



**СГУГиТ**

СИБИРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

## Вестник СГУГиТ

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

Вып. 4 (32). 2015

### 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»

Журнал входит в Перечень  
рецензируемых научных  
журналов, рекомендованных  
ВАК для опубликования  
основных научных результатов  
диссертаций на соискание  
ученой степени кандидата  
и доктора наук

© СГУГиТ, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ

- Н. Н. Кобелева, В. С. Хорошилов.* Построение по геодезическим данным прогнозной модели процесса перемещений гребня плотины Саяно-Шушенской ГЭС (на этапе эксплуатации 2007–2009 годов)..... 5
- А. Г. Неволин, Т. М. Медведская.* Анализ точности геометрических параметров агрегатов цилиндрической формы по результатам геодезических измерений ..... 13
- В. Г. Демин, А. В. Никонов, Ю. П. Казанков.* Геодезические методы определения уклонов технологических трубопроводов ..... 25
- Н. К. Шендрик.* Результаты экспериментальных определений координат геодезического пункта по измерениям ГЛОНАСС ..... 33

### ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ФОТОГРАММЕТРИЯ

- В. А. Хамедов, Б. Т. Мазуров.* Оценка точности определения площадей лесных рубок с использованием снимков с российского космического аппарата «Ресурс-П» № 1 ..... 42
- А. П. Гук, М. М. Шляхова.* Некоторые проблемы построения реалистических измерительных 3D моделей по данным дистанционного зондирования ..... 51

### КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

- О. Н. Николаева.* Об алгоритмизации проектирования оформления тематических картографических произведений (на примере картографических моделей природных ресурсов) ..... 61
- И. В. Нитяго, Т. В. Стрибко.* Геоинформационные аспекты формирования будущего Сибири ..... 70

**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**  
Н. Ю. Леоновой

Подписано в печать  
25.12.2015.  
Формат 70 × 100 1/16.  
Усл. печ. л. 17,74.  
Тираж 1 000 экз. Заказ 233.

Редакционно-издательский  
отдел СГУГиТ  
630108, Новосибирск,  
ул. Плахотного, 10.

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

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

*М. М. Кузнецов, И. Н. Карманов.* Оптические микро-  
волновые линзы ..... 79

*Г. Г. Горбунов, К. Н. Чиков, В. Б. Шлишевский.* Диспер-  
сионные видеоспектрометры для задач гиперспектраль-  
ного дистанционного зондирования ..... 86

## **МЕТРОЛОГИЯ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

*О. Н. Мороз, О. О. Иценков.* Процессный подход в сис-  
теме менеджмента качества кафедры управления и пред-  
принимательства ..... 107

## **ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Ю. С. Ларионов.* Закон плодородия почв – основа но-  
вой парадигмы сельскохозяйственного производства ..... 120

*Е. М. Трофимович, М. А. Креймер, В. В. Турбинский.*  
Значение гигиены воды в территориальном и экономи-  
ческом планировании ..... 134

*В. А. Хмелев, В. В. Турбинский, А. А. Самиорова, А. В. Су-  
ворова, В. В. Колосницына, Ч. Иргит.* Геоинформацион-  
ные технологии в санитарно-гигиенической оценке по-  
следствий наводнений в населенных пунктах (на приме-  
ре бассейна реки оби алтайского края в 2014–2015 гг.) ..... 153

## **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ**

*Д. А. Ламерт, И. В. Филимонова, Л. В. Эдер.* Совершен-  
ствование методики экономической оценки ресурсов  
углеводородного сырья ..... 169

*В. П. Ануфриев, В. А. Юрлова.* Разработка системы эколо-  
го-экономической оценки сельскохозяйственных угодий ..... 181

## **СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

*С. С. Жданов.* Лесной локус в «немецких» стихотво-  
рениях Саши Черного ..... 194

*П. В. Петров, В. А. Павленко.* О проблемах становления  
советской промышленности глазами партийного и хо-  
зяйственного руководства СССР ..... 208



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

## Vestnik SSUGT

Scientific magazin  
Published since 1996  
Issued 4 times a year

Issue 4 (32). 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»

The journal is included  
in the List of refereed scientific  
journals, recommended  
by HAC for publishing the  
scientific results of dissertations  
in candidacy for a degree  
of Candidate or Doctor  
of Science degree

© SSUGT, 2015

## CONTENTS

### GEODESY AND MINE SURVEY

- N. N. Kobeleva, V. S. Khoroshilov.* Construction according to geodetic data of expected model of process movements of the crest of the dam of Sayano-Shushenskaya hydroelectric power station (at the stage operation of 2007–2009)..... 5
- A. G. Nevolin, T. M. Medvedskaja.* Analysis of geometric parameter accuracy of cylinder form aggregates according to geodetic measurement results ..... 13
- V. G. Demin, A. V. Nikonov, Yu. P. Kazankov.* Geodetic methods of determining slopes technological pipelines..... 25
- N. K. Shendrik.* The results of experimental definition of coordinates of geodetic points GLONASS measurements ..... 33

### REMOTE SENSING, PHOTOGRAMMETRY

- V. A. Khamedov, B. T. Mazurov.* Evaluation of the accuracy of determining areas of forest felling using images from the russian satellite «Resurs-P» № 1 ..... 42
- A. P. Guk, M. M. Shlyakhova.* Several aspects of metric realistic 3D models creation remote sensing data ..... 51

### CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS

- O. N. Nicolaeva.* On thematic map design algorithmization: a case study of natural resources map-models' development for general public ..... 61
- I. V. Nityago, T. V. Stribko.* Geographic information aspects of forming the future Siberia..... 70

**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**

N. Ju. Leonova

Signed to print 25.12.2015.  
Format 70 × 100 1/16.  
Conv. pr. sheets 17,74.  
Circulation 1 000 copies.  
Order 233.

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

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

**OPTICS, OPTICAL AND ELECTRONIC  
DEVICES AND COMPLEXES**

- M. M. Kuznetsov, I. N. Karmanov.* Optical microwave lenses ..... 79  
*G. G. Gorbunov, K. N. Tchikov, V. B. Shlishevsky.* Dispersive imaging spectrometers of remote sensing..... 86

**METROLOGY AND METROLOGICAL SUPPORT**

- O. N. Moroz, O. O. Itsenko.* Process approach in quality management system department of management and business... 107

**ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**

- Ju. S. Larionov.* Soil fertility law – the basis of new paradigm of agricultural production..... 120  
*E. M. Trofimovich, M. A. Krejmer, V. V. Turbinsky.* The importance of water hygiene in the territorial and economic planning..... 134  
*V. A. Khmelev, V. V. Turbinsky, A. A. Samshorina, A. V. Suvorova, V. V. Kolosnitsyna, Ch. Irgit.* Hygiene and sanitary matters consequences of flooding in populated areas ob river basin (for altai region in 2014–2015)..... 153

**ECONOMICS AND MANAGEMENT  
OF NATIONAL ECONOMY**

- D. A. Lamert, I. V. Filimonova, L. V. Jeder.* Advancement of economic estimation method of hydrocarbon raw resources ..... 169  
*V. P. Anufriev, V. A. Yurlova.* Development of a system for environmental and economic assessment of agricultural lands ... 181

**SOCIO-HUMANITARIAN RESEARCH**

- S. S. Zhdanov.* Forest locus in sasha chorny's «german» rhymes ..... 194  
*P. V. Petrov, V. A. Pavlenko.* About the problems of soviet industry development from the viewpoint of political and economy leaders of USSR..... 208

## ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ

---

УДК 528.482.3

### **ПОСТРОЕНИЕ ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ГРЕБНЯ ПЛОТИНЫ САЯНО-ШУШЕНСКОЙ ГЭС (НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ 2007–2009 ГОДОВ)**

*Наталья Николаевна Кобелева*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)343-29-11, e-mail: n.n.kobeleva@mail.ru

*Валерий Степанович Хорошилов*

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)343-29-11, e-mail: Khoroshilovvs@mail.ru

В статье рассмотрен процесс построения динамической модели на основе геодезических данных для прогнозирования процесса перемещений контролируемых точек гребня плотины Саяно-Шушенской ГЭС с целью изучения наблюдаемых деформационных процессов сооружения на этапе эксплуатации 2007–2009 годов. Показано решение рекуррентного уравнения в виде двух первых условных моментных функций процесса перемещений наблюдаемых точек сооружения, представляющего собой прогнозную модель, которая позволяет находить прогнозы перемещений конкретных точек и предвычислять погрешности прогнозирования. В качестве основных воздействующих факторов выбраны гидростатическое давление и температура, а остаточная часть процесса представлена моделью шумовой компоненты, т. е. путем расширения вектора состояний. Представлена последовательность выполнения этапов оценивания при построении прогнозных математических моделей в зависимости от характера прогнозностической задачи для различных временных периодов эксплуатации.

**Ключевые слова:** геодезические данные, динамическая модель, прогнозирование, перемещения контролируемых точек, деформации сооружения.

### **CONSTRUCTION ACCORDING TO GEODETIC DATA OF EXPECTED MODEL OF PROCESS MOVEMENTS OF THE CREST OF THE DAM OF SAYANO-SHUSHENSKAYA HYDROELECTRIC POWER STATION (AT THE STAGE OPERATION OF 2007–2009)**

*Natalia N. Kobeleva*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Senior Lecturer, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)343-29-11, e-mail: n.n.kobeleva@mail.ru

**Valery S. Khoroshilov**

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., D. Sc., Prof. of Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)343-29-11, e-mail: Khoroshilovvs@mail.ru

In article process of creation of dynamic model on the basis of geodetic data for forecasting of process of movements of controlled points of a crest of a dam of Sayano-Shushenskaya hydroelectric power station for the purpose of studying of observed deformation processes of a construction at an operational phase of 2007–2009 is considered. The solution of the recurrent equation in the form of two first conditional moment functions of process of movements of observed points of the construction representing expected model which allows to find forecasts of movements of concrete points and precompute forecasting errors is shown. As the major influencing factors the hydrostatic pressure and temperature are chosen, and the residual part of process is presented by model noise components, i.e. by expansion of a vector of states. The sequence of performance of stages of estimation at creation of expected mathematical models depending on character of a predictive task for various temporary periods of operation is presented.

**Key words:** geodetic data, dynamic model, forecasting, movements of controlled points, deformations of a construction.

Разработка прогнозных математических моделей является обязательным условием диагностического контроля плотины СШГЭС в соответствии с принятой Методикой [1]. Исходные данные были получены на основании графика (рис. 1) из работы [2] и представлены в табл. 1.

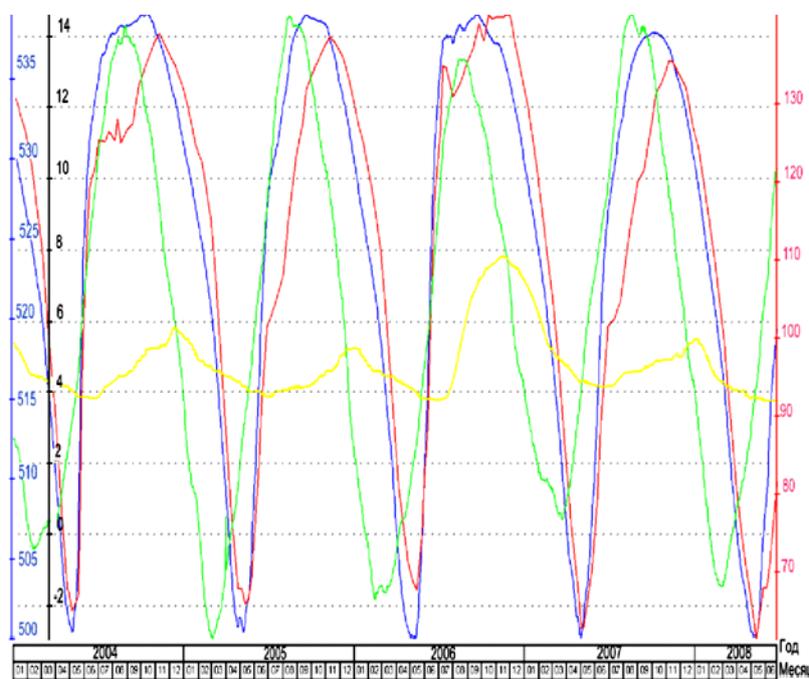


Рис. 1. Хронограммы перемещений гребня плотины, УВБ и температура бетона в базовой точке  $T_{\text{низ}}$  и  $T_{\text{верх}}$  во времени:

--- радиальные перемещения; --- верхний бьеф; --- температура бетона  $T_{\text{низ}}$  (секция 33); --- температура бетона  $T_{\text{верх}}$

Таблица 1

Исходные значения основных воздействующих факторов  
для построения математической модели

Дата, месяц	УВБ, м	Перемещение, $x_{\text{ВЫХ}}$ , мм	Температура, °С	Дата, месяц	УВБ, м	Перемещение, $x_{\text{ВЫХ}}$ , мм	Температура, °С
Янв. 2004	526,14	125,74	+0,32	октябрь	538,43	137,54	+10,32
февраль	520,43	113,53	+0,06	ноябрь	534,71	136,67	+7,16
март	510,43	89,70	+0,39	декабрь	530,29	130,58	+2,45
апрель	500,94	67,06	+2,58	Янв. 2006	524,49	121,45	-0,32
май	524,90	102,06	+6,57	февраль	519,00	111,71	-1,42
июнь	534,50	125,59	+10,64	март	507,52	86,28	-0,52
июль	537,71	125,74	+13,39	апрель	500,14	70,14	+1,41
август	538,29	126,57	+14,00	май	510,86	82,32	+4,98
сентябрь	539,00	133,29	+12,84	июнь	534,14	122,90	+9,41
октябрь	537,86	139,12	+10,23	июль	537,21	131,16	+12,52
ноябрь	535,00	136,18	+6,84	август	538,28	135,51	+13,16
декабрь	530,57	131,18	+3,48	сентябрь	538,57	138,70	+11,55
Янв. 2005	525,71	123,82	+0,29	октябрь	537,14	140,86	+9,10
февраль	520,00	112,94	-2,84	ноябрь	534,71	140,80	+7,10
март	508,86	88,82	-1,03	декабрь	529,84	132,32	+4,19
апрель	501,28	67,94	+2,00	Янв. 2007	523,93	119,42	+1,81
май	509,71	74,12	+5,87	февраль	517,57	104,93	+1,23
июнь	527,71	102,06	+9,55	март	507,43	83,77	+0,84
июль	533,04	107,65	+13,48	апрель	500,14	62,75	+4,00
август	538,04	125,65	+14,26	май	510,29	74,35	+7,35
сентябрь	538,71	133,77	+12,58				

Основой для построения прогнозной модели послужило рекуррентное уравнение 1-го порядка процесса перемещения, происходящего под воздействием двух основных факторов (гидростатического давления и температуры), а остаточная часть процесса представлена моделью шумовой компоненты, т. е. путем расширения вектора состояний. За период основания прогноза принят временной интервал с января 2004 по май 2007 г.

Динамическую модель, отражающую характер развиваемого процесса, представим в виде выражения:

$$x_k = \phi x_{k-1} + \beta_1 u_k + \beta_2 T_k + \gamma \omega_k. \quad (1)$$

Заменим в выражении (1) значения  $x_k$ ,  $u_k$  и  $T_k$  их центрированными по времени значениями  $\dot{x} = x_k - \bar{x}$ ,  $\dot{u} = u_k - \bar{u}$  и  $\dot{T} = T_k - \bar{T}$  ( $\bar{x}$ ,  $\bar{T}$  и  $\bar{u}$  – средние величины перемещения  $x_k$  и основные входные параметры: уровень верхнего бьефа (УВБ) и температура бетона  $T_{\text{низ}}$  в нижней базовой точке на интервале периода основания прогноза). Это позволит упростить вычисления, повышая тем самым степень обусловленности системы нормальных уравнений, решаемых для оценивания параметров [3–10].

На первом этапе построения динамической модели методом МНК оценивались параметры по результатам наблюдений за входом  $\{u_k\}$ ,  $\{T_k\}$  и выходом  $\{x_k\}$  на периоде основания прогноза  $k = 1, 2, \dots, N$ . Для этого минимизировался функционал  $F_1(\phi, \beta_1, \beta_2) = \sum_{k=2}^N (x_k - \hat{x}_{k/k-1})^2$ . Выражение  $\hat{x}_{k/k-1}$  представляет собой условное математическое ожидание уравнения (1), определяющееся следующим выражением:

$$M\{x_k / x_{k-1}, u_k, T_k\} = \hat{x}_{k/k-1} = \phi x_{k-1} + \beta_1 u_k + \beta_2 T_k. \quad (2)$$

Оценки параметров  $\phi, \beta_1, \beta_2$  были найдены из решения полученной системы нормальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \hat{\phi} \sum_{k=2}^N \dot{x}_{k-1}^2 + \hat{\beta}_1 \sum_{k=2}^N \dot{x}_{k-1} \dot{u}_k + \beta_2 \sum_{k=2}^N \dot{x}_{k-1} T_k &= \sum_{k=2}^N \dot{x}_k \dot{x}_{k-1}; \\ \hat{\phi} \sum_{k=2}^N \dot{x}_{k-1} \dot{u}_k + \hat{\beta}_1 \sum_{k=2}^N \dot{u}_k^2 + \beta_2 \sum_{k=2}^N \dot{u}_k T_k &= \sum_{k=2}^N \dot{x}_k \dot{u}_k; \\ \hat{\phi} \sum_{k=2}^N \dot{x}_{k-1} \dot{T}_k + \hat{\beta}_1 \sum_{k=2}^N \dot{u}_k \dot{T}_k + \beta_2 \sum_{k=2}^N T_k^2 &= \sum_{k=2}^N \dot{x}_k \dot{T}_k. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Система нормальных уравнений получила следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} 22\,449,869\,7 \hat{\phi} + 7\,223,236\,1 \hat{\beta}_1 + 219,158\,0 \hat{\beta}_2 &= 18\,065,700\,0; \\ 7\,223,236\,1 \hat{\phi} + 6\,761,450\,0 \hat{\beta}_1 + 1\,920,316\,0 \hat{\beta}_2 &= 11\,956,472\,9; \\ 219,158\,0 \hat{\phi} + 1\,920,316\,0 \hat{\beta}_1 + 1\,062,927\,0 \hat{\beta}_2 &= 2\,396,238\,0. \end{aligned} \right\}$$

В результате решения были найдены оценки:  $\hat{\varphi} = 0,2127$ ;  $\hat{\beta}_1 = 1,8757$ ;  $\hat{\beta}_2 = -1,1782$ . После вычисления  $\varphi, \beta_1, \beta_2$  было найдено центрированное значение процесса перемещения  $\hat{x}_0$  из выражения  $\hat{x}_0 = \bar{x}(1 - \bar{\varphi}) - \hat{\beta}_1 \bar{u} - \hat{\beta}_2 \bar{T}$ ; оно получилось равным:  $\hat{x}_0 = -888,616$  мм.

Остаточные ошибки  $\varepsilon_k = x_k - \hat{x}_{k/k-1} = \gamma \omega_{k-1}$  характеризуют, с одной стороны, корректность построения модели с точки зрения структурной идентификации, а с другой – это характеристика свойств шумовой компоненты  $\omega_k$ , т. е. используя остаточные ошибки, можно произвести математическое описание процесса шума  $\omega_k$  известными моделями авторегрессии 1-го или 2-го порядков [3, 6, 11]. Для определения порядка модели авторегрессии вычислялись асимптотически несмещенные оценки корреляционной функции остаточных ошибок по формуле [12]:

$$\hat{K}_\varepsilon[m] = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N-m} \varepsilon_k \varepsilon_{k+m}, \quad (4)$$

где временной сдвиг  $m = 0, 1, 2, \dots, M \ll N$ .

Построенный по результатам вычислений график корреляционной функции (рис. 2) свидетельствует о том, что описание процесса шума следует производить моделью авторегрессии 2-го порядка (АР2).

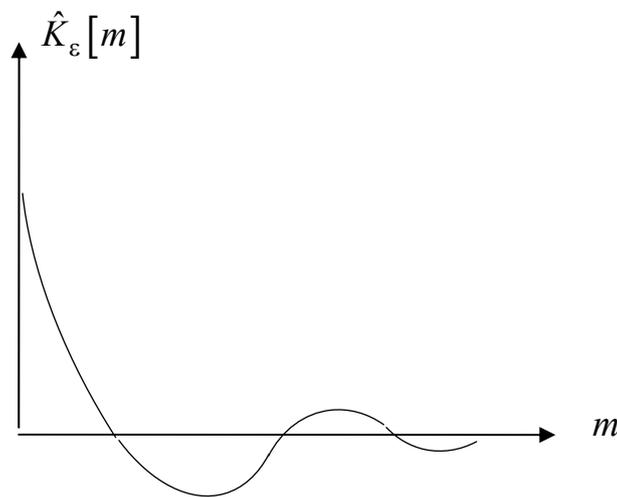


Рис. 2. График корреляционной функции

Модель шумовой компоненты авторегрессии 2-го порядка можно представить в следующем виде [12]:

$$\omega_k = \mu \omega_{k-1} + \eta \omega_{k-2} + \xi_k, \quad (5)$$

где  $\mu, \eta$  – оцениваемые параметры.

Оценка параметров производилась путем минимизации функционала вида:

$$F_2(\mu, \eta) = \sum_{m=1}^M \left( \hat{K}_\varepsilon[m] - \mu \hat{K}_\varepsilon[m-1] - \eta \hat{K}_\varepsilon[m-2] \right)^2, \text{ т. е. } \mu, \eta \text{ находили из реше-}$$

ния соответствующей системы нормальных уравнений, а оценка коэффициента  $\gamma$  осуществлялась с использованием выражения [3, 6]:

$$\hat{\gamma} = \sqrt{\frac{\hat{K}_\varepsilon[0]}{\hat{K}_\omega[0]}}, \quad (6)$$

$$\text{где } \hat{K}_\omega[0] = \frac{1 - \hat{\eta}}{(1 + \hat{\eta}) \left[ (1 - \hat{\eta})^2 - \hat{\mu}^2 \right]}.$$

Для оценки параметров модели AP2 была получена следующая система нормальных уравнений и далее вычислены оценки параметров  $\hat{\mu}, \hat{\eta}, \hat{\gamma}$

$$\hat{\mu} 103,2476 + \hat{\eta} 78,5541 - 53,2869 = 0;$$

$$\hat{\mu} 78,5541 + \hat{\eta} 115,0540 - 24,0161 = 0;$$

$$\hat{\mu} = +0,7435; \quad \hat{\eta} = -0,2989; \quad \gamma = 2,1216.$$

Таким образом, получены все оценки параметров строящейся модели, и она представляется в следующем виде:

$$\begin{aligned} x_k &= 0,2127 x_{k-1} + 1,8757 u_k - 1,1782 T_k - 888,616 + 2,1216 \omega_k; \\ \omega_k &= 0,7435 \omega_{k-1} - 0,2989 \omega_{k-2} + \xi_k. \end{aligned} \quad (7)$$

Прогнозная модель, в соответствии с (7), будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \hat{x}_k &= 0,2127 \hat{x}_{N+i-1/N} + 1,8757 u_{N+i} - 1,1782 T_{N+i} - 888,616 + 3,6834 \omega_{N+i-1/N}; \\ \hat{\omega}_{N+1/N} &= 0,7435 \hat{\omega}_{N+i-1/N} - 0,2989 \hat{\omega}_{N+i-2/N}. \end{aligned} \quad (8)$$

Результаты прогнозирования представлены в табл. 2. Ошибки прогноза обозначены в таблице как  $\Delta_k$ .

Таблица 2

Результаты прогнозирования по математической модели

Дата прогноза, месяц	Перемещение, $x_{\text{вых}}$ , мм	$X_{\text{прогноз}}$ , мм	Ошибка $\Delta_k$ , мм
Июнь 2007	101,45	114,48	<b>-13,03</b>
июль	108,12	124,45	<b>-16,33</b>
август	120,00	131,39	<b>-11,39</b>
сентябрь	127,97	135,73	<b>-7,76</b>
октябрь	134,35	137,94	-3,59
ноябрь	133,48	131,95	+1,53
декабрь	126,09	123,25	+2,84
Январь 2008	116,67	113,57	+3,10
февраль	102,86	98,95	+3,91
март	81,55	74,61	+6,94
апрель	66,67	63,43	+3,24

На основании выполненных прогнозов можно сделать следующие выводы.

1. Построенная прогнозная математическая модель отслеживает основные закономерности развития процесса деформации гребня плотины.

2. Для периода ветви нагружения (июнь-сентябрь) имеется существенная разница между прогнозными значениями в сравнении с самими перемещениями. Эта разница может быть объяснена тем, что высокая приточность в 2006 г. (особенно высокая в июне) внесла свои коррективы в прогнозные модели, а данный год входит в период основания прогноза построения модели. Анализ данных показал [2], что причиной роста максимальных радиальных перемещений явилось существенное изменение температуры бетона вблизи верховой грани, что хорошо видно на графике (см. рис. 1); это внесло свои изменения в работу плотины. Представляется, что для корректного прогнозирования построенную модель необходимо дополнить моделью, отражающей колебания температуры  $T_{\text{верх}}$  при нештатных ситуациях работы плотины.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений // РД 153-34.2-21.342-00. – М. : РАО «ЕЭС России», 2001. – 22 с.
2. Вульфович Н. А., Гордон Л. А., Стефаненко Н. И. Арочно-гравитационная плотина Саяно-Шушенской ГЭС (Оценка технического состояния по данным натурных наблюдений). – СПб. : Известия Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б. Е. Веденеева, 2012. – 204 с.
3. Гуляев Ю. П. Прогнозирование деформаций сооружений на основе результатов геодезических наблюдений : монография. – Новосибирск : СГГА, 2008. – 256 с.

