работа.

5.1. Создание консорциума в области приборостроения и оптотехники с целью их инновационного развития.

5.2. Разработка образовательных программ повышения квалификации и дополнительного профессионального образования для работников мэрии в рамках программы «Электронная Россия» и «Информационное общество».

5.3. Проведение международных выставок и конгрессов с целью повышения международного имиджа г. Новосибирска.

5.4. Реализация образовательных проектов для школьников г. Новосибирска, направленных на повышение интереса в познании Вселенной. Проведение городских астрономических форумов, конференций, выставок.

5.5. Реализация пилотных проектов «Школа – Университет», ориентированных на повышение интереса школьников к научно-исследовательской деятельности.

Программа получила одобрение экспертов, проходит согласование в департаменте Мэрии с целью определения источников финансирования и сроков ее реализации.

16–20 февраля.

На базе СГУГиТ прошла Международная научно-методическая конференция, на которой были представлены около 200 докладов, работали 5 круглых столов, разносторонне осветивших основную тему конференции «Ведущая роль современного университета в технологической и кадровой модернизации российской экономики». В работе секций и круглых столов конференции приняли участие представители органов власти, бизнес-сообщества, вузов г. Новосибирска, Москвы, Барнаула, Кемерово, Омска.

17 февраля.

Виктору Николаевичу Москвину, д. т. н., профессору кафедры кадастра и территориального планирования СГУГиТ на заседании Дворянского собрания Новосибирской области от имени Великой княгини Марии Владимировны Романовой вручен Орден Святого Станислава 3-й степени за выдающиеся профессиональные и спортивные достижения – участие в международных марафонских зимних заплывах.

18 февраля.

Кафедра геоматики и инфраструктуры недвижимости провела научно-технический семинар на тему: «Геодинамические исследования Южной Сибири и Дальнего Востока геодезическими и гравиметрическим методами». Основным докладчиком выступил Тимофеев Владимир Юрьевич, д. ф.-м. н., заведующий лабораторией физических проблем геофизики ИНГГ СО РАН. В обсуждении доклада и проблем геодинамики в целом приняли участие профессора Ю. В. Дементьев, А. И. Каленицкий, И. В. Лесных, Б. Т. Мазуров и другие специалисты.

27 февраля.

Правительство РФ продолжает активную работу по повышению качества высшего образования на основе серьезного повышения требований к образовательным учреждениям. В частности, число вузов к 2020 г. может сократиться на 40 %. С 1 января 2015 г. лицензий лишены 46 вузов и филиалов. Одновременно увеличивается финансирование образования: минимальный объем на подготовку специалистов уже превысил 60 тыс. руб. (врачей – 114 тыс. руб.). Особое внимание уделяется требуемому информационному и материально-техническому обеспечению учебного процесса, качеству практик и оздоровительной работе со студентами.



12 марта

Исполнилось 80 лет со дня рождения Колмогорова Вячеслава Георгиевича, выпускника НИИГАиК 1952 г., доктора технических наук, профессора кафедры геодезии (в настоящее время – геоматики и инфраструктуры недвижимости) СГГА-СГУГиТ, известного специалиста в области изучения геодинамики Сибири на основе высокоточных геодезических и геофизических измерений, одного из авторов карты кинематических параметров Западно-Сибирской плиты и ряда южных регионов Сибири с выделением зон геодинамической активности, совпадающих с нефтегазоносными провинциями региона.

13 марта.

НГУ поднялся на 43-е место в топ-100 мирового рейтинга университетов Worldwide Professional University Rankings RankPro. Из российских вузов наиболее высокую 37-ю строчку занял МГУ им. М. В. Ломоносова. Кроме того, 77-е место занял Московский физико-технический институт. Рейтинг учитывал три критерия: академическую репутацию, включающую оценку научного потенциала, уровень и условия обучения, общественную репутацию, основанную на данных рейтинговых систем и экспертных оценках, а также информативность университетского сайта.

18 марта.