4. Гуляев Ю. П., Хорошилов В. С. Математическое моделирование. Анализ и прогнозирование деформаций сооружений по геодезическим данным на основе кинематической модели : учеб. пособие. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 93 с.
5. Гуляев Ю. П., Хорошилов В. С., Лисицкий Д. В. О корректном подходе к математическому моделированию деформационных процессов инженерных сооружений по геодезическим данным // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 22–30.
6. Гуляев Ю. П., Хорошилов В. С. Математическое моделирование. Прогнозирование деформаций сооружений гидроузлов по геодезическим данным (динамическая модель) : учеб. пособие. – Новосибирск : СГГА, 2014. – 81 с.
7. Гуляев Ю. П., Хорошилов В. С., Кобелева Н. Н. Построение прогнозной математической модели процесса перемещений плотины Саяно-Шушенской ГЭС (2004–2007 гг.) // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 4. – С. 16–20.
8. Kostylev V. S. Use of mathematical «structure-bed» model to analyze changes in kinematic indicators of the concrete arch-gravity dam at the sayano-shushenskaya HPP from 2004 through 2012 // Power Technology and Engineering. – 2013. – Т. 47. – № 3. – С. 191–199.
9. Mathematical model for rock foundation and concrete dam of Bureiskaya HPP dynamic interaction / A. Khrapkov, B. Tseitlin, A. Scvortsova, A. Vasilyev // Ninth International benchmark workshop on numerical analysis of dams. St. Petersburg, Russia, June 22-23. 2007. Proceedings, St. Petersburg, 2008. – Pp. 216–236.
10. Leger P., Leclerc M. Hydrostatic, temperature, time-displacement model for concrete dams // J. Eng. Mec-ASCE. – 2007. – 133(3). – Pp. 267–277.
11. Ивашинцов Д. А., Соколов А. С., Шульман С. Г., Юделевич А. М. Параметрическая идентификация расчетных моделей гидротехнических сооружений // СПб. : Изд-во ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева», 2001. – 432 с.
12. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. – М. : Мир, 1974. – Вып. 1. – 405 с.; Вып. 2. – 197 с.

Получено 28.10.2015

© Н. Н. Кобелева, В. С. Хорошилов, 2015

УДК 519.87:004

## **АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АГРЕГАТОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

*Анатолий Геннадьевич Неволин*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: agentagn@mail.ru

*Татьяна Михайловна Медведская*

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, e-mail: mtm2112@yandex.ru

Геодезический контроль параметров обжиговых печей и сушильных агрегатов осуществляется различными методами с применением электронных тахеометров и лазерных сканеров, позволяющих ускорить контроль геометрических параметров и повысить точность геодезических измерений. Определить геометрические параметры таких агрегатов, их форму и положение осей вращения возможно с помощью математического анализа пространственных данных и 3D-моделирования. Особое значение при этом имеет оценка точности параметров, получаемых из математической обработки результатов геодезических измерений. В статье рассматривается методика определения геометрических параметров сушильных агрегатов и обжиговых печей, их формы и положения осей вращения по результатам геодезических измерений, выполняемых в статическом режиме. Решение этой задачи предлагается выполнить с помощью математического анализа пространственных данных и моделирования объектов цилиндрической формы.

**Ключевые слова:** крупногабаритные агрегаты, барабанные сушилки, обжиговые печи, геометрические параметры, оценка точности, математический анализ, модель поверхности, аппроксимация результатов измерений.

## **ANALYSIS OF GEOMETRIC PARAMETER ACCURACY OF CYLINDER FORM AGGREGATES ACCORDING TO GEODETIC MEASUREMENT RESULTS**

*Anatoly G. Nevolin*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Associate Professor of Department Engineering and Mining Geodesy, tel. (383)343-29-55, e-mail: agentagn@mail.ru

*Tat'jana M. Medvedskaja*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Senior Lecturer of Department Engineering and Mining Geodesy, tel. (383)343-29-55, e-mail: mtm2112@yandex.ru

Geodetic control of roaster furnace and drying machines parameters is performed by various methods with the use of total stations and laser scanners, allowing to accelerate geometric parameters control and improve accuracy of geodetic measurements. It is possible to determine the geometric parameters of such machines, their form and rotation axes positions with the help of mathemati-

cal analysis of spatial data and 3D modeling. In this case the particular significance belongs to accuracy estimation parameters, obtained from mathematical processing of geodetic measurement results. The article considers the determination methods of geometric parameters of drying machines and roaster furnaces, their forms and rotation axes position according to the geodetic measurement results, performed in static mode. The solution of this task is proposed to be performed with the help of spatial data mathematical analysis and modeling cylinder objects.

**Key words:** large-sized machines, drum drying machines, roaster furnaces, geometric parameters, accuracy estimation, mathematical analysis, surface model, measurement result approximation.

Для обжига, сушки и других видов обработки материалов в металлургии и горнодобывающей промышленности применяются вращающиеся крупногабаритные агрегаты (барабанные сушилки, обжиговые печи цилиндрической формы и др.). Отклонения геометрических параметров такого оборудования за пределы допуска могут привести к серьезным авариям. Как известно, для обеспечения его нормального функционирования осуществляется геодезический контроль, позволяющий оценивать фактическое положение оси агрегата, овальность обечайки и состояние других элементов.

Данной теме посвящен целый ряд публикаций д. т. н., профессора А. А. Шоломицкого, д. т. н., профессора С. Г. Могильного, д. т. н., профессора Г. Г. Асташенкова, к. т. н., доцента А. А. Лунева, к. т. н., доцента А. Л. Сотникова, к. т. н. В. В. Петрова, С. В. Тюрина и др., где подробно рассмотрены методы выполнения геодезических измерений при наблюдениях за деформациями обжиговых печей и сушильных агрегатов [1–6]. В то же время имеется необходимость уточнения методики оценки точности геометрических параметров исследуемых объектов.

В настоящее время геодезический контроль параметров печей и сушильных агрегатов осуществляется различными методами с применением электронных тахеометров и лазерных сканеров. Это позволяет ускорить контроль геометрических параметров и повысить точность геодезических измерений [7–17].

Определить геометрические параметры таких агрегатов, их форму и положение осей вращения возможно с помощью математического анализа пространственных данных и 3D-моделирования. Важное значение при этом имеет оценка точности параметров, получаемых из математической обработки результатов геодезических измерений.

В данной статье рассматривается определение геометрических параметров сушильных агрегатов и обжиговых печей, их формы и положения осей вращения по результатам геодезических измерений, выполняемых в статическом режиме. Решение этой задачи предлагается выполнить с помощью математического анализа пространственных данных и моделирования объектов цилиндрической формы.

С этой целью воспользуемся критерием метода наименьших квадратов, в соответствии с которым требуется минимизировать следующую функцию:

$$\sum_{i=1}^n \{R_i - f_i(l_1, l_2, l_3, \dots, l_k)\}^2 = \min, \quad (1)$$

где  $R_i$  – результат измерения;  $f_i(l_1, l_2, l_3, \dots, l_k)$  – функция, определяющая истинное значение результата измерения;  $n$  – количество измерений.

Такую задачу можно рассматривать как задачу оптимизации с определением необходимых параметров  $l_1, l_2, l_3, \dots, l_k$ , отвечающих условию (1).

Поскольку объект исследования имеет цилиндрическую форму с определенными точками на его поверхности (рис. 1), то данная задача сводится к аппроксимации фактической кривой, полученной в заданном сечении объекта, с помощью сглаживающей окружности (рис. 2).

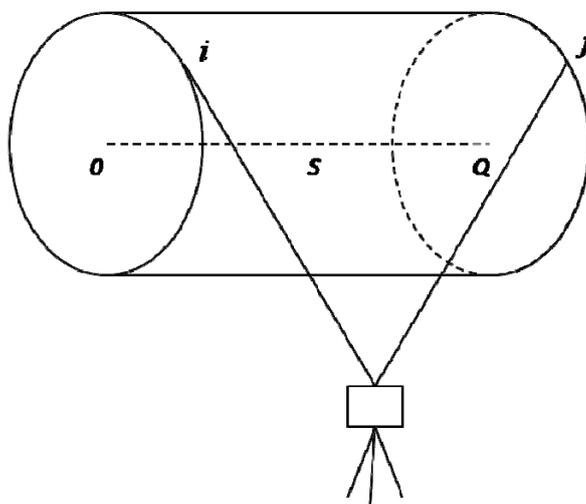


Рис. 1. Элементы обжиговой машины

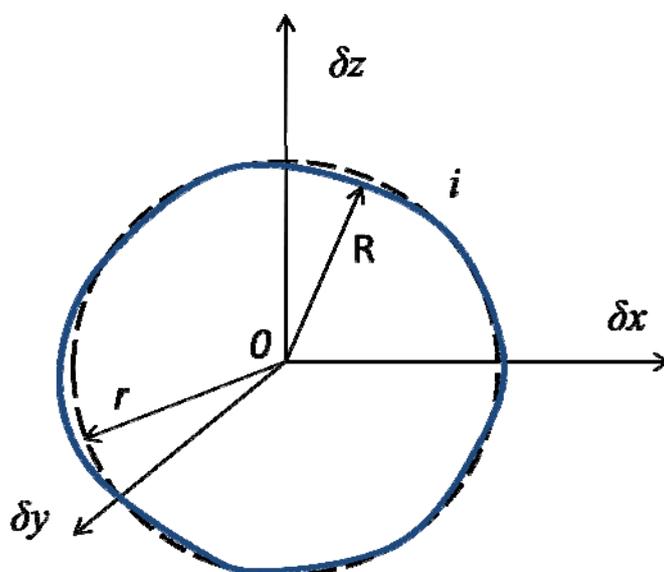


Рис. 2. Сглаживание фактической кривой с помощью окружности

Для определения радиуса ( $r$ ) аппроксимирующей окружности рассмотрим следующую функцию:

$$F = \sum_{i=1}^n (R_i - r)^2, \quad (2)$$

где  $R_i$  – радиус-вектор текущей точки  $i$  на поверхности объекта, представляющего цилиндрическую форму. В результате исследования функции (2) на экстремум, с учетом критерия (1), имеем:

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (3)$$

или

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{\delta x_i^2 + \delta y_i^2 + \delta z_i^2}, \quad (4)$$

где  $\delta x_i, \delta y_i, \delta z_i$  – центральные координаты текущей точки  $i$  на поверхности агрегата в заданном сечении (см. рис. 2)

$$\left. \begin{aligned} \delta x_i &= x_i - x_O \\ \delta y_i &= y_i - y_O \\ \delta z_i &= z_i - z_O \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

Здесь  $x_i, y_i, z_i$  – координаты точки  $i$ , определяемые с помощью безотражательного электронного тахеометра или трехмерного лазерного сканера.

Координаты  $x_O, y_O, z_O$  центра тяжести (точки  $O$ ) фактической кривой являются центром симметрии сглаживающей окружности на заданном сечении объекта (см. рис. 2)

$$x_O = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad y_O = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}; \quad z_O = \frac{\sum_{i=1}^n z_i}{n}. \quad (6)$$

Вопрос о том, насколько точно полученная окружность аппроксимирует фактическую поверхность объекта, можно решить на основе следующей формулы:

$$M = \sqrt{\frac{F}{n}}, \quad (7)$$

где  $M$  – среднее квадратическое отклонение сглаживающей окружности от точек фактической кривой. Данная ошибка определяет точность аппроксимации корпуса печи или сушильного агрегата с помощью цилиндра в определенном его сечении.

Для оценки точности радиуса ( $r$ ) аппроксимирующей окружности составим выражение:

$$r^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(x_i - x_O)^2 + (y_i - y_O)^2 + (z_i - z_O)^2\}, \quad (8)$$

представляющее уравнение окружности (функцию) в пространственной системе координат.

Вместе с тем, при равноточных измерениях имеем:

$$\left. \begin{aligned} m_{x_1} = m_{x_2} = \dots = m_{x_n} = m_x \\ m_{y_1} = m_{y_2} = \dots = m_{y_n} = m_y \\ m_{z_1} = m_{z_2} = \dots = m_{z_n} = m_z \end{aligned} \right\}, \quad (9)$$

где  $m_{x_i}, m_{y_i}, m_{z_i}$  – ошибки определения координат точек на поверхности агрегата в заданном сечении.

Вообще говоря, такие ошибки можно определить по следующим формулам:

$$\left. \begin{aligned} m_x^2 &= m_D^2 \cos^2 \beta + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} D^2 \sin^2 \beta \\ m_y^2 &= m_D^2 \sin^2 \beta + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} D^2 \cos^2 \beta \\ m_z^2 &= m_D^2 \sin^2 \upsilon + \frac{m_\upsilon^2}{\rho^2} D^2 \cos^2 \upsilon \end{aligned} \right\}, \quad (10)$$

где  $D$  – наклонная дальность;  $m_D$  – погрешность измерения наклонного расстояния;  $\beta$  – горизонтальный угол между исходным направлением и точкой на поверхности объекта;  $m_\beta$  – погрешность измерения угла  $\beta$ ;  $\upsilon$  – угол наклона на точку объекта;  $m_\upsilon$  – погрешность измерения угла наклона.

Тогда ошибки положения центра симметрии  $O$  в данном сечении будут выражаться следующими формулами:

$$\left. \begin{aligned} m_{xO} &= \frac{m_x}{\sqrt{n}} \\ m_{yO} &= \frac{m_y}{\sqrt{n}} \\ m_{zO} &= \frac{m_z}{\sqrt{n}} \end{aligned} \right\}, \quad (11)$$

где  $n$  – количество измеряемых точек.

После дифференцирования (8) и перехода к средним квадратическим ошибкам, с учетом (9) и (10), получим упрощенную формулу для оценки точности радиуса сглаживающей окружности

$$m_r^2 = \frac{n+1}{r^2 n^3} \sum_{i=1}^n (\delta x_i^2 m_x^2 + \delta y_i^2 m_y^2 + \delta z_i^2 m_z^2), \quad (12)$$

где  $m_r$  – средняя квадратическая ошибка определения радиуса аппроксимирующей окружности, зависящая от самого радиуса.

Очевидно, точность определения радиуса значительно возрастает при увеличении количества измерений.

Одним из важных геометрических параметров обжиговой печи является пространственное положение оси вращения такого объекта. Для оценки точности пространственного положения данной оси целесообразно применить элементы ковариационной матрицы  $K_{6 \times 6}$  координат двух центров вращения, расположенных в точках  $O$  и  $Q$

$$K_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} m_{xO}^2 & & & & & \\ & m_{yO}^2 & & & & \\ & & m_{zO}^2 & & & \\ & & & m_{xQ}^2 & & \\ & & & & m_{yQ}^2 & \\ & & & & & m_{zQ}^2 \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Определим погрешности взаимного положения двух центров симметрии, расположенных в пределах секции печи или сушильного агрегата длиной  $S$ , на основе ковариационной матрицы  $K_{6 \times 6}$  (13)

$$K_{3 \times 3}^{\Delta} = U_{3 \times 6}^{\Delta} K_{6 \times 6} U_{6 \times 3}^{\Delta}, \quad (14)$$

где  $K_{3 \times 3}^{\Delta}$  – ковариационная матрица взаимного положения точек  $O$  и  $Q$ ;  $U_{3 \times 6}^{\Delta}$  – оператор преобразования.

В данном случае оператор  $U_{3 \times 6}^{\Delta}$  примет вид:

$$U_{3 \times 6}^{\Delta} = \begin{bmatrix} \frac{\partial(\Delta x)}{\partial x_O} & \frac{\partial(\Delta x)}{\partial y_O} & \frac{\partial(\Delta x)}{\partial z_O} & \frac{\partial(\Delta x)}{\partial x_Q} & \frac{\partial(\Delta x)}{\partial y_Q} & \frac{\partial(\Delta x)}{\partial z_Q} \\ \frac{\partial(\Delta y)}{\partial x_O} & \frac{\partial(\Delta y)}{\partial y_O} & \frac{\partial(\Delta y)}{\partial z_O} & \frac{\partial(\Delta y)}{\partial x_Q} & \frac{\partial(\Delta y)}{\partial y_Q} & \frac{\partial(\Delta y)}{\partial z_Q} \\ \frac{\partial(\Delta z)}{\partial x_O} & \frac{\partial(\Delta z)}{\partial y_O} & \frac{\partial(\Delta z)}{\partial z_O} & \frac{\partial(\Delta z)}{\partial x_Q} & \frac{\partial(\Delta z)}{\partial y_Q} & \frac{\partial(\Delta z)}{\partial z_Q} \end{bmatrix}. \quad (15)$$

Здесь

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= x_Q - x_O \\ \Delta y &= y_Q - y_O \\ \Delta z &= z_Q - z_O \end{aligned} \right\}. \quad (16)$$

После дифференцирования в (15) с учетом (16) получим:

$$U_{3 \times 6}^{\Delta} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & +1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & +1 \end{bmatrix}. \quad (17)$$

В результате перемножения матриц в правой части формулы (15) получим искомые оценки для оси вращения агрегата в заданной секции.

Ограничиваясь главной диагональю ковариационной матрицы  $K_{3 \times 3}^{\Delta}$ , напишем:

$$K_{3 \times 3}^{\Delta} = \begin{bmatrix} m_{\Delta x}^2 & & \\ & m_{\Delta y}^2 & \\ & & m_{\Delta z}^2 \end{bmatrix}, \quad (18)$$

где

$$\left. \begin{aligned} m_{\Delta x}^2 &= (m_{x_O}^2 + m_{x_Q}^2) \\ m_{\Delta y}^2 &= (m_{y_O}^2 + m_{y_Q}^2) \\ m_{\Delta z}^2 &= (m_{z_O}^2 + m_{z_Q}^2) \end{aligned} \right\}. \quad (19)$$

Выражения в (19) определяют ошибки приращений координат между точками  $O$  и  $Q$ .

Таким образом, погрешность взаимного положения  $M_{вз}$  конечных точек  $O$  и  $Q$  на оси агрегата можно вычислить по формуле:

$$M_{вз} = \sqrt{Sp K_{3 \times 3}^{\Delta}}, \quad (20)$$

где  $Sp K_{3 \times 3}^{\Delta}$  – след ковариационной матрицы  $K_{3 \times 3}^{\Delta}$  (17).

Полагая, что погрешности определения центров симметрии определены с одинаковой точностью и равны 5 мм, то  $M_{вз} = 12,2$  мм.

Формула (20) позволяет вычислить ошибку  $M_{вз}$  пространственного положения оси вращения агрегата в пределах секции длиной  $S$ .

Выразим ошибку определения этой длины ( $S$ ) оси вращения агрегата на основе ковариационной матрицы  $K_{6 \times 6}$ .

В общем виде:

$$m_S^2 = U_{1 \times 6}^S K_{6 \times 6} U_{6 \times 1}^S, \quad (21)$$

где

$$U_{6 \times 1}^S = \frac{\partial S}{\partial x_O} \quad \frac{\partial S}{\partial y_O} \quad \frac{\partial S}{\partial z_O} \quad \frac{\partial S}{\partial x_Q} \quad \frac{\partial S}{\partial y_Q} \quad \frac{\partial S}{\partial z_Q}, \quad (22)$$

где

$$S = (\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2)^{1/2}. \quad (23)$$

Определим элементы матрицы (22) с учетом (23):

$$U_{6 \times 1}^S = \frac{1}{S} [-\Delta x \quad \Delta x \quad -\Delta y \quad \Delta y \quad -\Delta z \quad \Delta z]. \quad (24)$$

В результате перемножения матриц в (21), с учетом (23) и (24), получим следующее выражение:

$$m_S^2 = \frac{1}{S^2} \{ (m_{x_O}^2 + m_{x_Q}^2) \Delta x^2 + (m_{y_O}^2 + m_{y_Q}^2) \Delta y^2 + (m_{z_O}^2 + m_{z_Q}^2) \Delta z^2 \}. \quad (25)$$

Если считать, что точность определения центров симметрии одинакова на каждом сечении, то можно написать:

$$\left. \begin{aligned} m_{xЦ} &= m_{x_O} = m_{x_Q} \\ m_{yЦ} &= m_{y_O} = m_{y_Q} \\ m_{zЦ} &= m_{z_O} = m_{z_Q} \end{aligned} \right\}. \quad (26)$$

Тогда погрешность длины  $S$  оси данной секции будет выражаться более простой формулой, вытекающей из (21) с учетом (26):

$$m_S^2 = \frac{2}{S^2} \{ m_{xЦ}^2 \Delta x^2 + m_{yЦ}^2 \Delta y^2 + m_{zЦ}^2 \Delta z^2 \}. \quad (27)$$

При условии, что  $m_{xЦ} = m_{yЦ} = m_{zЦ} = 5$  мм, получим  $m_S \approx 7,1$  мм. Тогда относительная ошибка при длине секции в 20 м составит 1 : 2 800.

В статье [18] утверждается, что имеются значительные отклонения формы элементов и самих агрегатов от окружности и их радиусы на отдельных участках могут отличаться на 20 мм.

Для моделирования поверхности, близкой к цилиндрической, следует определить ее образующую, также близкую к окружности. В качестве такой кривой может служить математическая кривая в виде эллипса, которая с максимальной точностью определяет реальную модель объекта.

Для определения параметров эллипса условимся, что ось  $x$  пространственной системы координат располагается вдоль оси вращения агрегата, чтобы рассматривать элементы данной кривой в плоскости  $yz$ . Это не повлияет на результаты оценки точности, поскольку ковариационная матрица инвариантна относительно осей координат.

Далее составим функцию:

$$F' = \sum_{i=1}^n (R_i - f(\alpha_i, A, B, \varphi))^2, \quad (28)$$

где  $f(\alpha_i, A, B, \varphi)$  – функция, выражающая радиус-вектор кривой второго порядка;

$A$  – большая полуось эллипса;

$B$  – малая полуось;

$\varphi$  – угол, ориентирующий большую полуось относительно оси  $z$ ;

$\alpha_i$  – направление радиуса вектора  $R_i$  для точки  $i$  на поверхности агрегата.

Для минимизации функции (28) и получения искоемых параметров целесообразно использовать градиентные методы, например, метод наискорейшего спуска, обладающий устойчивым решением. Градиентный метод наискорейшего спуска основан на следующем алгоритме:

$$G^{k+1} = G^k - \lambda^k \nabla F^k, \quad (29)$$

где  $G^{k+1}$  – решение на  $(k + 1)$  итерации;

$G^k$  – решение на шаге  $k$ ;

$\lambda^k$  – положительный параметр, определяющий длину шага движения к минимуму функции;

$\nabla F^k$  – градиент функции  $F^k$  на шаге  $k$ , выражающий направление спуска для достижения цели:

$$F^k = \sum_{i=1}^n (R_i - f_i(\alpha_i, A^k, B^k, \varphi^k))^2. \quad (30)$$

Здесь  $A^k$ ,  $B^k$ ,  $\varphi^k$  – параметры эллипса, полученные во время поиска на шаге  $k$ .

Для ускорения процесса итераций начальные параметры эллипса рекомендуется вычислять по следующим формулам:

$$\left. \begin{aligned} A^o &= \left\{ \frac{1}{n} \left( [R^2 \cos^2 \alpha] + [R^2 \sin^2 \alpha] \right) + L \right\}^{1/2} \\ B^o &= \left\{ \frac{1}{n} \left( [R^2 \cos^2 \alpha] + [R^2 \sin^2 \alpha] \right) - L \right\}^{1/2} \\ \operatorname{tg} 2\varphi^o &= \frac{2[R^2 \sin \alpha \cos \alpha]}{[R^2 \cos^2 \alpha] - [R^2 \sin^2 \alpha]} \end{aligned} \right\}, \quad (31)$$

где

$$L = \left\{ \left( [R^2 \cos^2 \alpha] - [R^2 \sin^2 \alpha] \right)^2 + 4[R^2 \sin \alpha \cos \alpha]^2 \right\}^{1/2}. \quad (32)$$

В формулах (31) и (32) квадратные скобки означают сумму всех элементов.

Выполним, например, сглаживание совокупности точек, расположенных на поверхности агрегата, с помощью математической кривой второго порядка, уравнение которой имеет вид:

$$P_i^2 = A^2 \cos^2(\alpha_i - \varphi) + B^2 \sin^2(\alpha_i - \varphi), \quad (33)$$

где  $P_i$  – радиус-вектор данной кривой.

Для определения направления наискорейшего спуска составим градиент функции  $F'$  (28):

$$\nabla F' = \begin{bmatrix} \frac{\partial F'}{\partial A} \\ \frac{\partial F'}{\partial B} \\ \frac{\partial F'}{\partial \varphi} \end{bmatrix}. \quad (34)$$

Данные компоненты, входящие в формулу (34) с учетом функции (33), примут вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial F'}{\partial A} &= 2A \sum_{i=1}^n \cos^2(\alpha_i - \varphi) \varepsilon_i \\ \frac{\partial F'}{\partial B} &= 2B \sum_{i=1}^n \sin^2(\alpha_i - \varphi) \varepsilon_i \\ \frac{\partial F'}{\partial \varphi} &= (A^2 - B^2) \sum_{i=1}^n \sin^2(\alpha_i - \varphi) \varepsilon_i \end{aligned} \right\}, \quad (35)$$

где

$$\varepsilon_i = 1 + \frac{R_i}{P_i}. \quad (36)$$

Необходимо отметить, что направление спуска и длина шага движения должны уточняться при каждой итерации. Причем длина шага  $\lambda^k$  определяется путем минимизации функции  $G^{k+1}$  в (29) вдоль направления  $\nabla F^k$ .

Для определения коэффициента  $\lambda^k$  воспользуемся упрощенным методом [19–21], основанным на квадратической интерполяции:

$$\lambda^k = \frac{F^k W^k}{W^k W^k}, \quad (37)$$

где

$$W^k = (\nabla F^k)^T \nabla F^k \cdot F^k. \quad (38)$$

На основе данных алгоритмов аппроксимации результатов измерений можно определить параметры эллипса и окружности, которые являются образующими для построения оптимальной поверхности объекта, например, методом «вытягивания». Полученные таким образом овалы модели поверхности агрегата могут служить основой для сравнительного анализа и определения отклонений его параметров от проектных данных.

Все это позволит получить модель поверхности, близкую к реальной форме сушильных агрегатов и обжиговых машин, а также оценить точность их геометрических параметров и отклонение от проектных данных для объективного принятия мер по устранению недостатков.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.

2. Могильный С. Г., Шоломицкий А. А., Фролов И. С. Новая технология определения геометрических и кинематических параметров вращающихся печей в процессе их эксплуатации // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва. Зб. наук. праць. – Львів : Видавництво національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – Вип. 1 (21). – С. 125–130.

3. Кинематические локационные измерения вращающихся агрегатов / С. Г. Могильный, А. А. Шоломицкий, А. А. Лунев, А. Л. Сотников, И. С. Фролов // Наукові праці донецького національного технічного університету, Серія: «Гірничо-геологічна», випуск № 1 (18). – Донецьк, 2013. – С. 3–14.
4. The Analysis of Methods for Determining the Geometric Parameters of Rotating Machines / S. G. Mogilny, A. A. Sholomytskiy, V. A. Seredovich, A. V. Seredovich, A. V. Ivanov // 2<sup>nd</sup> International Workshop «Integration of Point-and Area-wise Geodetic Monitoring for Structures and Natural Objects». Proceedings 23<sup>th</sup>-24<sup>th</sup> march 2015, Studgart, Germany. – P. 119–130.
5. 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. 12–19.
6. Жуков Б. Н. Роль, теория и практика геодезического контроля технического состояния зданий и сооружений // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 11–117.
7. Никонов А. В. Исследование точности измерения расстояний электронными тахеометрами в безотражательном режиме // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 43–54.
8. Хасенов К. Б., Гольцев А. Г., Салпышев О.Д. Выверка строительных конструкций с использованием лазерных приборов // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 14–18.
9. Фолькер Швигер, Ли Чжан, Йюрген Швейцер. Оценка качества инженерно-геодезических работ в строительстве // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 25–45.
10. Хорошилов В. С. Оптимизация выбора методов и средств геодезического обеспечения монтажа технологического оборудования // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 117–125.
11. 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.
12. Середович А. В. Сравнительная характеристика и области применения современных наземных лазерных сканеров // Вестник СГГА. – 2005. – Вып. 10. – С. 107–109.
13. Ямбаев Х. К. Геодезическое инструментоведение. – М. : Гаудеамус, 2011. – 580 с.
14. Вовк И. Г. Моделирование формы и оценка размеров систем в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 17–26.
15. Никонов А. В. Исследование точности тригонометрического нивелирования способом из середины с применением электронных тахеометров // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 26–35.
16. Никонов А. В., Рахымбердина М. Е. Исследование точности измерения превышений электронным тахеометром высокой точности в полевых условиях // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 16–27.
17. Овчинников С. С. Влияние электромагнитных полей на точность показаний электронных геодезических приборов // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 2. – С. 18–23.
18. Точность определения геометрических параметров вращающихся агрегатов при «холодной» выверке / С. Г. Могильный, А. А. Шоломицкий, А. В. Середович, А. А. Лунев // Материалы международной научной конференции «Современные технологии и развитие политехнического образования», г. Владивосток, 14–18 сентября 2015 г., Научное электронное издание ФГАОУ ВПО «ДВФУ», 2015, ISBN 978-5-7444-3608-7. – С. 245–249.
19. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М. : Наука, 1974. – 832 с.
20. Большаков В. Д., Гайдаев П. А. Теория математической обработки геодезических измерений. – М. : Недра, 1965. – 274 с.
21. Уставич Г. А. Геодезия. В 2-х кн. Кн. 1 : учебник для вузов. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 352 с.

Получено 11.11.2015

© А. Г. Неволин, Т. М. Медведская, 2015

УДК 528.482

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УКЛОНОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

*Владимир Григорьевич Демин*

АО «Сибтехэнерго», 630032, Россия, г. Новосибирск, ул. Планировочная, 18/1, начальник цеха зданий и сооружений, e-mail: v.g.demin@sibte.ru

*Антон Викторович Никонов*

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

*Юрий Петрович Казанков*

АО «Сибтехэнерго», 630032, Россия, г. Новосибирск, ул. Планировочная, 18/1, главный специалист цеха зданий и сооружений

В статье приводятся требования к точности определения уклонов паропроводов высокого давления. Описаны способы работы с электронным тахеометром для определения плано-высотного положения трубопровода относительно строительных конструкций, а также его уклона. Установлено, что уклон может быть определен электронным тахеометром с ошибкой не более 0,000 5. Положение центра сечения трубопровода (окружности) может быть получено в программном продукте AutoCAD по трем точкам на поверхности трубопровода, координаты которых определяются способом бесконтактной тахеометрической съемки.

**Ключевые слова:** уклон паропровода, электронный тахеометр, геодезическая съемка, нивелирование, точность, геометрические параметры.

## GEODETIC METHODS OF DETERMINING SLOPES TECHNOLOGICAL PIPELINES

*Vladimir G. Demin*

Sibrechenergo, 630032, Russia, Novosibirsk, 18/1 Planirovochnya St., Chief of department buildings and structures, e-mail: v.g.demin@sibte.ru

*Anton V. Nikonov*

Sibtechenergo, 630032, Russia, Novosibirsk, 18/1 Planirovochnaja St., engineer surveyor, e-mail: sibte@bk.ru

*Yuri P. Kazankov*

Sibrechenergo, 630032, Russia, Novosibirsk, 18/1 Planirovochnya St., Chief specialist of department buildings and structures

The article contains the requirements of inclination accuracy determination of high tense steampipes. It describes the methods of work with total station for determination of planned high-altitude steampipe position in reference to constructions, and also its inclination. It is stated that the inclination can be determined by total station with the error not more than 0,000 5. Steampipe (circus) section centre position can be modeled in program product AutoCAD by three points on pipe surface, the coordinates of which are determined by remote tacheometric survey.

**Key words:** slope pipeline, total station, geodetic survey, leveling, accuracy, geometric parameters.

Для обеспечения безаварийного производства пуско-наладочных работ и дальнейшей безопасной эксплуатации трубопроводов, транспортирующих воду или водяной пар, важное значение на этапе монтажа имеет установка элементов трубопроводов (паропроводов) в проектное положение. Обычно привязку трубопровода в плане осуществляют путем промеров рулеткой до строительных конструкций или оборудования (колонн главного корпуса, конструкций каркаса котла и пр.), вертикальные участки выверяются по отвесу, а горизонтальные – по простейшему гидроуровню или микронивелиру. В настоящее время в монтажных организациях, кроме перечисленных, применяются лазерные приборы (ротационные нивелиры и построители плоскостей).

Трубопроводы должны иметь уклоны для стока конденсата пара или воды к дренажным устройствам. Недостаточные уклоны или контруклоны могут вызвать скопление конденсата, что, в свою очередь, может привести к гидравлическим или тепловым ударам, к короблению трубопроводов и недопустимым изгибным напряжениям в период пусков, к разбалансировке пружинных креплений, деформации или разрушению креплений, к взрывообразному разрушению гибов трубопровода и другим неблагоприятным последствиям. В этой связи к монтажу трубопроводов в вертикальной плоскости подходят наиболее ответственно.

Как правило, для трубопроводов транспортирующих перегретый пар, уклон должен быть не менее 0,004, а для трубопроводов насыщенного пара, отборов от турбины, а также продувочных и дренажных трубопроводов – не менее 0,006. В трубопроводах высокого давления (более 100 кгс/см<sup>2</sup>) уменьшение величины уклона от проектной допускается не более 1 мм на 1 м длины трубопровода или в относительной мере не более 0,001 [1]. Исходя из этого, погрешность определения уклона не должна превышать 0,000 5.

Уклон участка трубопровода находится по известной формуле

$$i = h_{1-2} / S, \quad (1)$$

где  $h_{1-2}$  – превышение между центрами сечений (окружностей) 1 и 2 трубопровода;

$S$  – расстояние между сечениями 1 и 2.

Для определения превышения между точками с помощью нивелира требуется однообразно прикладывать рейку к трубопроводу и обеспечивать на нее видимость при горизонтальном положении визирного луча, что в стесненных условиях цеха может оказаться затруднительным. Также проблематично определять уклоны трубопроводов, расположенных на подвесках, так как рейку приходится прикладывать пяткой к нижней части трубы. Следует отметить, что нивелирование может выполняться со значительным неравенством плеч, поэтому перед выполнением работ следует тщательно отъюстировать нивелир для соблюдения его главного условия [2].

Наиболее просто задача по определению уклона трубопровода может быть решена путем выполнения бесконтактной тахеометрической съемки с применением электронного тахеометра. Безотражательные электронные тахеометры успешно применяются в судостроении, при выполнении фасадных съемок, при контроле положения строительных конструкций, при выверке оборудования и в других областях [3–11]. Рассмотрим приемы работы с электронным тахеометром для определения уклона трубопровода, закрепленного на подвесках (рис. 1).

Тахеометр устанавливается на жестком основании (не рекомендуется размещать штатив на неустойчивых металлических настилах), откуда имеется видимость на исследуемый участок трубопровода.

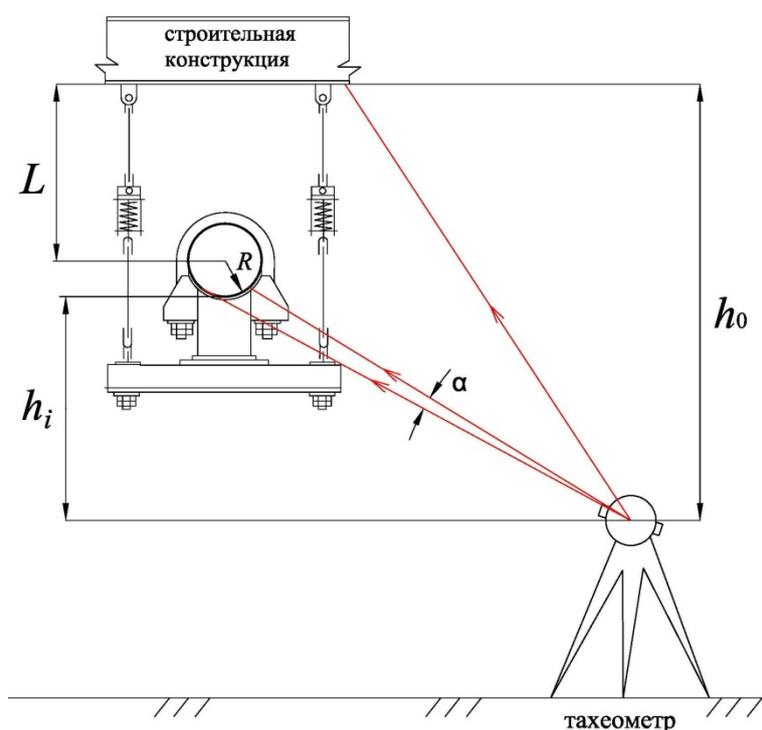


Рис. 1. Схема определения положения трубопровода на подвесках по высоте с применением электронного тахеометра

Положение трубопровода относительно балки перекрытия или иной конструкции установлено проектом (расстояние по вертикали  $L$  от нижней грани балки до оси трубопровода). Фактическое положение трубопровода (фактическое расстояние  $L_{\Phi}$  до строительной конструкции) находится как

$$L_{\Phi} = h_0 - h_i + R, \quad (2)$$

где  $h_0$  – превышение между осью вращения зрительной трубы тахеометра и нижней частью балки;

$h_i$  – превышение между осью вращения трубы тахеометра и нижней частью трубопровода в  $i$ -м сечении;

$R$  – радиус трубопровода.

Величина  $h_i$  определяется путем непрерывных измерений расстояний тахеометром (в режиме *Tracking*) в угловом секторе  $\alpha$  и выбором наименьшего значения превышения (до самой низкой точки трубопровода в данном сечении).

Выполняя аналогичные измерения в другом ( $j$ -м) сечении, находим превышение  $h_j$ . Отношение разности  $h_i - h_j$  к расстоянию  $S$  между сечениями и есть уклон участка трубопровода. Длина участка  $S$  трубопровода между выбранными сечениями измеряется тахеометром в режиме косвенных измерений.

Продифференцировав выражение (1) по  $dh$  и переходя к средним квадратическим ошибкам, получим

$$m_i = m_h / S. \quad (3)$$

Приняв ошибку измерения превышения между двумя точками трубопровода  $m_h = 2,0$  мм и расстояние  $S = 5\,000$  мм, получим  $m_i = 0,000\,4$ , а при большем расстоянии  $S$  ошибка  $m_i$  будет еще меньше. Исследованиями [2, 12, 13] установлено, что тригонометрическим методом с использованием электронного тахеометра превышение может быть уверенно определено с ошибкой, не превышающей 1,0 мм. Таким образом, применение электронного тахеометра позволяет обеспечить требуемую точность определения уклонов (с ошибкой не более 0,000 5).

Рассмотрим определение совместного (планового и высотного) положения участка паропровода. Устанавливают электронный тахеометр в месте, с которого имеется прямая видимость на исследуемый участок паропровода, и задают параметры станции: координаты станции (в условной системе координат) и ориентирование прибора. Ориентирование выполняют таким образом, чтобы одна из осей условной системы координат была параллельна оси здания (паропровода) (рис. 2). Высота оси вращения зрительной трубы тахеометра, в соответствии с инструкцией [1], определяется относительно исходного репера, а не от строительных конструкций (перекрытий).

После задания параметров станции приступают непосредственно к съемке. Выполняют определение координат точек на поверхности паропровода в нескольких сечениях ( $A$ ,  $B$  и др.), а также определяют положение элементов строительных конструкций, к которым осуществлена привязка паропровода по проекту. Например, рулеткой намечается середина грани колонны главного корпуса (точка  $K_1$  – пересечение осей 2 и Б на рис. 2), и тахеометром фиксируются пространственные координаты намеченной точки. Также определяется фактическое положение по высоте строительной конструкции, относительно которой задана привязка трубопровода проектом (фиксируется положение нижней грани балки, точка  $K_2$  на рис. 2). В ходе съемки угол падения лазерного луча на отражающую поверхность не должен превышать  $40^\circ$  [11, 14].

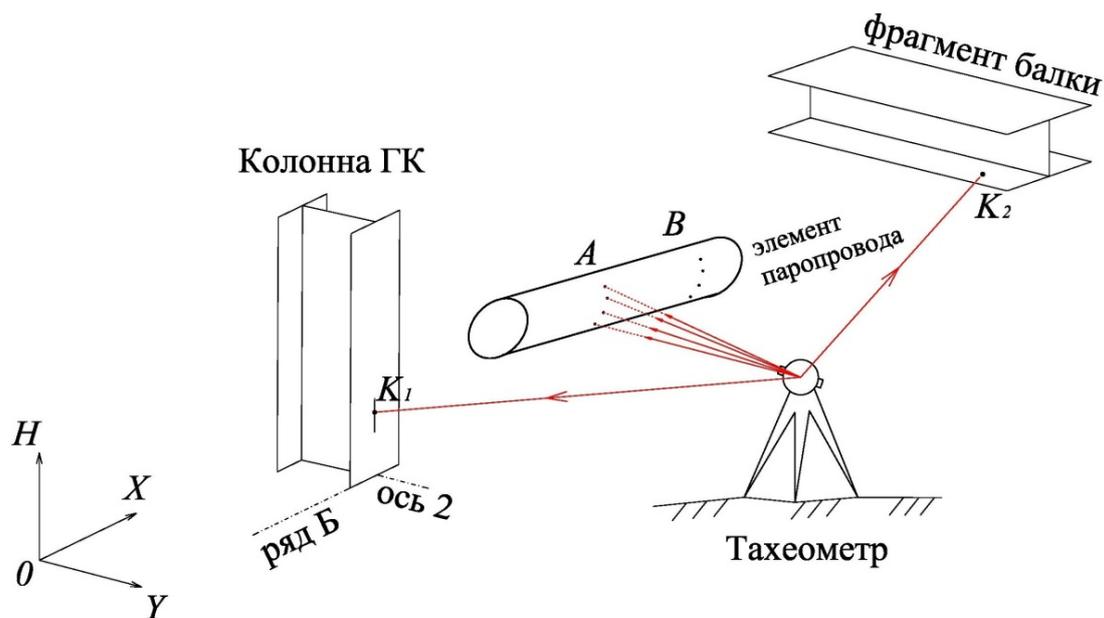


Рис. 2. Схема определения плано-высотного положения элемента паропровода с применением электронного тахеометра

Со станции 1 тахеометра может иметься видимость только на одно сечение  $A$  (рис. 3). В этом случае условная система координат задается относительно колонн 2 и 3 главного корпуса, высотная привязка осуществляется к реперу  $Rp1$ , в качестве которого может использоваться осадочная марка. После получения координат точек трубопровода в сечении  $A$  на станции 2 устанавливают второй штатив с отражателем и определяют его координаты полярным способом. Затем тахеометр и отражатель меняются местами, выполняется ориентирование прибора визированием на отражатель, установленный на первом штативе, и выполняется съемка трубопровода в сечении  $B$ .

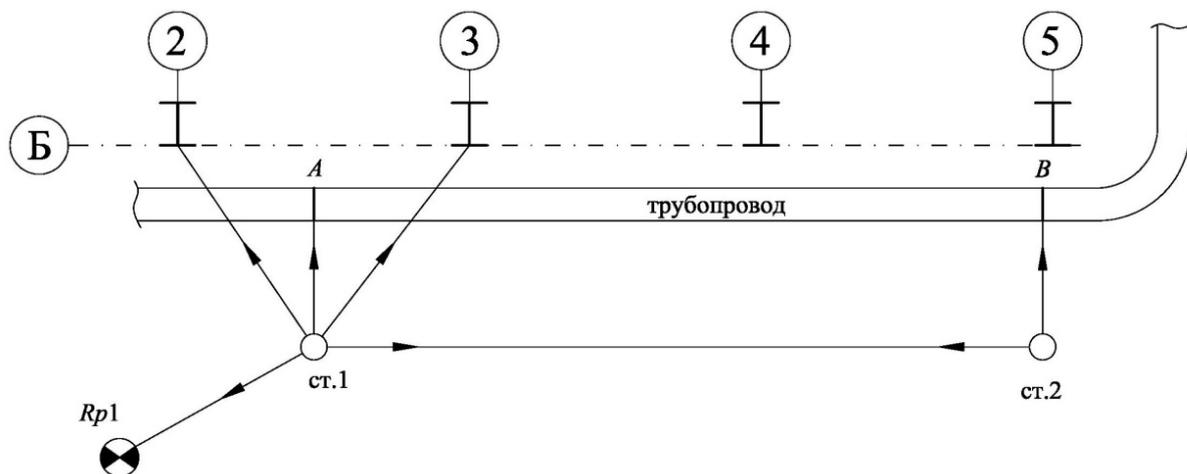


Рис. 3. Схема установки тахеометра при определении уклона трубопровода

Положение тахеометра на станциях 1, 2, ...  $n$  может осуществляться методом обратной линейно-угловой засечки [15, 16] от пунктов цеховой геодезической сети [17, 18], если такая сеть была предварительно создана на этапе выполнения строительных работ или позднее, специально для обеспечения установки трубопроводов и технологического оборудования в проектное положение.

После выполнения съемки данные импортируют на компьютер и затем в программный продукт AutoCAD. По полученным в ходе съемки координатам точек  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , принадлежащих трубопроводу, строят окружность  $A$  (рис. 4). Средствами AutoCAD окружность можно построить по трем точкам. Если в ходе съемки в одном сечении паропровода определены координаты большего числа точек (например восьми) решается математическая задача аппроксимации полученных точек окружностью [19]. В результате аппроксимации находится центр окружности  $O_A$  и ее радиус  $R$ , по которым строится окружность в AutoCAD и визуально оцениваются отклонения исходных точек  $a_1, a_2, \dots, a_n$  от окружности.

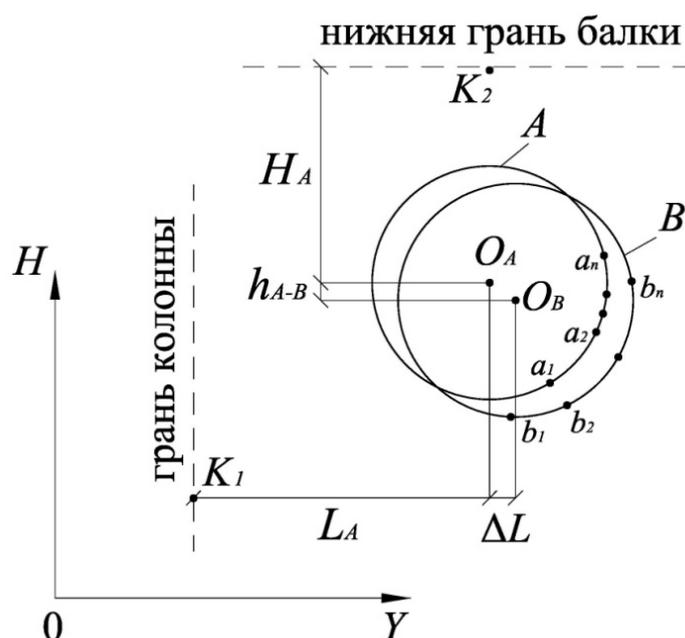


Рис. 4. Результат съемки участка паропровода в сечениях  $A$  и  $B$

Затем средствами AutoCAD (линейный размер) оценивается положение трубопровода относительно строительных конструкций (по высоте – расстояние  $H_A$  и в плане –  $L_A$ , см. рис. 4). После выполнения аналогичных действий для второго сечения  $B$  строится окружность с центром  $O_B$  и определяется ее фактическое положение.

Превышение между центрами окружностей  $h_{A-B}$  характеризует уклон трубопровода, который окончательно находится по формуле (1). Вычисленный ук-

лон сравнивается с нормативным (эксплуатационным). Величины  $H_A$  и  $L_A$  сравниваются с проектными и делается вывод о соответствии положения смонтированного трубопровода проекту. Фактические и проектные расстояния от оси трубопровода до колонн, стен и перекрытий не должны отличаться более чем на  $\pm 15$  мм [1].

Предложенная методика позволяет с высокой точностью (с ошибкой до 2 мм [20]) определить пространственное положение трубопровода без изоляции относительно строительных конструкций или элементов оборудования, а также определить геометрические параметры трубопровода: уклон, радиус сечения, длину участка. В сравнении с классическими способами определения уклонов (по гидроуровню) бесконтактная тахеометрическая съемка позволяет ускорить и облегчить процесс сбора, обработки и интерпретации данных.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РД 34.39.201 Инструкция по монтажу трубопроводов пара и воды на тепловых электростанциях. – М. : Информэнерго, 1976. – 162 с.
2. 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.
3. 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.
4. Теоретические основы применения лазерных тахеометров в измерительной системе, привязанной к корпусу судна / В. Н. Блащук, И. А. Бунов, Хоанг Шон Минь, В. Н. Лубенко // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия : Морская техника и технология. – 2011. – № 2. – С. 13–19.
5. Каткова Д. Ю. Исследование по применению высокоточного электронного тахеометра Sokkia NET 1200 при съемке пространственного положения строительных конструкций зданий и сооружений // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Строительство и архитектура. – 2011. – № 35. – С. 44–47.
6. Нестеренок М. С., Вексин В. Н. Применение электронного тахеометра для исполнительной съемки лифтовых шахт // Наука и техника. – 2015. – № 2. – С. 38–41.
7. Методика высокоточной бесконтактной исполнительной съемки навесных фасадных систем с воздушными зазорами при возведении высотных зданий. МДС 11-20.2009 / ООО «Тектоплан». – М. : ОАО «ЦПП», 2009. – 41 с.
8. Уставич Г. А., Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Геодезическое обеспечение реконструкции гидрогенераторов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. Т. 1. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – С. 68–71.
9. Комиссаров А. В., Ашраф А. Бешр. Исследование точности определения деформаций сооружений при помощи электронного тахеометра и наземного лазерного сканера // 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. 107–111.
10. 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.

11. Ашраф 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.

12. 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.

13. Никонов А. В. Методика тригонометрического нивелирования первого и второго разрядов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 39–45.

14. 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). – URL : <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=548>.

15. Никонов А. В. К вопросу о точности обратной линейно-угловой засечки на малых расстояниях // 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. 93–100.

16. Никонов А. В., Чешева И. Н., Лифашина Г. В. Исследование влияния стабильности положения геодезической основы на точность обратной линейно-угловой засечки // 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. 63–70.

17. Создание геодезической основы на территории строительства объектов энергетики / Г. А. Уставич, Г. Г. Китаев, А. В. Никонов, В. Г. Сальников // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 48–54.

18. 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.

19. Никонов А. В., Никонов В. Г. Современные способы определения кренов промышленных дымовых труб // Геодезия и картография. – 2015. – № 4. – С. 13–21.

20. Никонов А. В. Исследование точности измерения расстояний электронными тахеометрами в безотражательном режиме // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 43–53.

Получено 10.11.2015

© В. Г. Демин, А. В. Никонов, Ю. П. Казанков, 2015

УДК 528.344:629.783

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ КООРДИНАТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПУНКТА ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ГЛОНАСС

*Николай Кириллович Шендрик*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, заведующий лабораторией кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (913)739-55-17, e-mail: snk\_aig@mail.ru

На примере отдельного пункта выполнены определения координат по спутниковым измерениям ГЛОНАСС. В эксперименте были задействованы спутниковый приемник SIGMA, установленный на определяемом пункте NSKN, и программное обеспечение GIODIS фирмы JAVAD, которые позволяют корректно принимать и обрабатывать измерения ГЛОНАСС. В качестве исходных пунктов были использованы постоянно действующие базовые станции Новосибирской области и пункты Международной геодинамической сети. Эталонные значения координат для определяемого пункта были получены по измерениям GPS с помощью программы «Trimble Business Center». Результаты эксперимента показали, что при удалении исходных пунктов до 500 км определения координат и высот пунктов по измерениям отдельно ГЛОНАСС и отдельно GPS сопоставимы по точности.

**Ключевые слова:** координаты геодезического пункта, эталонные координаты, измерения ГЛОНАСС, приемник SIGMA, программное обеспечение GIODIS.

## THE RESULTS OF EXPERIMENTAL DEFINITION OF COORDINATES OF GEODETIC POINTS GLONASS MEASUREMENTS

*Nikolai K. Shendrik*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Head of the Laboratory of the Department Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (913)739-55-17, e-mail: snk\_aig@mail.ru

For example, a separate item is made to determine the coordinates of satellite measurements of GLONASS. Were involved in experiment - SIGMA satellite receiver, installed on the designated item NSKN, and software GIODIS company JAVAD that allow to correctly receive and process GLONASS measurements. As the source points were used permanent base station of the Novosibirsk region and the International geodynamic network. The reference coordinates to the designated point were obtained by GPS measurements with the help of the program "Trimble Business Center". The experimental results showed that the removal of the starting points to determine the coordinates of 500 km and heights of points on the measurement of individual separate GPS and GLONASS are comparable in accuracy.

**Key words:** geodesic coordinates of the point, reference coordinates, measurements GLONASS, receiver SIGMA, software GIODIS.

На современном этапе развития глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) производители спутниковой аппаратуры и программного обеспечения (ПО) стараются максимально использовать совместные измерения по

всем доступным спутниковым системам ГНСС и геостационарным спутникам, например WAAS. Реализация такого подхода позволяет получать несомненные выгоды в применении спутникового оборудования как в качественном отношении по точности, так и по времени решения задач определения координат пунктов в различных режимах и условиях работы аппаратуры.