Министр труда, занятости и трудовых ресурсов Новосибирской области И. Шмидт положительно охарактеризовал развитие системы среднего профессионального образования, ресурсные центры которого стали активными площадками профессиональных конкурсов WorldSkills Russia. В 2014 г. команда области стала призером Национального чемпионата, успешно выступив в семи номинациях из десяти.

20 марта

В здании правительства Новосибирской области прошла Межрегиональная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы рационального использования водных ресурсов Верхне-Обского бассейна». Ежегодное мероприятие традиционно приурочено к Всемирному дню водных ресурсов.

В работе конференции приняли участие представители мэрии города Новосибирска, исполнительных органов государственной власти, Общественной палаты Новосибирской области, Филиала ОАО «РусГидро» – Новосибирская ГЭС, предприятия «Горводоканал» и других организаций – водопользователей, общественных экологических организаций, студенты и преподаватели новосибирских вузов и т. д. С большим успехом представила свой доклад на тему «Геоинформационный анализ состояния малых рек Новосибирска» студентка СГУГиТ Анастасия Николаенко, обобщившая возможности ГИС-технологий в природопользовании.



27 марта

Студенты-экологи СГУГиТ Евгений Синьковский и Алексей Викулин, участвуя во II туре Открытой международной студенческой интернет-олимпиады по экологии на базе Новосибирского государственного технического университета, награждены дипломами 2-й степени.

Январь-март.

Свои юбилеи отметили следующие сотрудники и ветераны университета:

Антонович Константин Михайлович,  
Дикусар Людмила Дмитриевна,  
Золотова Татьяна Васильевна,  
Катеруша Людмила Яковлевна,  
Колмогоров Вячеслав Георгиевич,  
Комиссаров Владислав Николаевич,  
Кузнецов Алексей Николаевич,  
Ловягин Владимир Федорович,  
Олерова Екатерина Борисовна,  
Русина Тамара Александровна,  
Шарлей Людмила Сергеевна,  
Ягжева Нина Викторовна.

*От всей души поздравляем юбиляров и желаем крепкого здоровья, благополучия и успехов во всех начинаниях!*

## ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

## ANNIVERSARIES

### Савиных Виктор Петрович

Родился 7 марта 1940 г. в Кировской области. Закончил Пермский техникум железнодорожного транспорта, служил в рядах Советской Армии, в 1969 г. с отличием окончил МИИГАиК. Последующие 20 лет В. П. Савиных работал в НПО «Энергия», прошел путь от инженера до руководителя комплекса. Разработанные им научные методы и системы легли в основу кандидатской (1985) и докторской (1990) диссертаций. В 1978 г. зачислен в отряд космонавтов в качестве космонавта-испытателя, в последующем выполнил три космических полета на орбитальных станциях «Салют-6», «Салют-7», «Мир», получил квалификацию «Летчик-космонавт 1-го класса».



С 1989 по 2007 г. В. П. Савиных работал ректором МИИГАиК. С 2007 г. – президент МИИГАиК. Под его руководством МИИГАиК участвовал в реализации государственных программ «Интеграция», «Создание ведомственного кадастра Минобразования РФ», ряда международных проектов. В. П. Савиных руководил рядом успешно реализованных стратегических программ, среди которых:

- космический многоцелевой мониторинг природной среды с орбитальных станций;
- создание и обновление опорных геодезических сетей на основе спутниковых систем позиционирования;
- исследования по проблеме кометно-астероидной опасности;
- географические исследования северных территорий с изучением состояния и динамики ледовой топографии Арктики.

В. П. Савиных является автором более 180 научных трудов и изобретений, под его редакцией издана уникальная энциклопедия по геодезии, картографии, геоинформатике и кадастру, отмеченная премией Правительства РФ в области

образования. Под научным руководством В. П. Савиных успешно защитили диссертации многие кандидаты и доктора наук.

В. П. Савиных является известным общественным и государственным деятелем, президентом Международной ассоциации участников космических полетов, действительным членом ряда академий, членом Союза писателей РФ. Награжден двумя Золотыми звездами Героя СССР, орденами «За заслуги перед Отечеством» II, III и IV степеней, орденом Почета, наградами зарубежных стран.