Тем не менее, можно указать на ряд аспектов, когда важно знать аналогичные характеристики того или иного оборудования и ПО только определенной ГНСС, в частности, системы ГЛОНАСС. Понятно, что это обусловлено необходимостью обеспечения безопасности страны в период форс-мажорных ситуаций.

Производителем, выпускающим наиболее передовые, по своим возможностям, спутниковые приемники геодезического класса и соответствующие ПО, является фирма JAVAD. В июне 2009 г. фирма объявила [1], что разработала технологию точного учета задержек спутниковых сигналов ГЛОНАСС в трактах приемников и, соответственно, корректную обработку измерений в предлагаемых в настоящее время фирмой программах Justin и Giodis.

Целью настоящего эксперимента является опытная проверка возможностей работы спутниковой аппаратуры и программы Giodis по спутниковым измерениям исключительно по системе ГЛОНАСС и, соответственно, точности определения координат по сравнению с результатами, полученными по GPS-измерениям.

Эксперимент выполнялся в два этапа:

- 1) определение эталонных координат пункта NSKN (СГУГиТ, Новосибирск) по измерениям GPS;
- 2) определение координат пункта NSKN по измерениям ГЛОНАСС.

В процессе проведения эксперимента были использованы две системы отсчета:

– ITRF2005 на эпоху 2010.7630 [2] для вариантов, в которых в качестве исходных брались пункты постоянно действующих базовых станций (ПДБС) НСО;

– WGS-84 на эпоху 2014.9603 для вариантов, в которых исходными являлись пункты МГС.

Схемы расположения исходных пунктов для получения эталонных координат пункта NSKN в двух системах отсчета приведены на рисунках 1 и 2. В системе исходных пунктов ПДБС НСО, с целью обеспечения независимости базовых линий в замкнутых фигурах спутниковой сети, взяты суточные сеансы GPS-измерений для радиальных линий за 18 января 2015 г. и за 6 октября 2014 г. для замыкающих линий (рис. 1).

В системе исходных пунктов МГС применена радиальная схема спутниковой сети (рис. 2) с использованием сеансов GPS-измерений в течение трех суток (17–19 января 2015 г.). Точность определения эталонных координат в обеих системах отсчета составила менее  $\pm 10$  мм по каждой координате.

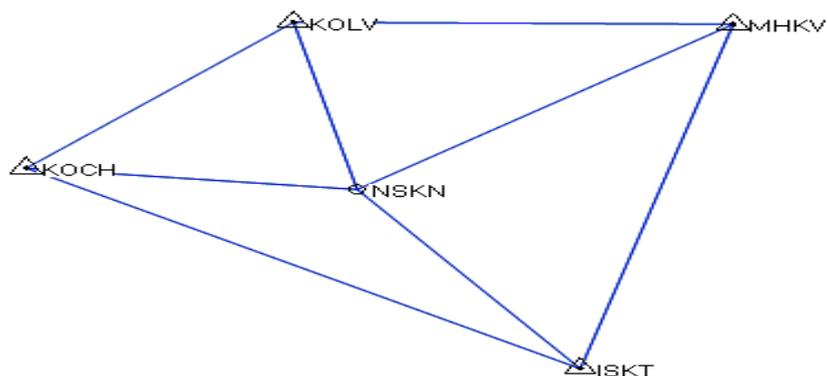


Рис. 1. Схема расположения исходных пунктов спутниковой сети ПДБС НСО

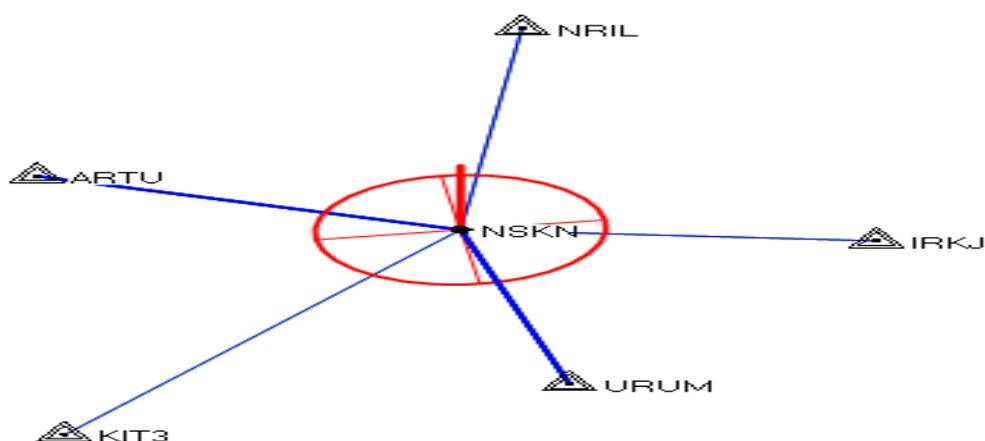


Рис. 2. Схема расположения исходных пунктов спутниковой сети МГС

В течение всего эксперимента на определяемом пункте NSKN работал спутниковый приемник SIGMA. На пунктах ПДБС НСО установлены ГНСС-приемники фирмы Leica, работающие в режиме совместных измерений GPS/ГЛОНАСС, а на пунктах МГС – спутниковые приемники самых разных производителей. В частности, на пунктах ARTU (Екатеринбург) и NRIL (Норильск) установлены приемники Astech, которые выполняют измерения только по системе GPS. Выделение измерений по конкретной ГНСС там, где выполнялись совместные измерения GPS/ГЛОНАСС, производилось из файлов RINEX с помощью программы TEQC и программ, разработанных автором с оценкой качества по показателю Pks сменяемости созвездий космических аппаратов (КА) за сутки и непрерывности измерений [3]. Результаты оценки качества измерений по непрерывности и показателю Pks приведены в табл. 1–4 в соответствии с планом эксперимента.

Таблица 1

Пропуски измерений и показатели сменяемости созвездий КА GPS на пунктах ПДБС НСО при определении эталонных координат NSKN

Номер п/п	Название		Пропуски (с)	Показатель Pks
	пункта	файла		
1.	NSKN	nskn018s	0	4.70
2.	KOLV	kolv0180	0	7.60
3.	KOLV	kolv2790	0	8.10
4.	ISKT	iskt2790	0	10.30
5.	ISKT	iskt0180	0	10.70
6.	MHKV	mhkv2790	0	11.40
7.	MHKV	mhkv0180	0	12.80
8.	KOCH	koch0180	0	16.50
9.	KOCH	koch2790	0	20.80

Таблица 2

Пропуски измерений и показатели сменяемости созвездий КА GPS на пунктах МГС при определении эталонных координат NSKN

Номер п/п	Название		Пропуски (с)	Показатель Pks
	пункта	файла		
1.	NSKN	nskn019s	0	4.40
2.	NSKN	nskn018s	0	4.40
3.	NSKN	nskn017s	0	4.50
4.	IRKJ	irkj0190	0	6.00
5.	URUM	urum0190	0	6.50
6.	IRKJ	irkj0170	0	6.60
7.	ARTU	artu0190	0	6.60
8.	IRKJ	irkj0180	0	6.80
9.	ARTU	artu0180	0	6.90
10.	URUM	urum0170	14430	7.40
11.	KIT3	kit30190	32460	7.50
12.	ARTU	artu0170	0	8.10
13.	KIT3	kit30170	11610	8.60
14.	NRIL	nril0170	0	10.20
15.	NRIL	nril0190	0	10.40
16.	NRIL	nril0180	0	11.10

Таблица 3

Пропуски измерений и показатели сменяемости созвездий КА ГЛОНАСС  
на пунктах ПДБС НСО при определении координат NSKN

Номер п/п	Название		Пропуски (с)	Показатель Pks
	пункта	файла		
1.	NSKN	nskn351g	0	4.50
2.	KARA	kara3510	0	7.40
3.	USTA	yst_3510	0	18.30
4.	CHAN	chan3510	180	18.70
5.	TATA	tata3510	0	18.90
6.	KUPI	kupi3510	0	19.20
7.	KOCK	kock3510	0	21.80
8.	MASL	masl3510	0	23.10
9.	SUZU	suzu3510	0	23.30
10.	BARA	bara3510	0	23.40
11.	ISKT	iskt3510	0	23.70
12.	BOLO	bolo3510	0	25.00
13.	ORDN	ordn3510	0	25.60
14.	UBIN	ubin3510	60	27.00
15.	KOCH	koch3510	0	27.70
16.	ZDVI	zdvi3510	0	28.30
17.	CHUL	chul3510	0	28.30
18.	KOLV	kolv3510	0	32.90
19.	MHKV	mhkv3510	0	33.70
20.	KRAS	kras3510	0	41.60

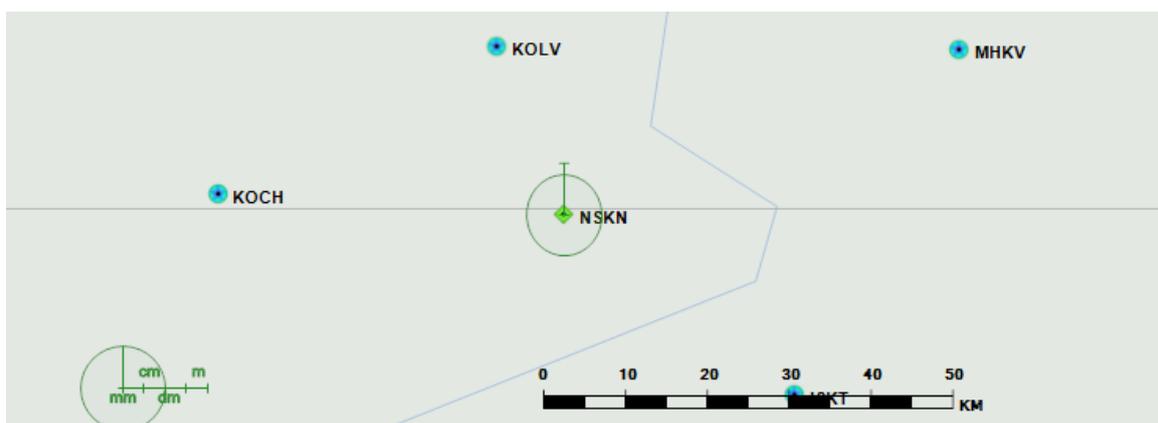
Таблица 4

Пропуски измерений и показатели сменяемости созвездий КА ГЛОНАСС  
на пунктах МГС при определении координат NSKN

Номер п/п	Название		Пропуски (с)	Показатель Pks
	пункта	файла		
1.	URUM	urum3510	0	4.10
2.	NSKN	nskn351g	0	4.50
3.	POLV	polv3510	0	6.70
4.	ULAB	ulab3510	60	6.90
5.	IRKJ	irkj3510	0	9.00
6.	DAEJ	daej3510	0	9.00
7.	KIT3	kit33510	0	9.10

Наиболее качественным измерениям соответствуют значения  $R_{ks}$  в интервале значений 4-5 при отсутствии пропусков. По значениям показателя  $R_{ks}$  наименее благоприятными следует отметить измерения на пунктах ПДБС НСО (см. табл. 3). Наибольшие прерывания в измерениях (см. табл. 2) зафиксированы на пунктах МГС URUM (Урумчи, Китай) и КИТЗ (Китаб, Узбекистан).

По существу эксперимента было выполнено четыре варианта расчетов с исходными пунктами ПДБС НСО на различных удалениях от определяемого пункта от 35–60 км до 340–460 км и два варианта с различным числом исходных пунктов МГС на удалениях 1 300–3 250 км. Результаты для всех вариантов вычислений по измерениям ГЛОНАСС получены из суточного сеанса за 17 декабря 2014 г. На рис. 3–8 приведены схемы расположения исходных пунктов относительно определяемого пункта NSKN. Оценка качества определения координат пункта NSKN по измерениям ГЛОНАСС выполнялась путем сравнения с эталонными значениями. Разности координат  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  и  $\Delta Z$  получены в соответствующей геоцентрической системе отсчета для ПДБС НСО и МГС, о чем было сказано ранее. Значения разностей для каждого из вариантов помещены в нижней части рисунков.



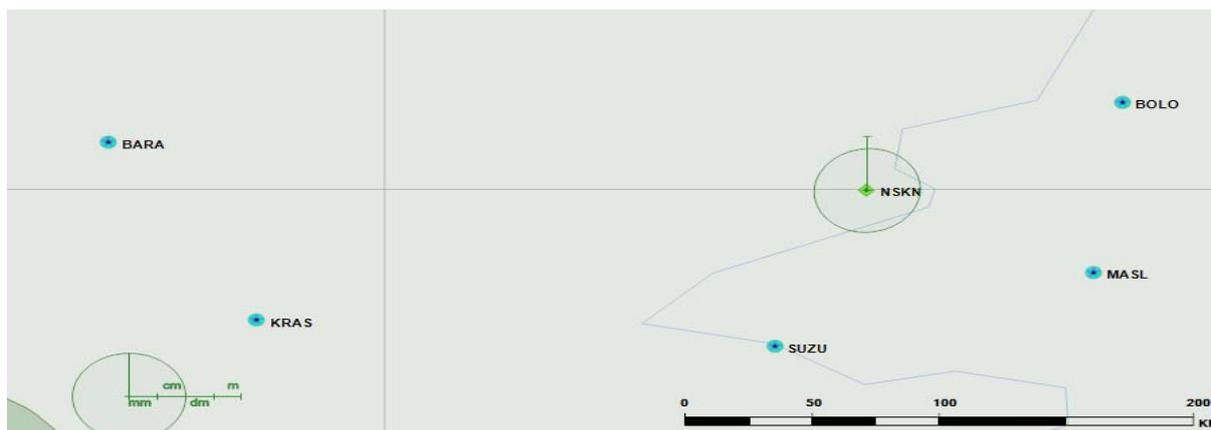
$$\Delta X = -0,029 \text{ м}; \quad \Delta Y = -0,008 \text{ м}; \quad \Delta Z = -0,034 \text{ м}$$

Рис. 3. Схема расположения исходных пунктов ПДБС НСО в радиусе 35–60 км (вариант № 1)



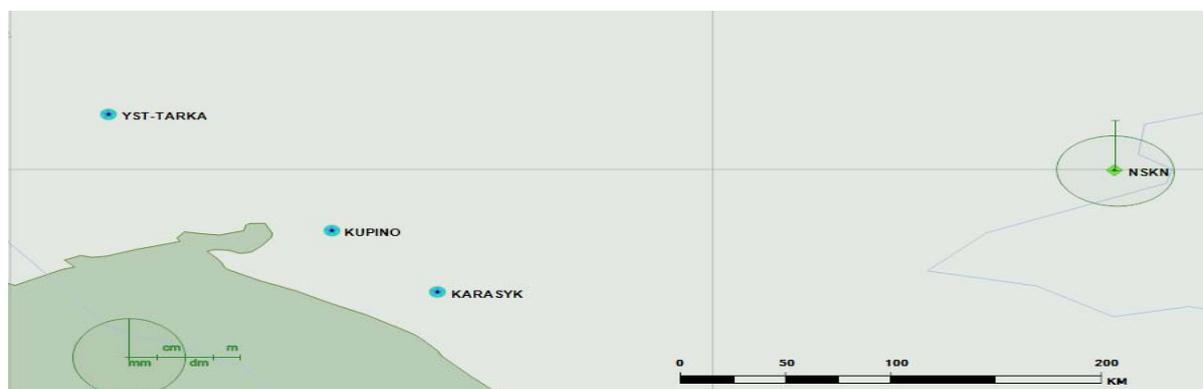
$$\Delta X = -0,026 \text{ м}; \quad \Delta Y = -0,013 \text{ м}; \quad \Delta Z = -0,033 \text{ м}$$

Рис. 4. Схема расположения исходных пунктов ПДБС НСО в радиусе 90–120 км (вариант № 2)



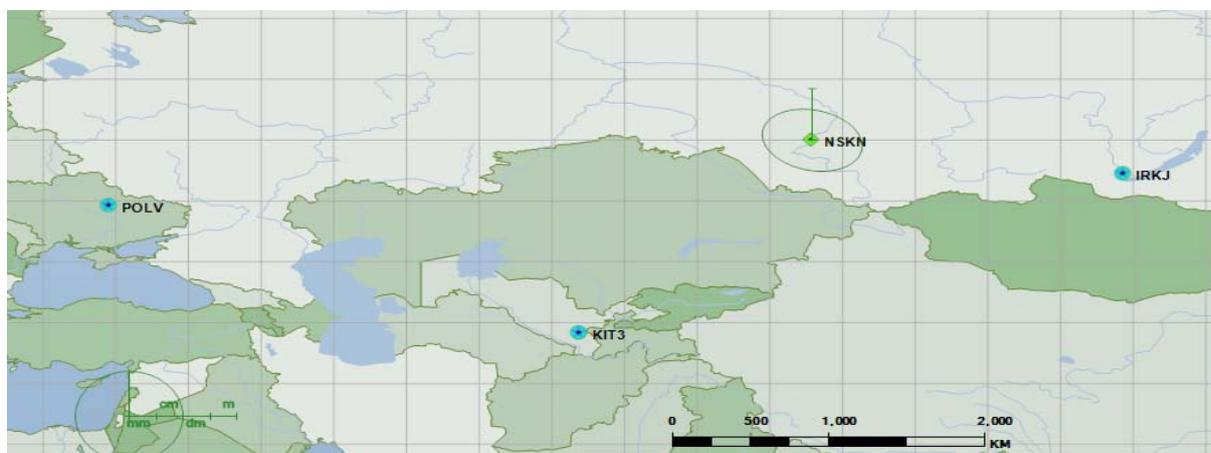
$$\Delta X = -0,032 \text{ м}; \quad \Delta Y = -0,012 \text{ м}; \quad \Delta Z = -0,040 \text{ м}$$

Рис. 5. Схема расположения исходных пунктов ПДБС НСО в радиусе 110–290 км (вариант № 3)



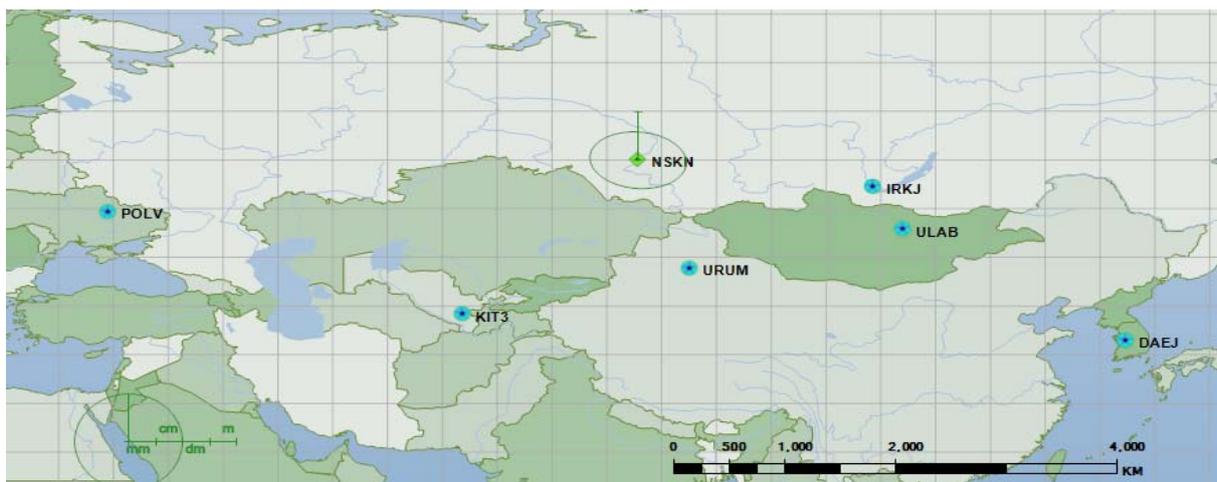
$$\Delta X = +0,011 \text{ м}; \quad \Delta Y = -0,012 \text{ м}; \quad \Delta Z = -0,015 \text{ м}$$

Рис. 6. Схема расположения исходных пунктов ПДБС НСО в радиусе 340–460 км (вариант № 4)



$$\Delta X = +0,013 \text{ м}; \quad \Delta Y = +0,100 \text{ м}; \quad \Delta Z = +0,135 \text{ м}$$

Рис. 7. Схема расположения исходных пунктов МГС в радиусе 1 300–3 250 км (вариант № 5)



$$\Delta X = +0,036 \text{ м}; \quad \Delta Y = +0,071 \text{ м}; \quad \Delta Z = +0,058 \text{ м}$$

Рис. 8. Схема расположения исходных пунктов МГС в радиусе 1 300–3 250 км (вариант № 6)

Из результатов эксперимента можно сделать следующие выводы:

- 1) на удалениях определяемого пункта от исходных в пределах до 500 км разности координат из измерений по GPS и по ГЛОНАСС не превышают  $\pm 3,5$  см;
- 2) на удалениях от исходных пунктов свыше 1 000 км – разности координат могут достигать 10–15 см;
- 3) при равных условиях измерения по системе ГЛОНАСС потенциально в состоянии обеспечивать точность определения координат пунктов, сопоставимую с измерениями по GPS [4–7];
- 4) в интересах обеспечения безопасности страны следует уделить большее внимание разработкам отечественной спутниковой аппаратуры и программам обработки измерений по системе ГЛОНАСС.

Автор выражает благодарность генеральному директору ЗАО «УГТ-Холдинг» А. М. Харитонову (г. Екатеринбург) и директору ООО «Запсибгеодезия» Ю. А. Чермошенцеву (г. Новосибирск) за предоставленное спутниковое оборудование и техническое содействие в проведении эксперимента.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Javad A. The future is not what it used to be [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.javad.com/downloads/javadgnss/publications/AmSurv-2008-06.pdf>
2. Шендрик Н. К. Об использовании пунктов Международной геодезической сети и системы координат ITRF для геодезического обеспечения территорий // 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. 230–235.
3. Шендрик Н. К. Методика оценки качества измерений постоянно действующих базовых станций СРНС // 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. 187–190.

4. Результаты исследований спутниковой геодезической аппаратуры по измерениям ГЛОНАСС / А. П. Карпик, О. В. Твердовский, С. В. Середович, А. П. Решетов, А. А. Струков // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 125–134.

5. Любич М. О., Рычков Д. И. Оценка точности позиционирования с применением оборудования ГНСС компании JAVAD GNSS // Геопрофи. – 2015. – № 1. – С. 39–43.

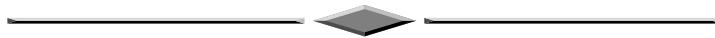
6. Проблемы обеспечения точности координатно-временных определений на основе применения ГЛОНАСС-технологий / А. С. Толстиков, В. А. Ащеулов, К. М. Антонович, Ю. В. Сурнин // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 3–11.

7. Косарев Н. С., Щербаков А. С. Статистический анализ точности определения положений спутников систем ГЛОНАСС и GPS // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 9–18.

Получено 15.10.2015

© Н. К. Шендрик, 2015

# ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ФОТОГРАММЕТРИЯ



УДК 528.852.8

## **ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ЛЕСНЫХ РУБОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СНИМКОВ С РОССИЙСКОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «РЕСУРС-П» № 1**

*Владимир Александрович Хамедов*

Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий, 628011, Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151, руководитель регионального центра космических услуг, тел. (3467)35-91-39, e-mail: xamedovva@uriit.ru

*Борис Тимофеевич Мазуров*

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)343-29-11, e-mail: btmazurov@mail.ru

Описаны некоторые результаты по осуществлению Государственной программы «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 годы». В центре космических услуг Ханты-Мансийского автономного округа – Югры разработана система спутникового мониторинга состояния лесных экосистем, задачами которой является обеспечение контроля за состоянием лесных территорий дистанционными методами, в том числе обнаружение и картографирование лесных рубок. Проведена работа по оценке точности площадей, определяемых с применением данных дистанционного зондирования Земли среднего пространственного разрешения на основе сравнения с данными космической съемки высокого пространственного разрешения с российского космического аппарата «Ресурс-П» № 1. Установлено, что оценка определения площади объектов в различных тематических задачах картографирования и мониторинга изменений по данным «Landsat-8» может быть осуществлена с достаточной точностью при площадях наблюдаемых объектов более 10 га.

**Ключевые слова:** дистанционный мониторинг, космические снимки, система спутникового мониторинга, площадь лесной рубки, «Landsat-8», «Ресурс-П».

## **EVALUATION OF THE ACCURACY OF DETERMINING AREAS OF FOREST FELLING USING IMAGES FROM THE RUSSIAN SATELLITE «RESURS-P» № 1**

*Vladimir A. Khamedov*

Ugra Research Institute of Information Technologies, 628011, Russia, Khanty-Mansiysk, 151 Mira St., Head of the Center for Space Services, tel. (3467)35-91-39, e-mail: xamedovva@uriit.ru

***Boris T. Mazurov***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., D. Sc., Professor of Department Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)343-29-11, e-mail: btmazurov@mail.ru

Describes some results on the implementation of the State program «Development of forestry for 2013–2020». In the center of space services of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Ugra developed a system of satellite monitoring of the state of forest ecosystems, focused on the justification of state control of forest areas using remote methods, including the detection and mapping of forest cuttings. Work has been done to evaluate the accuracy of the areas determined with the use of data of remote sensing medium spatial resolution based on the comparison with satellite imagery of high spatial resolution from russian satellite «Resurs-P» № 1. It is established that the assessment of determining the area of objects in various thematic applications of mapping and monitoring changes according to the data of «Landsat-8» can be carried out with sufficient accuracy when the observed objects areas over 10 ha.

**Key words:** remote monitoring, satellite imagery, satellite monitoring system, the area of forest cutting, «Landsat-8», «Resurs-P».

Экологическое состояние территории обуславливает как общую концепцию хозяйственного использования территории, так и множество частных вопросов (развитие либо сокращение тех или иных отраслей промышленности, комфортность проживания населения, особенности рекреационного использования территории и пр.) [1]. Эффективным средством наглядного и обобщенного представления экологической обстановки в пределах конкретной территории являются интегральные экологические карты, цифровые карты [2, 3]. Разнообразие видов и большие объемы информации о природных ресурсах предполагают использование и совершенствование геоинформационных систем [4]. При картографировании используются различные информационные источники, например аэрокосмические снимки [5].

Данные дистанционного зондирования Земли и результаты их тематической обработки в настоящее время получают все большее практическое использование [6] при осуществлении контрольно-надзорной функции различными природоохранными организациями. В задачах тематического дистанционного мониторинга наибольшую популярность получили космические снимки среднего пространственного разрешения с космического аппарата (КА) «Landsat-8». Массовое использование [7–10] космических снимков с данного аппарата основано на доступности информации, относительно высокой (от 16 суток) частоте повторного получения информации, наличием нескольких спектральных диапазонов съемки и широкой (185 км) полосой обзора.

В Российской Федерации действует Государственная программа «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 годы» с общим объемом бюджетных ассигнований 526,7 млрд. руб. Цель программы – повышение эффективности использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, обеспечение стабильного удовлетворения общественных потребностей в ресурсах и полезных свойствах леса при гарантированном сохранении ресурсно-экологического потенциала и глобальных

функций лесов. Научной и методической основой достижения поставленной цели являются некоторые активно развивающиеся исследования [11–22].

В рамках выполнения программы определено решение следующих задач:

1. Обеспечение баланса выбытия и восстановления лесов, повышение продуктивности и качества лесов.

2. Повышение эффективности управления лесами.

3. Создание условий для ведения интенсивного лесного хозяйства при сохранении их экологических функций, а также повышение эффективности контроля за использованием и воспроизводством лесов.

4. Сокращение потерь лесного хозяйства от пожаров, вредных организмов и незаконных рубок.

В центре космических услуг Ханты-Мансийского автономного округа – Югры разработана система спутникового мониторинга состояния лесных экосистем [23], задачами которой является решение ряда задач в области контроля за состоянием лесных территорий дистанционными методами, в том числе обнаружение и картографирование лесных рубок. На рис. 1 представлен пример обработки космического снимка среднего пространственного разрешения «Landsat-8» с обнаруженными лесными рубками в границах Няксимвольского лесничества, расположенного на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Красным цветом на рисунке выделены лесные участки, на которых были произведены рубки леса в интервале времени между 01.12.2014 г. и 19.02.2015 г. При этом для каждого участка лесной рубки можно определить площадь вырубki с точностью, зависящей от пространственного разрешения космического снимка.

Целью данной статьи является оценка точности расчета площадей лесных рубок, определяемых по данным космической съемки среднего пространственного разрешения, на основе сравнения с результатами расчета по космическим снимкам высокого пространственного разрешения с российского КА «Ресурс-П» № 1.

КА «Ресурс-П» № 1 принят в штатную эксплуатацию 01.10.2013 г. Аппарат предназначен для проведения высокодетального наблюдения поверхности Земли [24]. Установленная на КА «Ресурс-П» № 1 съемочная аппаратура «Геотон-Л1» позволяет получать снимки с пространственным разрешением 0,7 метров в пикселе, что в 21,4 раза выше пространственного разрешения снимков с КА «Landsat-8».

Ошибка определения площади по космическому снимку среднего пространственного разрешения связана с низкой дискретизацией изображения, при которой один пиксел на таком снимке соответствует более чем 400 пикселям на снимке высокого разрешения. При этом линейная ошибка определения границы лесной рубки может достигать значения  $\pm 15$  метров. На рис. 2 представлены изображения участков рубок (светлые участки на рисунке), полученные с КА «Landsat-8» и КА «Ресурс-П» № 1 и совмещенные с сеткой, размер ячейки которой соответствует пикселу изображения с КА «Landsat-8».

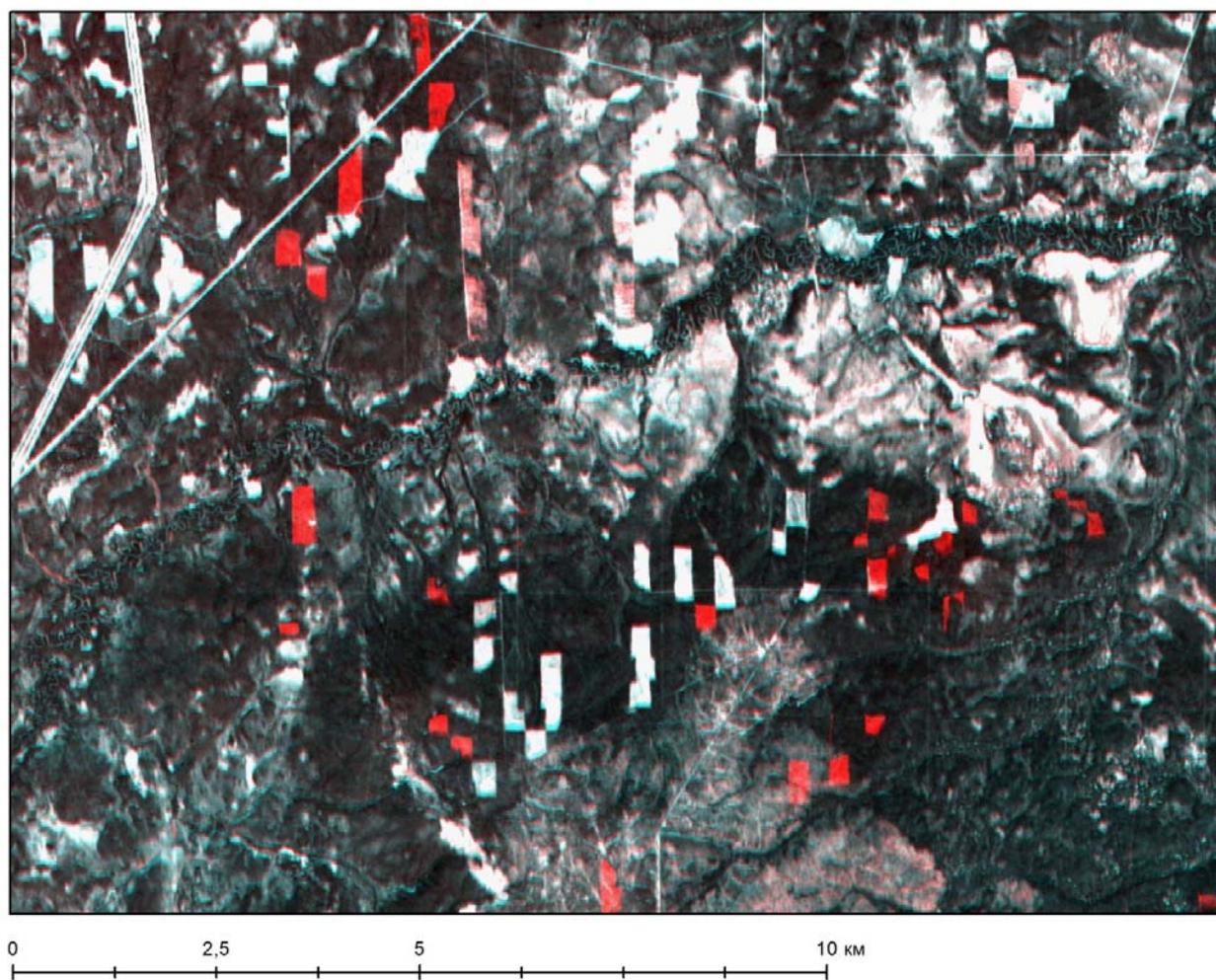


Рис. 1. Изображение лесных рубок на космическом снимке среднего пространственного разрешения

Для выполнения работы были подобраны космические снимки с КА «Landsat-8» и КА «Ресурс-П» № 1, с датами съемки 19.02.2015 г. и 06.04.2015 г. соответственно. На снимках определена область интереса общей площадью 78 тыс. га, в границах которой подобрано 53 тестовых участка лесных рубок различной площади. Для сравнения выбраны участки существующих лесных рубок, площади которых в указанный временной интервал не изменялись.

Для каждого участка средствами геоинформационных систем произведен расчет площади лесной рубки по снимкам среднего и высокого пространственного разрешения. На рис. 3 представлен фрагмент космического снимка «Ресурс-П» № 1 с обозначением определенных границ рубок. Красным контуром на рисунке обозначены границы рубок, определенные по данным среднего пространственного разрешения, желтым – по данным высокого пространственного разрешения.

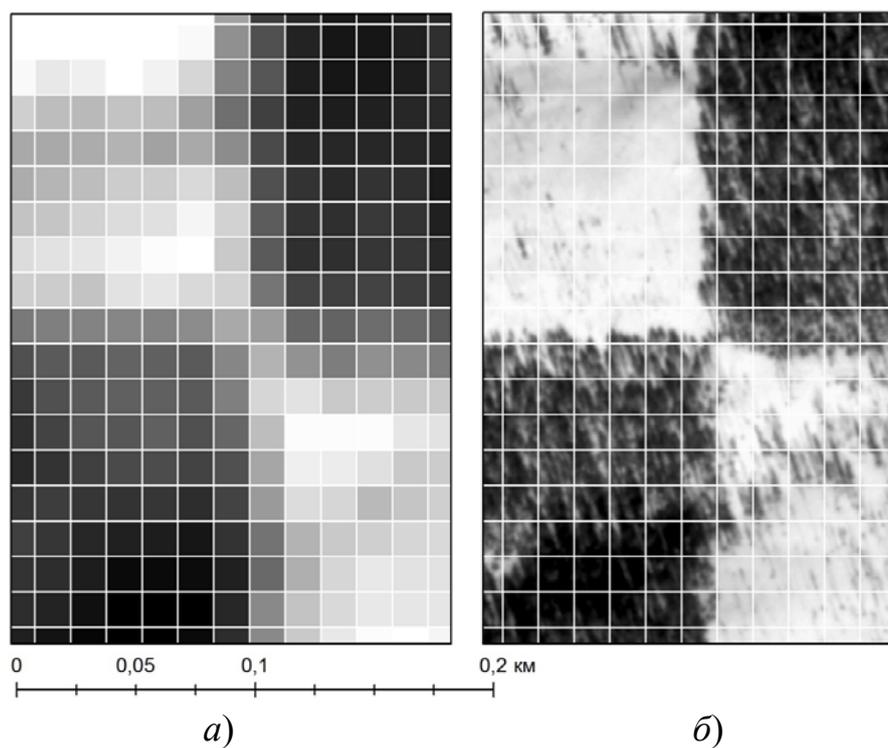


Рис. 2. Фрагмент изображения лесных рубок на космических снимках: а) среднего пространственного разрешения; б) высокого пространственного разрешения, совмещенного с матрицей пикселей изображения КА «Landsat-8»

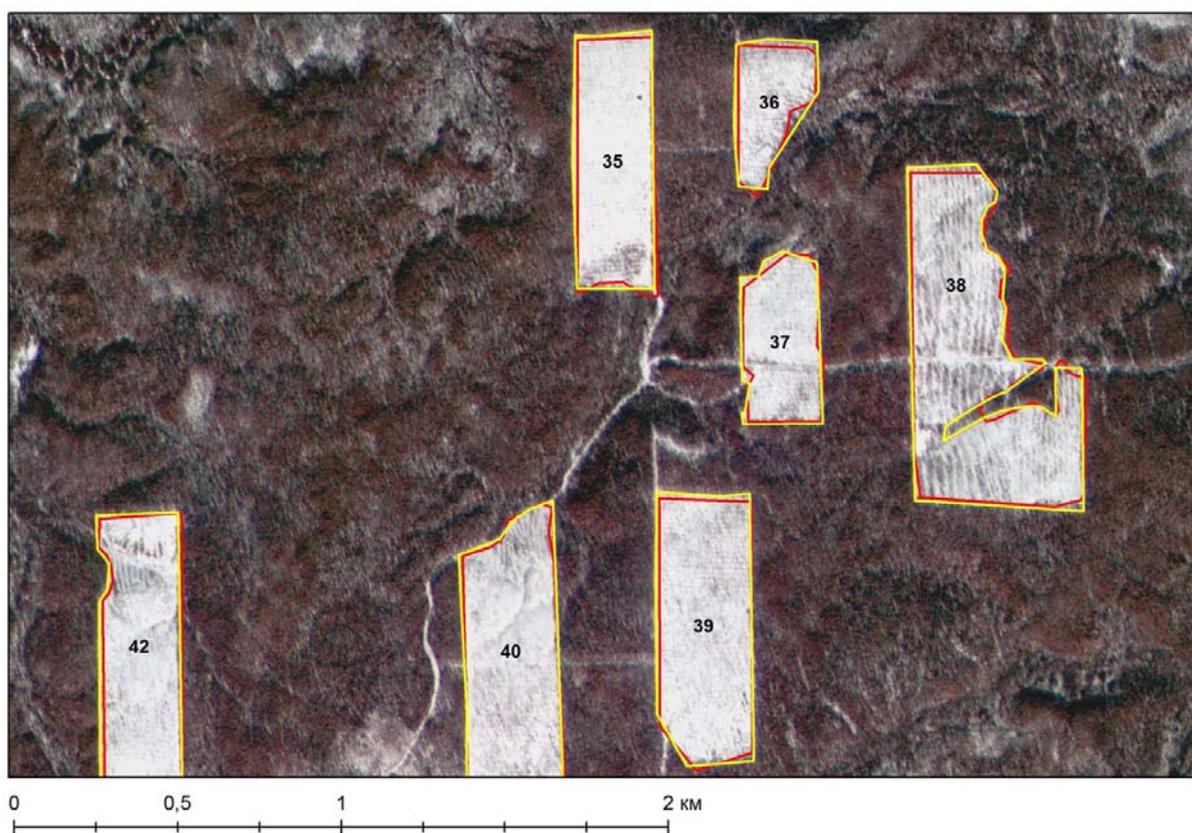


Рис. 3. Фрагмент изображения лесных рубок на космическом снимке КА «Ресурс-П» № 1 с отображением границ лесных рубок

Результаты сравнительной оценки определения площадей лесных рубок по 53 тестовым участкам представлены в таблице.

Таблица

Сравнительная оценка определения площади лесных рубок

№ п/п	Площадь участка, га		Ошибка определения площади, га	№ п/п	Площадь участка, га		Ошибка определения площади, га
	«Landsat-8»	«Ресурс-П»			«Landsat-8»	«Ресурс-П»	
1	0,612 2	1,055 1	0,442 9	28	11,853 5	14,889 1	3,035 6
2	0,433 0	1,104 2	0,671 2	29	15,748 1	14,945 0	-0,803 1
3	0,277 4	1,114 6	0,837 2	30	14,791 4	15,931 4	1,140 0
4	0,580 4	1,814 2	1,233 8	31	16,111 7	16,811 9	0,700 2
5	2,724 9	3,442 9	0,718 0	32	15,386 0	17,195 8	1,809 7
6	3,457 9	3,542 2	0,084 3	33	17,634 0	17,648 4	0,014 4
7	3,859 7	4,093 3	0,233 6	34	16,533 5	17,895 2	1,361 6
8	4,558 1	4,449 3	-0,108 8	35	17,235 5	18,672 4	1,436 9
9	3,728 2	5,125 4	1,397 2	36	17,675 9	18,678 7	1,002 8
10	4,707 5	5,455 7	0,748 2	37	18,111 1	19,002 1	0,891 0
11	3,187 3	5,950 5	2,763 2	38	17,146 9	19,419 6	2,272 8
12	5,260 4	6,174 6	0,914 2	39	20,700 5	21,324 7	0,624 3
13	6,163 2	6,742 1	0,578 8	40	19,276 4	21,328 9	2,052 5
14	6,731 3	7,609 4	0,878 1	41	22,272 1	21,334 2	-0,937 9
15	6,749 9	8,193 4	1,443 5	42	21,253 3	23,358 0	2,104 8
16	7,550 9	8,752 8	1,202 0	43	22,337 1	23,561 0	1,223 9
17	7,721 0	8,883 9	1,162 9	44	25,886 7	25,995 7	0,109 0
18	8,474 0	9,195 3	0,721 4	45	28,045 0	29,403 9	1,358 9
19	8,575 0	9,224 3	0,649 3	46	29,133 4	29,989 7	0,856 3
20	8,328 0	9,324 6	0,996 6	47	33,407 5	32,373 7	-1,033 8
21	8,699 7	9,378 3	0,678 6	48	32,865 3	34,005 3	1,140 1
22	8,580 4	10,277 0	1,696 6	49	34,251 8	35,594 7	1,342 9
23	11,155 7	11,835 0	0,679 3	50	36,738 9	36,277 3	-0,461 5
24	12,437 6	13,050 0	0,612 4	51	35,810 3	36,514 1	0,703 7
25	12,583 3	13,083 8	0,500 5	52	42,706 2	45,909 0	3,202 8
26	13,560 1	14,209 5	0,649 4	53	43,994 1	45,924 3	1,930 1
27	13,703 1	14,351 5	0,648 4	-	-	-	-

Относительная погрешность определения площади по каждому участку рубки рассчитывается по формуле:

$$\delta_{si} = \frac{S_{il} - S_{ip}}{S_{ip}}, \quad i \in [1, 53],$$

где  $S_{il}$  – площади рубок, определенные по космическому снимку «Landsat-8»;  $S_{ip}$  – площади рубок, определенные по космическому снимку «Ресурс-П» № 1.

На рис. 4 представлен график зависимости относительной погрешности определения площади лесной рубки от величины ее размера в логарифмической шкале.

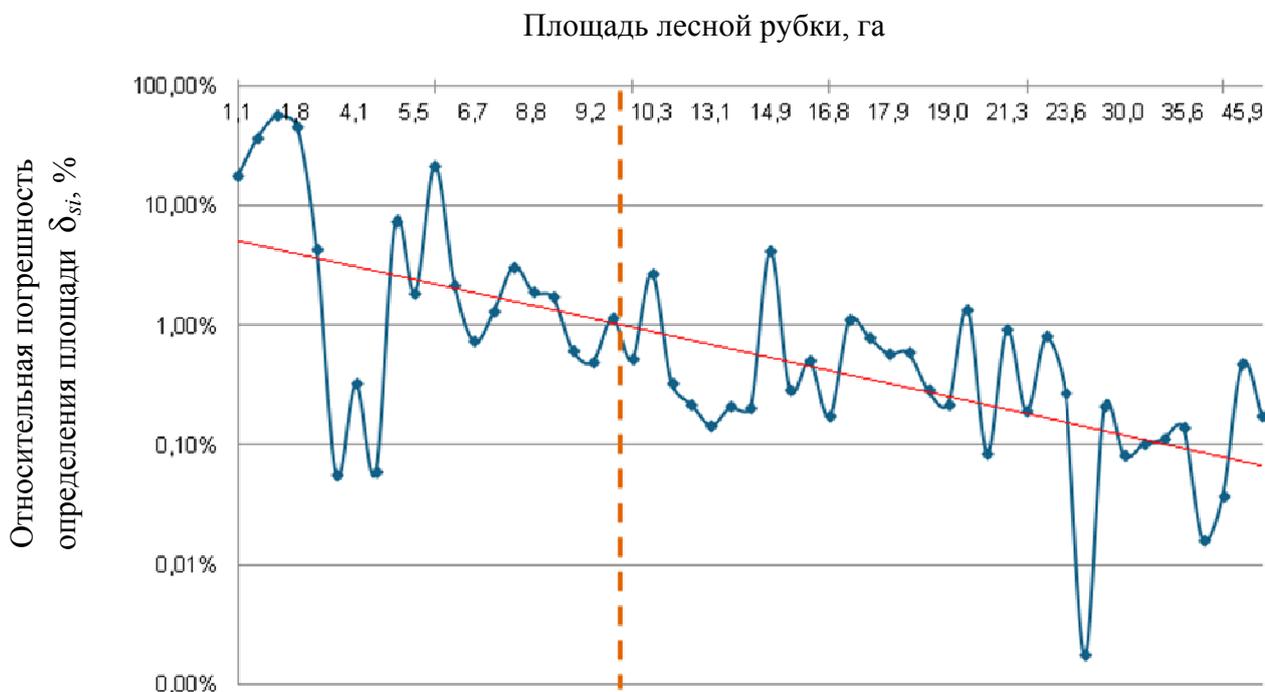


Рис. 4. Относительная погрешность определения площади лесной рубки

Как видно из представленного графика, погрешность определения площади рубки по космическим снимкам «Landsat-8» снижается с увеличением площади наблюдаемой лесной рубки. При размерах рубки 3 га погрешность составляет около 5 %, а при площадях рубки более 10 га – 1 %.

Среднее значение погрешности определения площадей рубок рассчитывается по формуле:

$$\delta_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{si} ,$$

где  $n$  – общее количество участков лесных рубок;  $\delta_{si}$  – погрешность определения площади по каждому участку рубки. Рассчитанное среднее значение погрешности измерения площадей по космическим снимкам «Landsat-8» составляет 4,23 %.

Таким образом, оценка определения площади объектов в различных тематических задачах картографирования и мониторинга изменений по данным

«Landsat-8» может быть осуществлена с достаточной точностью при площадях наблюдаемых объектов более 10 га [25].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мазуров Б. Т., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Интегральные экологические карты как инструмент исследования динамики экологической обстановки промышленного центра // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 88–91.
2. Опыт использования цифровых карт для анализа радиационной обстановки / Б. Т. Мазуров, Л. А. Ромашова, О. Н. Николаева, О. А. Волкова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 91–95.
3. Радиоэкологическое картографирование окружающей среды и некоторые тенденции его развития / Б. Т. Мазуров, Л. А. Ромашова, О. Н. Николаева, О. А. Волкова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/с. – С. 104–107.
4. Мазуров Б. Т., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Совершенствование информационной базы региональных ГИС (РГИС) для инвентаризации и картографирования ресурсов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 130–133.
5. Мазуров Б. Т., Пластинин Л. А., Ступин В. П. Использование аэрокосмических снимков в картографировании экзогенных геологических процессов морфосистем «Байкальской горной страны» // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/с. – С. 113–117.
6. Труханов А. Э., Афонин Ф. К., Ильин А. С. Исследование возможности применения космических снимков для определения местоположения границ земельных участков // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 96–101.
7. Применение информационно-космических технологий в лесном хозяйстве / В. А. Хамедов, В. Н. Копылов, Ю. М. Полищук, С. В. Шимов // Материалы 4-й Междунар. конф. «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве» (Москва, 17–19 апреля 2007 г.). – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – С. 81–83.
8. Копылов В. Н., Полищук Ю. М., Хамедов В. А. Геоинформационная технология оценки последствий лесных пожаров с использованием данных дистанционного зондирования // Геоинформатика. – 2006. – № 1. – С. 56–61.
9. Использование данных ДЗЗ при решении региональных задач рационального природопользования / В. Н. Копылов, Г. А. Кочергин, Ю. М. Полищук, В. А. Хамедов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2009. – В. 6. – Т. 1. – С. 33–41.
10. Научные основы и первые результаты дистанционного мониторинга незаконных рубок леса / В. И. Сухих, М. Д. Гиряев, В. И. Архипов и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2006. – В. 3. – Т. 1. – С. 32–38.
11. Локализация изменений объектов природно-территориальных комплексов по разновременным космическим снимкам / А. П. Гук, Л. Г. Евстратова, А. С. Гордиенко, М. А. Алтынцев // Геодезия и картография. – 2010. – № 2. – С. 19–25.
12. Гук А. П., Евстратова Л. Г., Алферова А. С. Использование структурных признаков изображений типовых участков местности для выявления изменений состояния территорий по космическим снимкам высокого разрешения // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2009. – № 6. – С. 52–55.
13. Бочарова А. А., Жарников В. Б. Об оценке государственного управления землепользованием (на примере земель лесного фонда в рамках программы «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 годы») // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 109–121.
14. Жарников В. Б., Бочарова А. А. Национальная лесная политика как основа формирования рационального использования лесных геосистем // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 31–40.

15. Жарников В. Б., Николаева О. Н., Сафонов В. В. Техногенная трансформация земель и ее показатели в системе мониторинга // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 36–43.
16. Бочарова А. А., Жарников В. Б. Основные условия рационального использования земель лесного фонда // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 69–77.
17. 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.
18. Жарников В. Б., Бочарова А. А. Основные показатели рационального использования земель лесного фонда // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 80–86.
19. Жарников В. Б. Рациональное использование земель как задача геоинформационного пространственного анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 77–81.
20. Жарников В. Б., Бочарова А. А. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : сб. молодых ученых СГГА (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. – С. 84–89.
21. Бочарова А. А., Жарников В. Б. Методические основы оценки рационального использования лесных участков // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 25–31.
22. Бочарова А. А. Постановка на государственный кадастровый учет земель лесного фонда: проблемы и решения // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 95–100.
23. Хамедов В. А., Мазуров Б. Т. Разработка методических вопросов создания системы спутникового мониторинга состояния лесных экосистем в условиях воздействия нефтегазового комплекса территории Западной Сибири // Вестник СГГА. – 2015. – Вып. 3 (19). – С. 69–77.
24. Космический аппарат «Ресурс-П» / А. Н. Кирилин, Р. Н. Ахметов, Н. Р. Стратилатов, А. И. Бакланов, В. М. Федоров, М. В. Новиков // Геоматика. – 2010. – № 4. – С. 23–26.
25. Анализ существующих требований и ограничений в области сельского, водного, дорожного хозяйства, природопользования, туристско-рекреационного комплекса, контроль соблюдения которых целесообразно осуществлять на основе использования результатов космической деятельности (Шифр «Стратегия-РКД-ЮНИИИТ») : отчет о НИР : № инв. РС-5/13-1-1/13 / рук. работы В. А. Хамедов; исполн. : Ю. М. Полищук, Г. А. Кочергин, А. Н. Богданов [и др.]. – Ханты-Мансийск : ЮНИИ ИТ, 2013. – 142 с.

Получено 06.10.2015

© В. А. Хамедов, Б. Т. Мазуров, 2015

УДК 528.8:528.7

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ РЕАЛИСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

*Александр Петрович Гук*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор-консультант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-01-59, e-mail: [guk\\_ssga@mail.ru](mailto:guk_ssga@mail.ru)

*Мария Михайловна Шляхова*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (960)779-62-25, e-mail: [plazma\\_space@mail.ru](mailto:plazma_space@mail.ru)

В работе рассмотрены основные принципы построения измерительных реалистических 3D моделей объектов местности по различным типам аэрокосмических снимков, цифровых кадровых и сканерных снимков, космических снимков высокого разрешения, лазерной воздушной и наземной съемки с точки зрения единого подхода к обработке данных различного типа. Уточняется понятие «измерительные реалистические 3D модели объектов местности». Рассмотрены особенности современного этапа развития технологий построения 3D моделей, связанные с использованием беспилотных летательных аппаратов, развитием лазерной съемки, прогрессом в области создания автоматических алгоритмов идентификации точек по совокупности перекрывающихся снимков (Global Matching и Semi Global Matching). Отмечаются проблемы, существующие в настоящее время при построении измерительных 3D моделей, намечены пути их решения. Приводятся примеры построения измерительных реалистических 3D моделей на основе традиционной технологии.

**Ключевые слова:** 3D модели, построение измерительных реалистических 3D моделей, алгоритмы автоматической идентификации точек, пространственные данные, точность 3D моделей.

## SEVERAL ASPECTS OF METRIC REALISTIC 3D MODELS CREATION REMOTE SENSING DATA

*Aleksander P. Guk*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., D. Sc., professor-consultant, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: [guk\\_ssga@mail.ru](mailto:guk_ssga@mail.ru)

*Mariya M. Shlyakhova*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10, Plakhotnogo St., Ph. D., associate professor of Department of Applied Informatics and Information Systems, tel. (960)779-62-25, e-mail: [plazma\\_space@mail.ru](mailto:plazma_space@mail.ru)

In this work the the basic principles of measuring realistic 3D models of terrain objects for different types of aerospace images; digital human and scanner images, high resolution satellite images, aerial and ground laser survey from the perspective of a unified approach to the treatment of various types of data. Is refined the term «measuring realistic 3D models of terrain objects». The features of the present stage of technological development for constructing 3D models, associated with the use of of the UAV,

development of laser survey, progress in the field of automatic identification algorithms dots together overlapping images (Global Matching и Semi Global Matching). There have been problems currently existing in the construction of the measurement of 3D models, the ways of solving them. Examples of construction of measuring realistic 3D models based on traditional technology.

**Key words:** 3D model, construction of realistic 3D models of measurement, algorithms for the automatic identification of points, spatial data, accuracy 3D models.

Для построения реалистичных 3D моделей объектов местности требуется следующая информация:

- данные о рельефе местности или цифровой модели рельефа (ЦМР);
- пространственные данные об объектах, которые будут отображаться на 3D модели;
- реальные текстуры местности, которые можно получить по различным типам снимков: космическим, аэрофотоснимкам, цифровым аэро- и наземным снимкам [1, 2].

В последнее время кардинально изменились технические средства получения данных, необходимых для построения 3D моделей, алгоритмы и методы их обработки. Также изменились требования к 3D моделям в соответствии с расширением сферы их использования. За последнее время 3D модели перешли из разряда удобных для просмотра пространственных моделей в реальный продукт для технического использования, позволяющий наблюдать и измерять с заданной степенью точности пространственную модель объектов на плоском экране.

Такой переход стал возможным благодаря следующему:

- появлению и быстрому развитию методов съемки с беспилотных летательных аппаратов цифровыми камерами различного типа (как метрическими, так и неметрическими);
- разработке алгоритмов автоматического построения плотной пространственной модели местности по совокупности перекрывающихся снимков;
- развитию методов лазерной съемки и алгоритмов обработки получаемых данных;
- развитию космических съемочных систем высокого и сверхвысокого разрешения, позволяющих выполнять стереосъемку и создавать пространственные модели высокого качества для обширных территорий.

Соответственно появилось достаточно большое количество новых программ и программных комплексов обработки данных, результатом работы которых является 3D модель местности [3–6].

С расширением области применения 3D моделей изменились и требования к их свойствам.

3D модели местности из удобных для просмотра пространственных моделей территорий или объектов постепенно становятся измерительными реалистичными моделями. Под такими моделями будем понимать псевдопространственные модели с реальным изображением местности, которые можно наблюдать. Также можно измерять пространственные координаты точек модели на плоском экране.

Такие продукты, как стандартные фотограмметрические продукты, должны удовлетворять строгим метрическим характеристикам как в измерительном, так и в изобразительном плане. Для этого нужно определить стандартные характеристики 3D моделей определенного класса, разработать систему поэтапного контроля за построением 3D моделей, методику выполнения оценки точности построенной модели и т. д.

В связи с этим в данной статье рассматриваются особенности современного этапа развития технологий построения 3D моделей, факторы, которые необходимо учитывать при создании измерительных реалистических 3D моделей

Построение реалистичных 3D моделей выполняется по космическим снимкам высокого и сверхвысокого разрешения, материалам аэросъемки, цифровой аэро- и наземной съемки, а также воздушного и наземного лазерного сканирования. Путем фотограмметрической обработки этих снимков получают пространственную модель и текстуру для формирования 3D моделей местности.

Для использования разнородных данных необходимо в первую очередь привести координаты всех данных в единую систему координат.

Несмотря на то, что указанные снимки получаются различными съемочными системами, общие геометрические принципы получения данных иллюстрирует рис. 1, на котором показана связь систем координат, используемых при для обработки измерений по различным типам снимков.

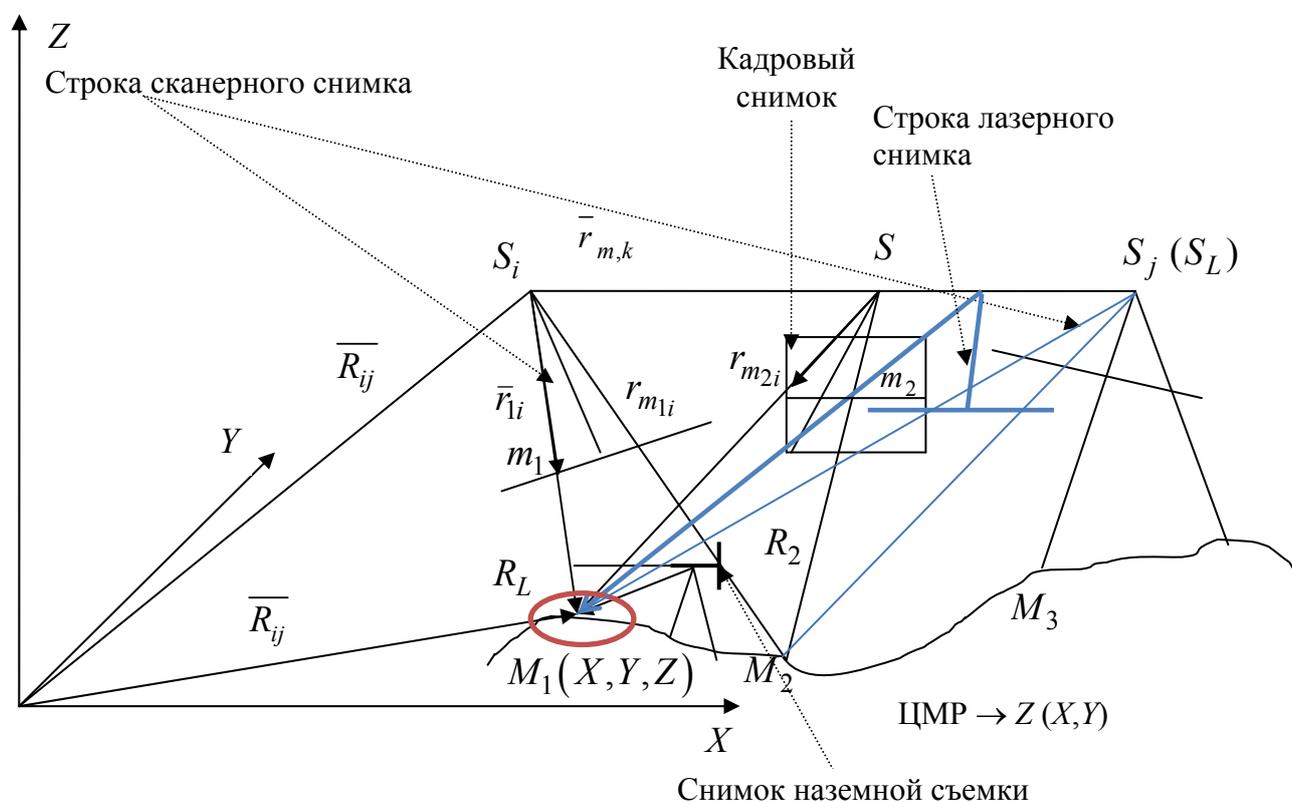


Рис. 1. Связь координат точек на сканерных снимках и аэрофотоснимках и точек местности

На рис. 1:

$S_i, S_j$  – точки формирования  $i$ -й и  $j$ -й строки сканерного снимка соответственно;

$S$  – точка съемки снимка, полученного кадровой фотографической системой;

$\bar{r}_{m,k}$  – вектор, определяющий положение точки  $m_k$  на кадровом фотографическом снимке;

$k$  – положение точки на снимке, положение которой получено съемочной системой любого типа;

$r_{m1_i}$  и  $r_{m2_i}$  – векторы, определяющие положение точек  $m_1, m_2$  на снимке;

$m_1, m_2$  – точки на сканерном и кадровом снимках;

$R_L$  – вектор, определяющий положение точки  $M$  на местности по данным лазерной съемки из точки  $S_L$ ;

$X, Y, Z$  – координаты точки  $M$  на местности.

Математическая модель, устанавливающая связь координат точек местности  $R_{M_k}$  и соответствующих точек  $m_{i,k}$  различных типов снимков ( $i$ ), определяется следующим соотношением [6]:

$$\bar{R}_{M_k} = R_S + N_{i,k} A_i r_{m_{i,k}}, \quad (1)$$

где  $R_S = (X_S, Y_S, Z_S)$  – вектор, определяющий положение точки съемки;

$A_i(\alpha_i \omega_i \kappa_i)$  – матрица, определяющая угловое положение носителя в момент съемки;

$r_{m_{i,k}} \{ (x_{m_{i,k}} - x_0), (y_{m_{i,k}} - y_0), f \}$  – вектор измерений на снимке;

$x_0, y_0, f$  – элементы внутреннего ориентирования.

$N_{i,k}$  – коэффициент, зависящий от положения точки на снимке и определяющий масштаб фотограмметрических построений.

Таким образом, при построении модели необходимо знать элементы внешнего и внутреннего ориентирования снимков, измерить координаты точек  $x_{m_{i,k}}, y_{i,k}$  на перекрывающихся снимках и определить коэффициент  $N_{i,k}$ .

Отметим, что на всех снимках измеряются координаты точек (пикселей) в системе координат снимка, которая определяется внутренними элементами ориентирования снимка. В общем случае все типы изображений можно рассматривать как центральную проекцию местности на плоскость (кадровый снимок) или линию (сканерный снимок) [6]. Каждый снимок, строка изображения определяются элементами внутреннего и внешнего ориентирования.

Это соотношение справедливо для всех типов оптической съемки (при центральном проектировании) и для лазерной воздушной или наземной съемки. Действительно, информацию, получаемую лазерной съемочной системой, мож-

но представить в виде снимка или строки (в случае воздушной лазерной съемки) [7, 8], как показано на рис. 1.

Основными уравнениями, устанавливающими связь координат точек снимка и местности, используемыми для обработки снимков, полученных с центральным проектированием, являются уравнения коллинеарности векторов  $r_{m_i,k}$  и  $R_{m,k}$  [7]:

$$\left. \begin{aligned} x - x_0 &= -f \frac{a_1(X - X_S) + b_1(Y - Y_S) + c_1(Z - Z_S)}{a_3(X - X_S) + b_3(Y - Y_S) + c_3(Z - Z_S)} \\ y - y_0 &= -f \frac{a_2(X - X_S) + b_2(Y - Y_S) + c_2(Z - Z_S)}{a_3(X - X_S) + b_3(Y - Y_S) + c_3(Z - Z_S)} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где  $X_S, Y_S, Z_S$  – координаты точки съемки;

$a, b, c$  – направляющие косинусы угловых элементов ориентирования строки  $\alpha, \omega, \kappa$ ;

$x, y$  – координаты точек на снимке;

$X, Y, Z$  – координаты точек местности;

$x_0, y_0, f$  – элементы внутреннего ориентирования снимков.

Измерив координаты точек на паре перекрывающихся снимков, можно определить множитель  $N_{i,k}$  для соответствующей точки при известных элементах внешнего и внутреннего ориентирования снимков. Учитывая, что практически элементы ориентирования снимков известны, можно вычислить пространственные координаты точек для всех точек, измеренных на перекрывающихся снимках. В случае лазерной съемки вектор  $R$  известен и проблема заключается в распознавании точек, то есть принадлежности ее к тому или иному объекту.

В результате по снимкам можно определить пространственные координаты точек, кроме того, при использовании цифровых снимков можно определить яркости элементов изображения, соответствующих точек, которые при построении 3D моделей можно использовать при формировании текстуры.

Для формирования изображения точек пространства на экране нужно использовать формулы связи координат точек объекта в пространстве и объекта в системе координат экранного изображения.

Необходимые преобразования могут быть описаны матрицей следующего вида [9]:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & d \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & e \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & f \\ x & y & z & S \end{pmatrix} \quad (3)$$

Матрица преобразования  $A$  получается путем перемножения матриц поворота  $A_\varphi, A_\vartheta, A_\psi$  на углы  $\varphi, \vartheta, \psi$ : сдвига на вектор  $-X_0, -Y_0, -Z_0$  и масштабного преобразования:

$$A_M = \begin{bmatrix} p & 0 & 0 & 0 \\ 0 & q & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где  $p, q, r, d, e, f$  – коэффициенты масштабного преобразования.

Тогда преобразование, описывающее связь координат точек объекта  $X, Y, Z$  и координат точек в пространственной экранной системе координат, можно записать в виде [9]:

$$[xyz1] = [XYZ1]A. \quad (5)$$

Таким образом, все координатные преобразования определяются соотношениями (1) и (5).

Представление всей информации, получаемой по снимкам в виде одной математической модели, позволит унифицировать процесс обработки данных, получаемых по снимкам различного типа.

При переносе на поверхность объекта обычно используется метод прямого проектирования, при этом для каждого элемента изображения поверхности модели вписываются координаты соответствующих точек местности, и яркость пространственного элемента присваивается элементу 3D модели [1, 3, 4].

Процесс построения 3D модели сводится к следующему. Выполняется стереофотограмметрическая или лазерная съемка объекта. По снимкам измеряются плоские координаты точек изображений объекта и вычисляются пространственные координаты точек объекта  $(X, Y, Z)$ , которые являются точками пространственной модели местности. Каждой точке объекта принадлежит элемент изображения. Яркость элемента и изображения для точки местности (пикселя на местности) может быть взята из любого снимка, принадлежащего совокупности перекрывающихся снимков в области соответствующей точки. Затем координаты точек перевычисляются в систему координат экранной плоскости  $x, y, z$ , а яркости элемента с координатами  $x, y$  присваивается определенная ранее яркость точки на модели местности с координатами  $X, Y, Z$ .

Для построения измерительной реалистической модели нужно выполнять большое количество измерений характерных точек, которые должны быть, кроме того, опознаны на снимках, из которых берется текстура изображения.

Кроме координатных преобразований, при построении 3D моделей необходимо сформировать реальную текстуру изображения.

В большинстве современных технологий ориентирование текстуры относительно поверхности объекта выполняется путем идентификации точек изображения на текстуре и 3D модели, а затем определяются коэффициенты аффинного преобразования, и координаты элементов текстуры пересчитываются в соответствующие элементы 3D модели. Таким образом, текстура лишь приблизительно соответствует объекту и не является измерительной. Кроме того, для построения текстуры стандартной аэросъемки (с перекрытием 40 и 60 %) недостаточно, поэтому для создания реалистической модели требуются дополнительные снимки. В случае локальных объектов это могут быть съемки обычной цифровой камерой и т. п.

Тем не менее, построение измерительной реалистической модели отдельные этапы которой выполняются вручную, важно как само по себе, так и как средство для исследования новой автоматической технологии построения измерительных реалистических моделей.

На рис. 2 и 3 показаны результаты построения измерительной реалистической 3D модели гостиницы и ее интерьера, полученных традиционным методом [1, 4, 5].

Понятно, что создание такой модели требует больших трудовых и временных затрат.

Анализируя процесс построений реалистических измерительных моделей, можно выделить процессы, которые необходимо автоматизировать для того, чтобы построение таких моделей стало экономически эффективным.



Рис. 2. 3D модель гостиницы



Рис. 3. 3D модель гостиницы (интерьер)

Во-первых, нужно полностью автоматически выполнять измерения всех соответствующих точек на снимках для построения суперплотной модели местности. Во вторых, необходимо создание реалистической текстуры для измерительных 3D моделей. Суперплотная модель – это модель, содержащая все точки, определяемые разрешающей способностью снимков (для цифровых снимков – все элементы изображения). Современные технологии приближаются к решению первой проблемы. Разработано несколько алгоритмов, почти реализующих построение суперплотных моделей. Это так называемые модели *Global Matching* и *Semi Global Matching* [10–13]. Однако при практической реализации возникает достаточно много нерешенных проблем.

Суперплотные модели позволяют в принципе решить проблему построения реалистических текстур, присваивая каждому элементу реальное значение яркости. Для устранения «мертвых зон» в 3D моделях получают цифровые снимки с большим перекрытием с разных точек съемки, что позволяет покрыть естественной текстурой все участки модели [14, 15]. Съемка выполняется в основном с аэронасителей, а в последнее время – в основном с беспилотных летательных аппаратов. Однако следует заметить, что для локальных объектов нельзя полностью отказаться от наземной съемки цифровым аппаратом.

Беглый анализ ситуации, сложившейся в области создания измерительных реалистичных 3D моделей, позволяет сделать следующие выводы:

1. Для отработки методики и технологии автоматического построения измерительных реалистических моделей необходимо создать традиционными ме-

тодами полнофункциональные эталонные 3D модели для тестирования методов и алгоритмов.

2. Необходимо определить единую систему координат, в которой выполняется построение 3D модели и в которой определены системы координат исходных данных всех типов, промежуточные системы координат, в которых выполняются вычисления, и связанную с этими системами систему координат экранной плоскости. То есть, должны использоваться унифицированные системы координат, чтобы модель могла быть дополнена данными различных измерений.

3. Формулы вычисления пространственных координат по снимкам также могут быть унифицированы. Тем более, что существует единый алгоритм для определения элементов внешнего ориентирования снимков для различных типов снимков. Таким образом, наиболее важными является разработка эффективных алгоритмов идентификации соответствующих точек снимков, а также идентификации точек лазерного сканирования и точек на снимках.

4. Программный продукт для построения таких моделей должен представлять собой фотограмметрический комплекс, работающий на основе единого подхода к обработке данных. Отдельные вопросы, связанные с разработкой такого комплекса программ, выполняются в СГУГиТ. Некоторые результаты приведены в работах [16–19].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гук А. П., Лазерко М. М. Разработка методик создания 3D моделей по аэрокосмическим снимкам высокого и сверхвысокого разрешения и другим данным дистанционного зондирования // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 2. – С. 32–34.
2. Лазерко М. М. Анализ современных средств для создания трехмерных моделей по различным данным // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск : СГГА, 2008. Т. 3, ч. 1. – С. 122–126.
3. Лазерко М. М. Использование программного продукта Google SketchUp для быстрого формирования трехмерной модели // Геодезия и картография. – 2010. – № 2. – С. 25–27.
4. Комиссаров А. В. Лазерное сканирование: обобщение существующей практики // Инженерные изыскания. – 2013. – № 2. – С. 22–25.
5. Лазерко М. М. Оценка геометрической точности 3D моделей, построенных по различным типам данных в программных продуктах 3dsMAX и Google SketchUp // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. Т. 4, ч. 1. – С. 51–54.
6. Джоел ван Кроненброк, Лазерко М. М. Новые перспективы и проблемы 3D ГИС. От автоматического построения здания до виртуальных городов. Способна ли n-пространственная ГИС представлять пространство пользователя? // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. – С. 33–47.
7. Гук А.П. Цифровая фотограмметрическая обработка сканерных изображений: автореферат докторской диссертации. – М., 1991.
8. Лазерко М. М., Шемановская О. А. Моделирование «точечной застройки» трехмерных объектов городской территории по материалам аэрокосмической съемки с использованием проектирования в AUTOCAD // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2010. – № 1. – С. 20–23.

9. Иванов В. П., Батраков А. С. Трехмерная компьютерная графика; Под ред. Г. М. Полищука. – М. : Д. и С., 1995. – 224 с.
10. Hirschmuller H., Schrstein D. Evaluation of stereo matching costs on images with radiometrics differences // *Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence*. – 2009. – V. 31 (9). – P. 1582–1599.
11. Hirschmuller H. Accurate and efficient stereo processing by semi-global matching and mutual information // *IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*. San Diego, California, USA, 2005, V. 2. – P. 807–814.
12. Горбачев В. А. Плотная реконструкция рельефа местности на основе модифицированного алгоритма полуглобального стереоотождествления // *Известия РАН. Теория и системы управления*. – 2014. – № 2. – С. 66–77.
13. Чибуничев А. Г., Велижев А. Б. Автоматическое определение взаимной ориентации трехмерных моделей объектов, полученных по результатам лазерного сканирования // *Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2007. – № 1. – С. 127–134.
14. Ahokas E., Kaartinen H., Huuppa J. A quality assessment of repeated airborne laser scanner observations // *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. – Istanbul, 2004. – Vol. XXXV. – Part XXX, CD-ROM.
15. Rothermel M., Wenzel K., Fritsch D., Haala N. Photogrammetric surface reconstruction from imagery. *Proceedings Low Cost 3D Workshop 2012, 04<sup>th</sup>–05<sup>th</sup> Decembre 2012, Berlin* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/publications/software/sure/index.en.html>
16. Комиссаров А. В., Антипов И. Т., Зятькова Л. К. Общие принципы формирования виртуальных снимков по данным наземной лазерной съемки // *Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2012. – № 2/1. – С. 45–49.
17. Хлебникова Т. А. Технология построения измерительных трехмерных видеосцен по данным ЦММ: проблемы и пути решения // *Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2008. – № 2. – С. 44–46.
18. Гук А. П. Развитие фотограмметрических технологий на основе имманентных свойств цифровых снимков // *Геодезия и картография*. – 2007. – № 11. – С. 51–56.
19. Лазерко М. М. Совместная обработка материалов аэрокосмических и наземных съемок для создания 3D моделей городских территорий: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новосибирск : СГГА, 2001. – 20 с.

Получено 03.11.2015

© А. П. Гук, М. М. Шляхова, 2015

## КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

---

УДК 528.942: 528.946

### **ОБ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОФОРМЛЕНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ)**

*Ольга Николаевна Николаева*

Сибирский государственный геодезический университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-06-86, e-mail: onixx76@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы алгоритмизации процессов проектирования условных обозначений и цветового оформления тематических карт, создаваемых широким кругом пользователей на специализированных картографических порталах и сервисах. В качестве примера рассмотрены интерактивные картографические модели природных ресурсов. Изложены требования, необходимые для соблюдения при проектировании системы условных обозначений для картографических моделей природных ресурсов. Обоснованы принципы алгоритмизации выбора способов картографического отображения, используемых при создании картографической модели конкретного вида ресурса, приведена схема алгоритма. Охарактеризованы колористические принципы и математический аппарат для проектирования цветового оформления картографических моделей природных ресурсов. Представлены результаты проектирования цветового оформления картографических моделей лесных ресурсов и образец картографической модели на территорию Новосибирской области, созданный на основании разработанных колористических принципов.

**Ключевые слова:** тематическое картографирование, картографирование природных ресурсов, тематические карты, картографические модели, способы картографического отображения, оформление карт, алгоритм, алгоритмизация, интерактивность.

### **ON THEMATIC MAP DESIGN ALGORITHMIZATION: A CASE STUDY OF NATURAL RESOURCES MAP-MODELS' DEVELOPMENT FOR GENERAL PUBLIC**

*Olga N. Nicolaeva*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10, Plakhotnogo St., Ph. D., Assos. Prof. of Department Ecology and Environmental Management, tel. (383)361-06-86, e-mail: onixx76@mail.ru

The article deals with the questions of algorithmization of map symbolization and map coloring for the thematic maps which are designing by general public by means of web cartographic services. The interactive natural resources map-models are described as an example. The requirements to the

development of symbolization for natural resources map-models are articulated. The principles of algorithmic choice of methods of thematic mapping while developing natural resources map-model are characterized and illustrated. The coloristic principles and mathematical tools for color design of natural resources map-models are given. The article concludes with the illustration of color samples and full version of forest resources map-model based on the developed coloristic principles.

**Key words:** thematic mapping, natural resources mapping, thematic maps, map-models, methods of thematic mapping, map coloring, algorithm, algorithmization, interactivity.

Современная эпоха развития картографии характеризуется увеличением количества и популярности общедоступных интернет-сервисов и порталов, позволяющих широкому кругу пользователей работать с картографическими продуктами различной тематики [1, 2]. По данным проекта «GISGeo», на сегодняшний день в России насчитывается 10 федеральных геопорталов, 28 региональных и 9 муниципальных [3]. Эти сервисы обладают разной степенью интерактивности: от минимальной, когда пользователь может выбрать только загрузку готовых карт [4–6], до максимальной, когда пользователю предоставляется, по сути дела, возможность создать собственное уникальное картографическое произведение [7, 8]. Однако оптимальной является технология, при которой действия пользователя ограничены выбором перечня визуализируемых исходных данных и формы их картографического представления, а вопросы проектирования системы условных обозначений и цветового оформления создаваемого произведения решаются автоматизированно, в среде геоинформационной системы или информационно-картографической системы, отвечающей за функционирование портала (сервиса) [9, 10]. Такой подход обеспечивает создание картографического произведения, которое с информационной точки зрения отвечает требованиям пользователя, а с визуализационной точки зрения соответствует картографическим нормам и требованиям [11, 12]. Однако реализация этого подхода требует не только детальной проработки последовательности выполнения пользовательского запроса к картографическому portalу (сервису) [13], но и четкой алгоритмизации действий ГИС, в которой осуществляется создание карты в ответ на запрос пользователя. Некоторые вопросы этой алгоритмизации будут рассмотрены ниже, на примере автоматизированного создания картографических моделей природных ресурсов.

Картографические модели природных ресурсов – это произведения, отображающие современное состояние и перспективы использования водных, земельных, растительных, минеральных и фаунистических ресурсов, объединенные общностью территориального охвата, детальностью и геометрической точностью отображения и кругом решаемых задач [14–16]. Один из важнейших элементов их интерфейса – это система условных обозначений, которая позволяет пользователям извлечь из картографического изображения необходимую информацию. При разработке системы условных обозначений картографических моделей природных ресурсов учет аспектов картографической прагматики занимает особенно важное место, поскольку они востребованы пользователями,

работающими в сфере планирования и управления природопользованием и не имеющими специального образования в области картографии. Исходя из этого, при автоматизированном проектировании системы условных обозначений картографических моделей природных ресурсов должны соблюдаться следующие требования [17]:

1. Использование системного подхода к разработке принципов построения системы условных обозначений. Для этого тематическое содержание картографической модели разбивается на смысловые группы, внутри которых показатели картографирования группируются в ряд наборов природно-ресурсных данных. Для каждого набора устанавливаются определенные графические особенности (используемые цвета, форма и конструкция условных знаков и т. п.).

2. Использование основного принципа дидактики – принципа наглядности – для формирования у пользователей четкой ассоциации между условными обозначениями и объектами, которые они отображают.

3. Использование основных психологических законов восприятия и законов цветоведения для обеспечения хорошей читаемости и красочной гармоничности оформления картографической модели природного ресурса.

С опорой на эти требования были сформулированы колористические принципы автоматизированной разработки цветового решения картографической модели:

1. Принцип цветовой систематизации: каждому набору природно-ресурсных данных назначается определенный базовый цвет.

2. Принцип цветовой ассоциации: выбор базового цвета должен четко ассоциироваться пользователем с сутью картографируемых явлений.

3. Принцип цветовой диверсификации: для условных обозначений разных категорий объектов, входящих в состав набора природно-ресурсных данных, используются различные оттенки базового цвета.

4. Принцип цветовой оптимизации, согласно которому определение параметров используемых цветов и их оттенков производится в цветовых моделях RGB и Hex.

Практическая реализация первого и второго колористических принципов проиллюстрирована в таблице. Определение названий цветов и их координат осуществлялось с помощью онлайн-инструмента для подбора цветов и создания цветовых схем Colorscheme [18].

На основании третьего и четвертого колористических принципов осуществляется детальное проектирование колористического решения картографической модели природного ресурса. При этом для расчета цветовых координат используются следующие формулы, выведенные с учетом закона Вебера – Фехнера:

а) для расчета цветовых координат оттенков базового цвета для картограммных шкал предложена формула:

$$L_i^K = L_{\bar{0}} + \frac{(i-1) \cdot L_{\bar{6}}}{n}, \quad (1)$$

где  $L_i^K$  – светлота  $i$ -й ступени шкалы;

$L_{\text{б}}$  – светлота базового цвета;

$i$  – номер ступени шкалы в нисходящем порядке;

$n$  – общее количество ступеней в шкале. Максимально возможное значение  $n$  рекомендуется принимать равным 5, поскольку дальнейшее увеличение количества цветовых градаций ухудшает читаемость шкалы;

б) для расчета цветовых координат оттенков базового цвета для послойной окраски изолиний предложена формула:

$$L_i^{\text{И}} = L_{\text{б}} + \frac{(i-1) \cdot L_{\text{б}}}{2n}, \quad (2)$$

где  $L_i^{\text{И}}$  – светлота  $i$ -й ступени системы изолиний;

$L_{\text{б}}$  – светлота базового цвета;

$i$  – номер ступени шкалы изолиний в нисходящем порядке;

$n$  – общее количество ступеней в шкале;

в) для расчета цветовых координат оттенков базового цвета для мелких фоновых элементов, занимающих в сумме менее 25 % площади картографического изображения, предложена формула:

$$L_i^{\text{МФ}} = \frac{i \cdot 95\%}{n}, \quad (3)$$

где  $L_i^{\text{МФ}}$  – светлота  $i$ -го элемента картодиаграммного значка;

$i$  – порядковый номер элемента значка;

95 % – максимальное значение светлоты, при которой человеческий глаз различает наличие цвета;

$n$  – общее количество элементов в значке;

г) для расчета цветовых координат оттенков базового цвета для штриховых элементов предложена формула:

$$L_i^{\text{Ш}} = L_{\text{б}} - \frac{L_{\text{б}}}{(n+1)}, \quad (4)$$

где  $L_i^{\text{Ш}}$  – светлота  $i$ -го вида штрихового элемента;

$L_{\text{б}}$  – светлота базового цвета;

$n$  – общее количество видов штриховых элементов, отображаемых оттенками базового цвета.

Таблица

Выбор базовых цветов для проектирования условных обозначений системы картографических моделей лесных ресурсов

Названия наборов природно-ресурсных данных в составе системы картографических моделей лесных ресурсов	Базовый цвет и его название	Координаты базового цвета в системе RGB	Код базового цвета в палитре Hex
<b>Смысловая группа 1. Общие характеристики лесных ресурсов</b>			
Общие характеристики лесного фонда	Ярко-зеленый	(102, 255, 0)	#66FF00
Названия наборов природно-ресурсных данных в составе системы картографических моделей лесных ресурсов	Базовый цвет и его название	Координаты базового цвета в системе RGB	Код базового цвета в палитре Hex
Характеристика хвойных лесонасаждений	Зелено-желтый	(173, 255, 47)	#ADFF2F
Характеристика лиственных лесонасаждений	Весенне-зеленый	(0, 255, 127)	#00FF7F
<b>Смысловая группа 2. Характеристика породного состава лесонасаждений</b>			
Характеристика сосновых лесонасаждений	Насыщенный оранжево-желтый	(255, 142, 13)	#FF8E0D
Характеристика кедровых лесонасаждений	Карминово-красный	(255, 0, 51)	#FF0033
Характеристика еловых лесонасаждений	Ярко-розовый	(252, 15, 192)	#FC0FC0
Характеристика березовых лесонасаждений	Лазурный	(0, 127, 255)	#007FFF
Характеристика прочих лиственных пород	Зеленый	(0, 128, 0)	#008000
<b>Смысловая группа 3. Использование лесных ресурсов</b>			
Эксплуатация древесных ресурсов	Бронзовый	(205, 127, 50)	#CD7F32
Эксплуатация древесных ресурсов арендаторами	Желто-золотой	(205, 164, 52)	#CDA434
Эксплуатация недревесных ресурсов	Хаки	(195, 176, 145)	#C3B091
Транспортная инфраструктура лесов	Тусклый серый	(105, 105, 105)	#696969
<b>Смысловая группа 4. Охрана, защита и восстановление лесного фонда</b>			
Характеристики охранных зон	Глубокий коралловый	(255, 64, 64)	#FF4040
Лесопатологические мероприятия	Розовая фуксия	(255, 119, 255)	#FF77FF
Лесопожарные мероприятия	Алый	(255, 36, 0)	#FF2400
Лесовосстановительные мероприятия	Зеленая сосна	(0, 125, 52)	#007D34

Разработанные формулы обеспечивают определение цветowych координат в цветовой модели HSL. Их пересчет в модель RGB выполняется по общеизвестным схемам. На рис. 1 приведен пример картографической модели лесных ресурсов, созданной в соответствии с расчетами, выполненными по формуле (1).



Рис. 1. Картографическая модель лесных ресурсов Новосибирской области

Процесс интерактивного создания картографического произведения любой тематики подразумевает формализацию не только проектирования его цветового оформления, но и выбора используемых способов картографического отображения. Этому вопросу посвящен ряд фундаментальных работ [19–22]. При этом следует отметить отсутствие однозначного определения понятия «сочетаемость способов картографического изображения». Применительно к способам картографического изображения понятие «сочетаемость» можно охарактеризовать как возможность способа передавать затребованное пользователем количество информации, занимая минимальную площадь карты и оставляя максимум свободного пространства для размещения других условных знаков. Исходя из этого определения и учитывая сущность и графические особенности существующих способов картографического отображения, можно сформулировать следующие требования к выбору способов картографического отображения при интерактивном создании картографической модели природного ресурса с позиций их сочетаемости:

- 1) при выборе способа отображения следует отдавать приоритет тем способам, которые не являются фоновыми;
- 2) нужно избегать сочетания способа значков и способа картодиаграмм в силу их внешнего сходства и возможного затруднения пользователей при уяснении особенностей локализации данных, отображенных этими способами;

3) количество показателей, отображаемых фоновыми способами, не должно превышать двух, так как иначе резко ухудшится читаемость карты.

Разработанная на основании вышесказанного схема алгоритма выбора способа картографического отображения при интерактивном создании картографической модели природного ресурса представлена на рис. 2.

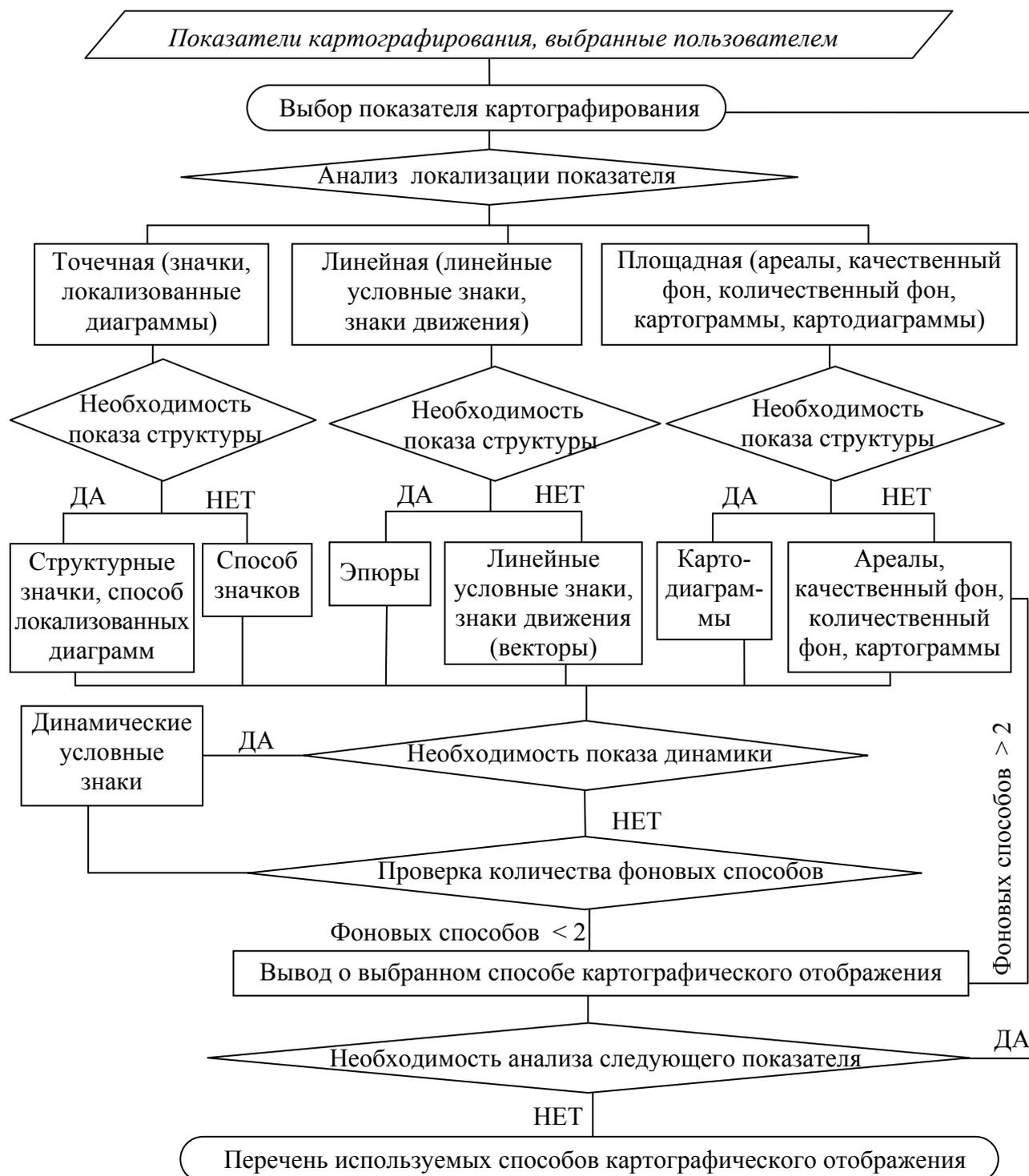


Рис. 2. Схема алгоритма выбора способов картографического отображения при интерактивном создании картографической модели природного ресурса

Как видно из рис. 2, алгоритм анализирует каждый показатель картографирования, запрошенный пользователем. При этом выявляются особенности пространственной локализации показателя, необходимость отображения его структуры и необходимость использования динамических условных обозначений для показа изменений состояния ресурса. Также проверяется условие, ограничивающее общее количество используемых фоновых способов отображения. В финале алгоритма делается вывод о присвоении анализируемому показателю конкретного способа картографического отображения. После этого следует возврат на начальный этап анализа. Количество алгоритмических циклов определяется количеством выбранных пользователем показателей картографирования.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.
2. Николаева О. Н. О совершенствовании информационного обеспечения картографирования природных ресурсов // 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. 107–112.
3. Официальный сайт проекта GISGeo. Геопорталы России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : / <http://gisgeo.org/catalogue/geoportals.html>.
4. Комплексная ГИС в составе автоматизированной системы поддержки принятия решений по управлению природными ресурсами и охраной окружающей среды Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=4864&SECTION\\_ID=193&print=Y](http://esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=4864&SECTION_ID=193&print=Y).
5. Геопортал имущественных и земельных отношений Республики Бурятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : / <http://geo.govrb.ru/2014/>.
6. Енисей-ГИС (Геопортал Красноярского края) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [24bpd.ru](http://24bpd.ru).
7. Геопортал Республики Коми [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gis.rkomi.ru/>.
8. ГИС Природопользование (Самара) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://geportal.samregion.ru/>.
9. Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы : отчет о НИР (итоговый) / науч. рук. Лисицкий Д. В. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 106 с. – № ГР 01201058189. – Инв. № 02201361702.
10. Николаева О. Н. Об интерактивном создании картографического обеспечения для управления природопользованием // Сб. науч. трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные аспекты современной науки», 31 марта 2015 г. / Под общ. ред. М. Г. Петровой. – Белгород: ИП Петрова М. Г., 2015. – Часть II. – С. 10–15.
11. Дышлюк С. С., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Научно-методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации инструментальной справочно-аналитической геоинформационной системы // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 53–60.
12. Дышлюк С. С., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Формализация процесса создания тематических карт для широкого круга пользователей // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015.

XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 10–16.

13. Научно-методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации в среде ГИС / С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова, С. А. Сухорукова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 5. – С. 91–93.

14. Пластинин Л. А., Николаева О. Н. Применение картографических моделей природных ресурсов для системного планирования и ведения рационального природопользования // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 109–112.

15. Николаева О. Н. Картографический метод исследования в формировании единого природно-ресурсного информационного пространства России // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 4. – С. 109–113.

16. Николаева О. Н. Инфраструктура природно-ресурсных пространственных данных как средство формирования единого природно-ресурсного информационного пространства России // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 135–139.

17. Разработка инструментальной справочно-аналитической географической информационной системы : отчет о НИР (промежуточный) / науч. рук. Лисицкий Д. В. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 129 с. – № ГР 01201058189. – Инв. № 02201361701.

18. Онлайн-приложение для подбора цветов и генерации цветовых схем ColorScheme.Ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://colorscheme.ru>.

19. Назаров В. Н. Методы и изобразительные свойства в картографии. – М. : Геодезиздат, 1962. – 87 с.

20. Лютый А. А. Язык карты. – М. : Знание, 1981. – 48 с.

21. Салищев К. А. Проектирование и составление карт. 2-е издание. – М. : МГУ, 1987. – 240 с.

22. Бочаров М. Основы теории проектирования систем картографических знаков. – М. : Недра, 1966. – 136 с.

Получено 07.10.2015

© О. Н. Николаева, 2015

УДК 33 (571.1/.5)

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ БУДУЩЕГО СИБИРИ

*Ирина Васильевна Нитяго*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и предпринимательства, тел. (383)361-01-24, e-mail: Viktorija.68@mail.ru

*Татьяна Владимировна Стрибко*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и предпринимательства, тел. (383)361-01-24, e-mail: sribko@mail.ru

В статье рассмотрены проблемы геоинформационного развития Сибири и обозначены факторы, препятствующие развитию региона. Выделены и обоснованы основные вызовы и угрозы, препятствующие эффективному геоинформационному развитию Сибири. Представлена динамика основных микро- и макроэкономических показателей развития сибирских территорий. Рассмотрена динамика основных экономических показателей геоинформационного развития территории. Проанализирована инновационно-инвестиционная привлекательность Сибири. Обоснован потенциал и располагаемые ресурсы Сибири, показатели развития инновационной системы. Оценена роль России, и, соответственно, Сибири на мировом рынке. Выделены приоритетные направления. Представлен прогноз и перспективы геоинформационного развития региона. Обоснована возможность перехода региона на инновационную социально-ориентированную модель развития. В заключение представлены возможные результаты и прогнозы после реализации стратегии геоинформационного развития Сибири до 2030 г.

**Ключевые слова:** фактор развития, геоинформационный потенциал, проблемы развития, прогноз, уровень, регион, эффективность, приоритеты, стратегия, инновации, модернизация.

## GEOGRAPHIC INFORMATION ASPECTS OF FORMING THE FUTURE SIBERIA

*Irina V. Nityago*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assistant Professor of Department Management and Entrepreneurship, tel. (383)361-01-24, e-mail: Viktorija.68@mail.ru

*Tatiana V. Stribko*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assistant Professor of Department Management and Entrepreneurship, tel. (383)361-01-24, e-mail: sribko@mail.ru

The problems of socio-economic development of Siberia and highlighted factors hindering the development of the regional economy. Isolated and grounded the main challenges and threats affecting the effectiveness of macroeconomic development of Siberia. The dynamics of the main micro and macroeconomic indicators of development of Siberian territories. The dynamics of main economic indicators of development of the territory. Analyzed the investment attractiveness of Siberia. Grounded potential and available resources of Siberia, development indicators of innovation system. The role of Russia

and, accordingly, Siberia in the global market. Priority directions of. Presented macroeconomic outlook and prospects of development of the region. The possibility of the transition of the economy to an innovative socially-oriented model of development. In conclusion presented the possible results and forecasts, after the implementation of the development strategy of Siberia until 2030.

**Key words:** factor of development, economic potential, development problems, prognosis, level, region, effectiveness, priorities, strategy, innovation, modernization.

В «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г.», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р, указывается, что «Россия ставит перед собой амбициозные, но достижимые цели долгосрочного развития, заключающиеся в обеспечении высокого уровня благосостояния населения и закреплении геополитической и информационной роли страны как одного из лидеров, определяющих мировую политическую повестку дня. Единственным возможным способом достижения этих целей является переход экономики на инновационную социально ориентированную модель развития» [1]. Поэтому, как и во всех экономически развитых странах мира, ключевую роль в эффективном развитии национальной экономики играет инновационная деятельность.

При этом необходимо отметить, что Россия представляет собой страну с населением 146,3 млн. человек, 68 % которого проживают в европейской части России, составляющей 20,85 % территории [2]. Изменения производимого валового внутреннего продукта страны представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Номинальный и реальный ВВП РФ (трлн. руб.)

Параметр	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*	2016*	2017*	2018*
в текущих ценах	38,8	46,3	55,8	62,6	67,6	71,4	79,8	87,5	98,3	108,9
в ценах 2008 г.	38,0	39,7	41,4	42,9	44,6	45,1	48,1	50,0	51,9	53,8

\* прогноз.

Источники: Министерство экономического развития РФ, Федеральная служба государственной статистики, Международный валютный фонд.

Таблица 2

Реальный ВВП и индекс реального физического объема ВВП РФ  
(трлн. руб., %)

Параметр	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*	2016*	2017*	2018*
в ценах 2008 г.	38,0	39,7	41,4	42,9	44,6	45,1	48,1	50,0	51,9	53,8
% к предыдущему году	-7,8	4,3	4,3	3,6	3,8	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7

\* прогноз.

Источники: Федеральная служба государственной статистики, Министерство экономического развития РФ, Международный валютный фонд.

Благодаря улучшению конъюнктуры на мировом рынке сырьевых товаров, к середине 2009 г. в России закончился экономический спад, вызванный мировым финансовым кризисом. Положительные результаты были достигнуты также благодаря антикризисным мерам, предпринимаемым правительством страны. Увеличение государственных социальных расходов позволило возобновить положительную динамику реальных располагаемых доходов населения [3]. Сохранялась устойчивость на рынке труда: несмотря на отрицательный рост ВВП, всплеска безработицы не было. К концу 2009 г. восстановление экономики закрепилось ростом промышленного производства, строительства и сельского хозяйства. К концу 2011 г. практически все макроэкономические показатели, кроме инвестиций и объемов строительных работ, достигли предкризисных значений [2].

В 2012 г. российская экономика перешла к новой фазе, характеризующейся прекращением роста бюджетных доходов, замедлением роста инвестиционного и потребительского спроса и медленным падением мировых цен на сырье. В целом ситуацию, сложившуюся в российской экономике после 2012 г., можно называть стагнацией, а со второй половины 2014 г. – кризисной [4].

Динамика большинства экономических показателей начала замедляться со второй половины 2012 г. Существенно замедлились развитие промышленного производства, рост инвестиций, строительства, розничный товарооборот, что привело, по оценке Минэкономразвития, к замедлению общеэкономической динамики до 3,6 % против 4,3 % в 2011 г. [5].

В 2013 г. геоинформационное обеспечение России фактически балансировало на грани рецессии. Добыча полезных ископаемых, транспорт, энергетика, строительство упали по отношению к 2012 г. Уверенно росли лишь финансовая деятельность, операции с недвижимостью и здравоохранение [6]. И рост, и падение отраслей при этом во многом были обусловлено не развитием рынка, а условиями государственного регулирования. Рост финансового сектора в России во многом является «дутым». У финансистов есть масса инструментов, чтобы показывать красивые цифры даже в предкризисном состоянии. Нынешние тенденции на финансовом рынке представляются крайне опасными [7]. Объем кредитов населению в 2012 г. впервые превысил объем вкладов населения, что безотлагательно приводит к падению качества кредитного портфеля банков. Серьезной проблемой остается стагнация промышленного производства и сельского хозяйства, где у государства меньше рычагов ручного управления [8].

Все эти тенденции ведут к тому, что в перспективе нескольких лет России не удастся сохранять рост ВВП на уровне 3-4 %, его спад наблюдается около 3,8 % в 2015 г. по сравнению с данными предыдущего года. Подобные оценки подтверждает Минэкономразвития и большинство экспертов. Баланс оценок по росту ВВП исходит из анализа возможностей и ограничений в управлении экономикой [9]. К ограничениям относятся падение цен на энергоносители на мировых рынках, ухудшение внешнеторгового баланса, стагнация государствен-

ных доходов и расходов, сокращение инвестиций, а также сокращение программ социальных дотаций, приводящая к стагнации внутреннего спроса.

Широкие возможности у государства остаются и в сокращении государственных расходов, не завязанных на рост ВВП [9]. По обоснованным исследованиям Высшей школы экономики РФ, в краткосрочной перспективе решать бюджетные проблемы можно принятием решения о предельном размере бюджетного дефицита: его увеличением с 1 до 2 %, или 3 %, или 4 % ВВП. О начале сокращения госрасходов свидетельствует «отнесение» Минфином финансирования значительной части социальных программ на 2016–2018 гг. [2]. По оценкам Минфина, на эти цели необходимы дополнительные 2,2–2,5 трлн. руб. в год при размере бюджета в 15 трлн. руб. (табл. 3).

Таблица 3

Инвестиции в основной капитал за счет всех источников финансирования  
(трлн. руб., %)

Параметр	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*	2016*	2017*	2018*
Трлн. руб.	8,0	9,2	11,0	12,6	13,7	14,9	16,8	18,8	21,4	24,5
% к предыдущему году	-9,2	14,7	20,6	13,9	8,7	9,4	12,3	12,2	14,0	14,5

\* прогноз.

Источник: Министерство экономического развития РФ.

Динамика инвестиций в основной капитал коррелирует с динамикой реального ВВП. На пике кризиса в начале 2009 г. последовал резкий вывод капиталов из страны, так как инвестиции в Россию стали рискованными. Резко падали биржевые индексы, массово замораживались развивающиеся проекты. В 2010 г. начался возврат инвестиций, связанный с постепенным восстановлением экономики [10]. Вступление России в ВТО оказало существенное положительное влияние на инвестиционный климат в стране в связи с либерализацией рынка капитала и унификацией российского законодательства с международными нормами.

В 2013–2014 гг. поддержку инвестициям оказала подготовка к Олимпиаде в г. Сочи. В ближайшие годы рост капитальных вложений будет связан с реализацией инвестиционных проектов в нефтегазовом комплексе и смежных с ним производствах, в электроэнергетике, в сырьевых отраслях, расшифкой «узких мест» транспортной инфраструктуры, созданием инфраструктуры для проведения Чемпионата мира по футболу в 2018 г. и некоторыми другими проектами.

Необходимо отметить, что основным инвестором в экономику страны остается государство, а уровень эффективности проектов, поддерживаемых государством, остается крайне низким, в связи с чем рост инвестиций не приводит к соответствующему росту ВВП страны (табл. 4).

Таблица 4

## Экспорт и импорт торгового баланса РФ (млрд. долл.)

Параметр	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*	2016*	2017*	2018*
Экспорт	303,4	400,6	522,0	528,6	511,4	506,2	507,0	517,8	549,6	587,3
Импорт	191,8	248,7	323,8	334,2	343,5	353,6	368,8	408,7	460,1	516,6
Сальдо торгового баланса	111,6	151,9	198,2	194,4	167,9	152,7	138,2	109,0	89,5	70,7

\* прогноз.

Источник: Министерство экономического развития РФ.

Россия поставляет на мировой рынок сырье и продукты низкой степени переработки. Экспорт товаров из России более чем на 70 % состоит из сырья. Глобальное падение спроса на нефть в 2009 г. привело к падению цен на нее, что, в свою очередь, негативно отразилось на экспортной выручке. В 2010–2011 гг. наблюдалось восстановление объемов российской внешней торговли. По итогам 2011 г. экспорт вырос на 10,7 % по сравнению с 2008 г., а импорт – на 10,9 %. Свыше половины прироста экспорта в эти годы было обеспечено повышением средних контрактных цен на сырую нефть и нефтепродукты. В 2010 г. физический объем поставок природного газа увеличился в 1,4 раза при некотором снижении цен. Так, в 2011 г. наблюдался рост средних контрактных цен на газ – в 1,3 раза.

Отраслевая структура ВВП России по данным за 2014 г. отражает наибольший удельный вес таких отраслей, как «торговля», «финансы и услуги», а также «обрабатывающая промышленность».

Поскольку экономическое деление структуры ВВП в настоящее время отсутствует, то представляет определенный интерес макроэкономический аспект перспектив развития на уровне законодательно закреплённого административного деления на федеральные округа.

В этой связи приоритетной целью геоинформационного развития Сибири является обеспечение устойчивого повышения уровня жизни населения с учетом его качества на базе сбалансированной социально-экономической системы инновационного типа, обеспечивающей национальную безопасность, эффективное развитие экономики и реализацию стратегических интересов России на мировом уровне [11].

В долгосрочной перспективе Сибирь станет основным конкурентом Китая. Для этого необходимо активное внедрение маршрутов через Казахстан и Среднюю Азию и создание предпосылок для сохранения и увеличения объемов сибирского транзита (табл. 5).

Таблица 5

## Показатели развития инвестиционной системы Сибири [11]

Показатели	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2020 г. к 2010 г. в %
Душевой валовой региональный продукт, тыс. руб./чел.	187,3	241,9	297	158,6
Инвестиции, тыс. руб./чел.	41,4	69,9	103,5	в 2,5 раза
Доля инвестиций в ВРП коп./руб.	22,1	28,9	34,9	157,9
Производительность труда, тыс. руб./чел.	402,1	555,1	738,2	183,6
Средняя зарплата, тыс. руб./чел.	16,3	21,5	27,7	169,9

Сибирь обладает большим потенциалом эволюционного развития в черной и цветной металлургии, топливно-энергетическом комплексе и пищевой промышленности [5].

Перспективным фактором устойчивого развития является научно-технический и научно-образовательный потенциал. В России насчитывается около 3,5 тыс. организаций, занимающихся научными исследованиями и разработками. По общему числу ученых Россия занимает лидирующее положение и находится на четвертом месте после Китая, США и Японии. При этом число молодых ученых не превышает 25 %.

По уровню финансирования научных исследований Россия занимает девятое место в мире. По числу научных публикаций – находится на 15–18 месте, а по уровню цитирования публикаций – за списком из 20 ведущих стран. Только в Сибири функционируют более 100 институтов и исследовательских центров. В этих институтах за последние годы подготовлено более 300 научных разработок (табл. 6).

В случае укрепления материальной базы и переориентации образовательный комплекс Сибири сможет полностью обеспечить потребности развивающейся экономики в квалифицированных кадрах [12].

Вызовами и угрозами развития Сибири являются такие факторы, как:

- резкие изменения цен на мировых рынках сырья;
- суровые природно-климатические условия, приводящие к удорожанию проживания людей и экономической деятельности;
- исторические негативные особенности хозяйственного освоения, экономики Сибири;
- вывоз капитала в европейскую часть страны и за границу;
- удаленность от развитых регионов страны и мировых рынков;
- угроза превращения Сибири в сырьевой придаток развитых экономик.

С помощью основных направлений, механизмов и инструментов достижения стратегических целей определена стратегия социально-экономического развития Сибири на период до 2020 г. [9].

Таблица 6

## Показатели развития инновационной системы Сибири [2]

Показатели	2010 г.	2011 г.	2015 г.	2020 г.	2020 г. к 2010 г. в %
Численность персонала, занятого в науке, чел.	55 100	57 300	59 000	61 000	110,7
Доля молодых ученых до 39 лет, %	14	15	22	27	192,8
Число международных исследовательских центров на территории Сибири, ед.	13	13	15	20–23	153–176
Доля научных журналов с международным рейтингом, % от общего числа журналов в РФ	2	2	5	7	в 3,5 раза
Количество патентов на изобретения, штук	2 500	2 700	3 600	4 200	168
Количество передовых производственных технологий	115	138	200	340	в 2,9 раза
Внешнеторговый оборот (экспорт и импорт технологий и услуг), % от показателя по РФ	7	8,3	9	12	171
Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, % от общего количества	9–10	11	12–15	20–25	в 2,5 раза
Численность студентов на 10 тыс. чел. населения	490	494	496	520	106
Индекс развития человеческого потенциала	0,758	0,76	0,781	0,885	116,7
Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров и оказанных услуг, %	3–4	5	8	10–15	в 3,75 раза
Доля затрат на НИОКР в общем объеме отгруженной продукции промышленности, %	1	1,5	2	2 - 4	в 4 раза
Доля высокотехнологичного сектора в валовом региональном продукте, %	7–8	9	10–13	14–17	в 2,1 раза

Разработка данного документа базировалась на «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 г.», утвержденной Указом Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 537; Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, отраслевых и территориальных стратегиях и концепциях развития [2, 9].

Необходимо довести основные показатели социального и экономического развития Сибири к 2020 г. до среднероссийского значения. Соответственно среднегодовой темп прироста ВРП, начиная с 2012 г., должен быть выше среднероссийского уровня. Это необходимо для ликвидации отставания развития социальной сферы и создания в регионах Сибири территорий комфортного проживания и эффективного ведения бизнеса.

Для достижения стратегических целей геоинформационного развития Сибири необходимо решить следующие задачи [11]:

- технологическое перевооружение в экономике и социальной сфере регионов;
- повышение производительности труда и внедрение современных методов управления;
- повышение качества человеческого капитала;
- государственная поддержка развития инфраструктуры инновационной деятельности;
- реализация крупных инвестиционных проектов по добыче и переработке природных ресурсов;
- ускоренная диверсификация экономики Сибири;
- расширение геологоразведочных работ и увеличение добычи полезных ископаемых;
- создание национальных исследовательских университетов;
- расширение транспортно-логистических коридоров Запад – Восток и Север – Юг и сибирского транзита грузового и пассажиропотока между Юго-Восточной Азией, Западной Европой и Северной Америкой;
- развитие сервисной инфраструктуры обеспечения бизнеса до уровня, соответствующего мировым стандартам.

Необходимо отметить и основные конкурентные преимущества Сибири:

- наличие крупных запасов углеводородного сырья, угля (80 % общероссийских запасов), урана, черных, цветных и драгоценных металлов (меди – 70 %, никеля – 68 %, свинца – 86 %, цинка – 77 %, молибдена – 82 %, золота – 41 %, металлов платиновой группы – 99 % в доле России), древесины (более 50 % общероссийских запасов), водных и гидроэнергетических ресурсов;
- большие запасы пресной воды и глобальные изменения климата только повышают ценность этого ресурса.

Необходимо отметить, что до 2020 г. геоинформационное развитие Сибири зависит от развития традиционных отраслей ее экономики, а также от объемов вовлечения в хозяйственный оборот основных природных ресурсов. Нужно существенно повысить долю перерабатывающей промышленности в структуре ВРП региона и инновационную направленность экономики, что также позволит Сибири занять свое достойное место на международном рынке [9].

В заключение необходимо спрогнозировать основные геоинформационные итоги реализации Стратегии:

- к 2016 г. достижение годовых темпов прироста ВРП на 5–5,3 %; инвестиций – на 9–12 %, заработной платы – на 5,1–5,5 %;
- к 2021 г. – модернизация экономики на инновационной основе и завершение реализации основных проектов транспортного и энергетического строительства. Рост ВРП в 1,6 раза, промышленного производства – в 1,45–1,55 раза, инвестиций – в 2,3 раза, заработной платы – почти в 1,8 раза. Доля инвестиций в ВРП – не менее 30 %, рост численности населения на 600–800 тыс. человек.

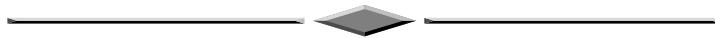
#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Национальная доктрина образования в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL : <http://sincom.ru/content/reforma/>.
2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года и прогноз до 2030 г. [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.economy.gov.ru>.
3. Информационно-справочный портал поддержки систем управления качеством [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.quality.edu.ru/>.
4. Deming W. Edwards Fourteen Points and the seven deadly diseases control [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.endsoftheearth.com/Deming14Pts.htm>.
5. Мороз О. Н. Приоритетные стратегии развития предприятий Сибири // 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. 2. – С. 95–101.
6. SWOT Analysis [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.quickmba.com/strategy/swot/>.
7. Мороз О. Н., Шадринцева А. Н. Государственно-частное партнерство в сфере регионального туризма // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 124–133.
8. Нитяго И. В. Проблемы и перспективы социально-экономического развития Сибири // 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. 2. – С. 89–95.
9. Алексеев А. В. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. – оценка адекватности требованиям времени // 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. 105–111.
10. Нитяго И. В. Экономическое будущее Сибири: проблемы и перспективы // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 118–125.
11. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 3–14.
12. Середович С. В., Рязанцева И. В. Модель образовательного кластера как элемент инновационного развития вуза // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 123–129.

Получено 21.10.2015

© И. В. Нитяго, Т. В. Стрибко, 2015

# ОПТИКА, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И КОМПЛЕКСЫ



УДК 535.4

## ОПТИЧЕСКИЕ МИКРОВОЛНОВЫЕ ЛИНЗЫ

*Максим Михайлович Кузнецов*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры специальных устройств и технологий, тел. (913)921-44-39, e-mail: a9214439@yandex.ru.

*Игорь Николаевич Карманов*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой физики, тел. (383)343-29-33

В статье рассматриваются вопросы классификации микроволновых линз, дается сравнительный анализ их оптических характеристик по сравнению с простыми оптическими линзами. Большое внимание уделено отличию свойств преломляющих сред в СВЧ диапазоне, основанном на различии фазовых скоростей волн, распространяющихся в свободном пространстве по сравнению с волнами, распространяющимися между параллельными металлическими стенками. В статье описывается применение различных типов микроволновых и СВЧ линз для разных областей науки и техники; приводится исследование зависимости направления вектора поляризации к нормальной поверхности с учетом направления падения лучей как для отражающих, так и для преломляющих поверхностей в зависимости от их формы: плоскость, эллипс, окружность, гипербола, а также материала изготовления – стекло, металл.

**Ключевые слова:** микроволновые линзы, волна, оптика, показатель преломления, поляризация, антенна, остаточная абберация, стабильность технологического процесса.

## OPTICAL MICROWAVE LENSES

*Maxim M. Kuznetsov*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Associate Professor of the Department of Special Devices and Technologies, tel. (913)921-44-39, e-mail: a9214439@yandex.ru

*Igor N. Karmanov*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Associate Professor, Head of Department of Physics, tel. (383)343-29-33

The article deals with the classification of a lens is given comparative analysis of their optical characteristics in comparison with simple optical lenses, great attention is paid to the difference between the properties of refractive media in the microwave range, based on the difference of phase velocities of waves propagating in free space compared to the waves propagating between parallel metal walls. The article describes the use of various types of microwave and microwave lenses for different fields of science and technology; provides a survey on the direction of the polarization vector normal to the surface with respect to the direction of incidence of rays, for reflecting and refracting surfaces, depending on their shape: plane, ellipse, circle, hyperbola, and so the same material – glass, metal.

**Key words:** a lens, wave, optics, refractive index, polarization, antenna, residual aberration, the stability of the technological process.

Помимо оптических линз, принцип действия которых в диапазоне СВЧ аналогичен принципу действия в диапазоне оптических волн, в диапазоне СВЧ представляется возможным использовать преломляющие среды, действие которых основано на различии фазовых скоростей волны, распространяющейся в свободном пространстве, и волны, распространяющейся между параллельными металлическими стенками [1]. Их широко используют для исследования реальных скоростей оптических волн [2], в комплексных оптических СВЧ устройствах [3], для измерения скоростей боеприпасов [4], в сложных коаксиальных резонаторах [5] и системах оптической локации технологического контроля интегральных схем [6]. Если расстояние между стенками составляет от 0,5 до 1,0 длины волны излучения, для этого случая цилиндрические линзы, облучаемые линейным источником, рассчитываются на основании тех же принципов, что и оптические. На окончательный результат расчета оказывает влияние только тот факт, что кажущийся показатель преломления среды берется меньше 1.

Непосредственная подстановка показателя преломления, меньшего 1, в уравнения, определяющие профили поверхностей, приводит к тому, что гиперболическая поверхность преобразуется в эллиптическую, а эллиптическая – в гиперболическую. Вторая поверхность линзы выбирается, как обычно, нормальной по отношению к направлению падающих или проходящих через нее лучей. Однако при использовании точечного источника это возможно только для одной плоскости падения, а именно той, которая параллельна вектору поляризации волны источника. В ортогональной плоскости волна вынуждена изменить свое направление на направление, параллельное поверхности пластин. Аналогичный эффект также имеет место, когда вектор поляризации перпендикулярен набору параллельных пластин. Эта приводит к появлению так называемых псевдопоказателей отражения, величина которых изменяется в зависимости от угла падения волны. Для построения линзы, свойства которой не зависят от углов лия и ориентации вектора поляризации, создаются конструкции из двух наборов ортогональных систем металлических пластин, как правило, с одинаковым расстоянием между ними, что позволяет получить среду из волноводов квадратного сечения.

Ввиду того, что псевдопоказатель преломления изменяется в зависимости от угла падения луча, расчет таких линз необходимо вести исходя из длины оптического пути.

Принципы расчета двух этих основных типов линз хорошо известны из работ [7, 8].

Разновидности преломляющих сред волноводного типа могут быть получены также из волноводов шестиугольной, прямоугольной (для линейно поляризованного источника) и, если допустимы потери до 10 %, круглой формы поперечного сечения. Еще одну степень свободы можно получить, обеспечив изменение показателя преломления среды путем изменения размеров волновода в надлежащих зонах, что, естественно, должно быть согласовано с конструктивными требованиями. Основное отличие микроволновых линз от оптических состоит в том, что оптические линзы имеют максимальную ширину (в осевом направлении) в центре. Как показано на рис. 1, для сред с показателем преломления, меньшим 1, справедливо обратное утверждение, и поэтому в последующем изложении толщина линз в центре будет принята равной нулю.

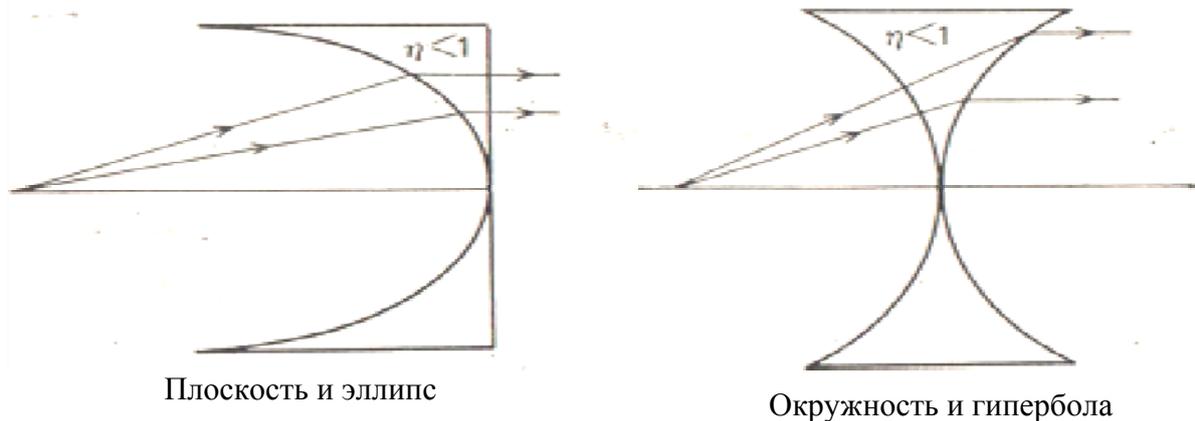


Рис. 1. Металло-воздушные линзы

Теперь покажем, что два основных типа линз с принудительным преломлением (с эллиптическим и гиперболическим профилями) не являются отдельными, изолированными категориями, как это имеет место для соответствующих оптических линз, а представляют собой два бесконечных множества форм, любая из которых может быть выбрана в целях реализации предпочтительной геометрии или распределения возбуждения.

**Фокусирующие линзы.** В общем виде форма двухповерхностной линзы с постоянным показателем преломления ограничена, как показано на рис. 2, кривыми  $OPP'$  и  $OQQ'$ , причем первая поверхность линзы описывается кривой  $(\rho, \varphi)$ , отнесенной (как к началу координат) к точке размещения источника  $F$ , а вторая поверхность описывается кривой  $(r, \theta)$ , отнесенной к точке  $f$ .

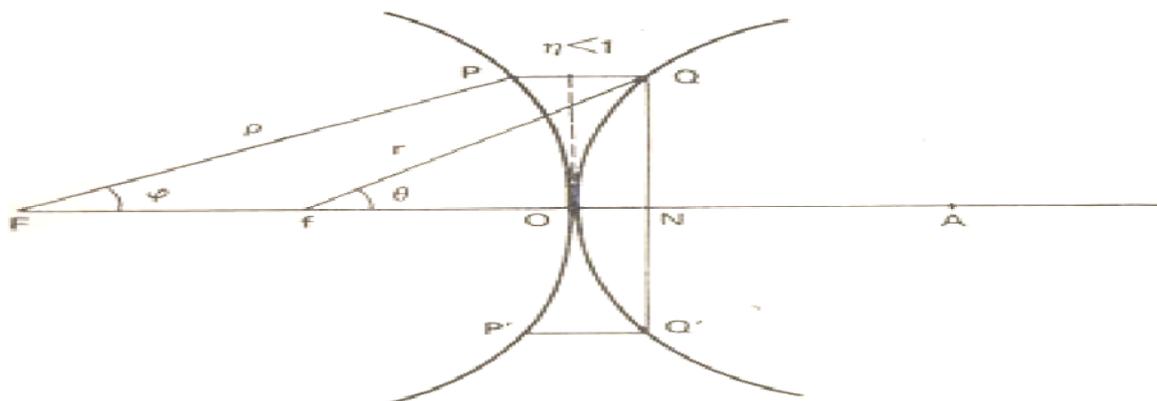


Рис. 2. Обычные двухповерхностные волноводные линзы

Без потери общности можно считать, что в центре линза имеет нулевую толщину, поскольку в этом случае введение дополнительного постоянного пути распространения внутри линзы приводит только к перемещению кривой  $OQQ'$  вправо параллельно самой себе.

В результате расчетов по [9] находим, что профили поверхностей представляют собой эллипсы.

**Широкоугольные линзы** (рис. 3). Для реализации точно расположенных фокусов в двух симметричных относительно оси точках при расчете микроволновых линз с принудительным преломлением могут быть использованы дополнительные степени свободы. Если, согласно методу Рузе [10], исходить из равенства длины оптических путей до каждого из фокусов, то это даст возможность определить профиль фронта. Однако при этом заданным оказывается только одно соотношение, а именно между толщиной линзы и показателем преломления.

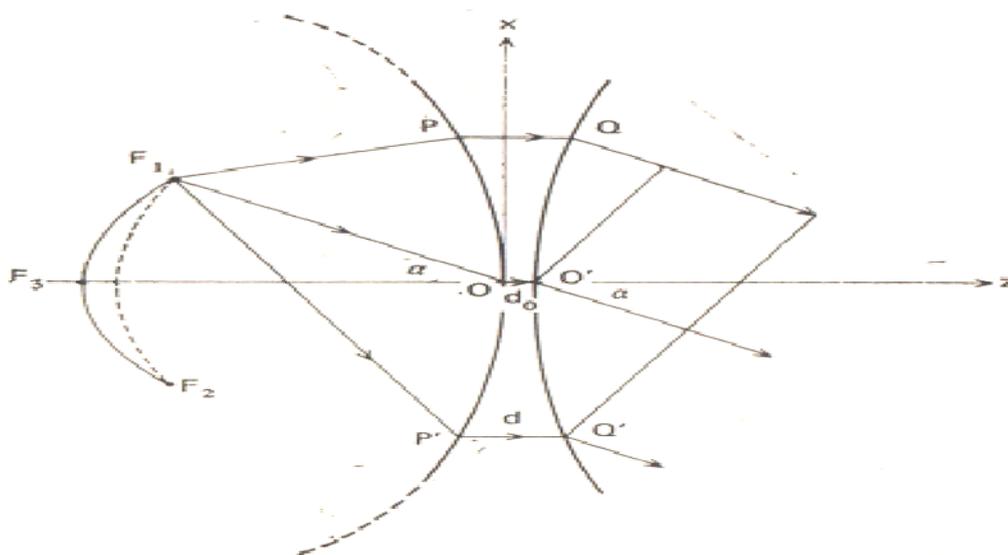


Рис. 3. Широкоугольные сканирующие линзы

Следовательно, форма второй поверхности остается пока неопределенной. Поэтому для обеспечения определенности требуется сформулировать второе условие, что позволит выбирать третью лежащую на оси точку в качестве месторасположения точного фокуса или, по меньшей мере, в качестве точки минимальной остаточной aberrации. Три заданные таким образом точки определяют дугу, вдоль которой может перемещаться источник, причем в этом случае фронт преломленной волны наиболее близок к плоскости. В качестве такой дуги обычно выбирают дугу окружности, содержащую три указанных точки, причем в такой системе реальный угол сканирования оказывается шире, чем это следует из анализа положения двух крайних положений фокусов.

Наилучшее согласование со свободным пространством имеет рупорная антенна с корректирующей диэлектрической линзой 1 в ее раскрытии (рис. 4). Она применяется либо для создания плоского фронта СВЧ волн (рис. 4, а), либо фокусировки СВЧ излучения на небольшой площади подобно обычной двояковыпуклой линзе в оптическом диапазоне. Минимальный диаметр пятна в фокусе получается примерно равным рабочей длине волны  $\lambda$  (рис. 4, б).

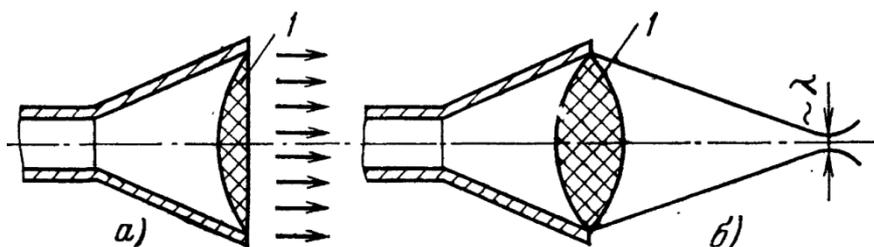


Рис. 4. СВЧ облучатель в виде рупорно-линзовой антенны для создания плоского фронта волны (а) и для фокусировки излучения (б)

На рис. 5 показан рупорно-параболический облучатель, применяемый для раскалывания бетонных плит. При  $\lambda = 12,6$  см и  $P_{\text{изл}} = 2,5$  кВт бетонная плита толщиной 200 мм раскалывается через несколько секунд или минут после начала облучения.

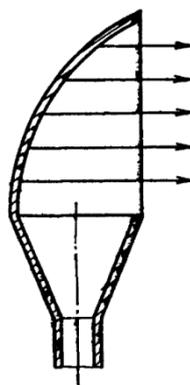


Рис. 5. СВЧ облучатель в виде рупорно-параболической антенны

При использовании электромагнитных волн коротковолновой части сантиметрового и миллиметрового диапазонов применение резонансных камер становится невыгодным из-за их малых поперечных размеров [11]. Более эффективно осуществить направленное излучение СВЧ энергии и при этом получить равномерное по интенсивности поле облучения на заданной площади и близкое к нулю поле вне этой площади.

Равномерное излучение на прямоугольном участке поля создает пирамидальный рупор, подключенный к прямоугольному волноводу с волной  $H_{10}$ . Однако постоянство плоскости поляризации напряженности электрического поля  $E$  в этом случае допустимо не для всех применений. Например, наиболее эффективно воздействуют миллиметровые волны на бактерии тогда, когда вектор  $E$  параллелен большему размеру бактерии. А так как бактерии ориентированы в облучаемом пространстве хаотически, то для повышения эффективности облучения желательно иметь равномерное по мощности распределение поля на площади, ограниченной кругом, и в пределе этой площади иметь круговую поляризацию вектора  $E$ .

Подобного типа облучатель изображен на рис. 6. Его применение позволяет формировать пучок электромагнитных волн с передачей на облучаемую поверхность до 80 % энергии, излучаемой рупором при допустимом изменении интенсивности напряженности электрического поля на 3 дБ от максимального значения. Без применения описанной системы формирования на равномерно облучаемую поверхность приходилось только 55 % излученной рупором энергии поля волны.

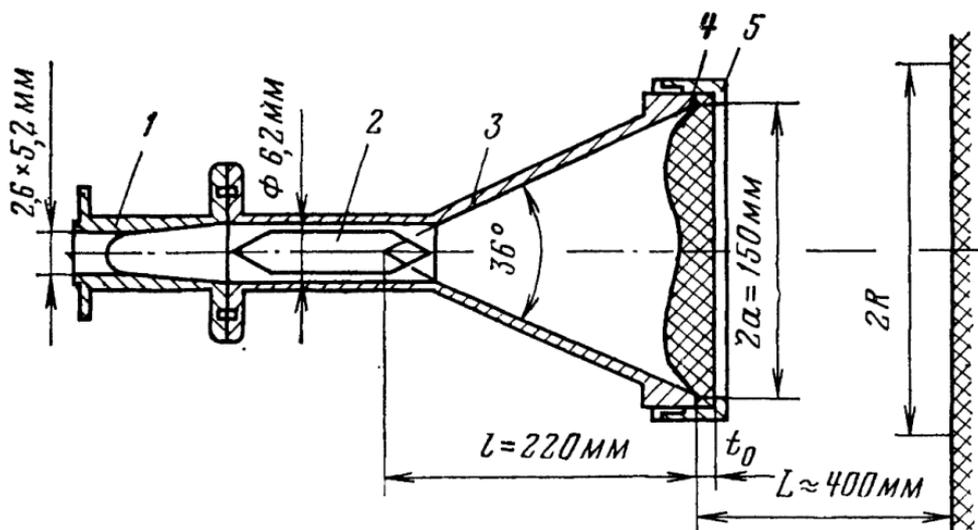


Рис. 6. Облучатель с круговой поляризацией вектора напряженности электрического поля:

- 1 – переход с прямоугольного волновода с сечением  $2,6 \times 5,2$  мм на круглый волновод диаметром 6,2 мм; 2 – фазосдвигающая диэлектрическая пластина; 3 – рупор с раскрывом 150 мм; 4 – линза из фторопласта; 5 – прижимное кольцо

В реальных условиях серийного производства решение всех выше указанных задач невозможно без качественной технологической обработки изделий [12, 13] и высокой стабильности технологических процессов их изготовления, методика контроля которой описана в работе [14].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнблит С. СВЧ оптика. Оптические принципы в приложении к конструированию СВЧ антенн / Пер. с англ.; Под ред. О. П. Фролова. – М. : Связь, 1980. – 360 с.
2. Кошелев А. В., Дубинина А. А. Исследование реальных скоростей оптических волн по результатам прецизионных интерференционных и светодальномерных измерений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 120–127.
3. Комплексные оптические СВЧ и ИК экспериментальные измерения параметров плазменной антенны реактивного типа для безопасных Wifi сетей / И. В. Минин, О. В. Минин, В. Н. Москвин, М. В. Кузнецов // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 126–133.
4. Айрапетян В. С., Губин С. Г. Устройство для измерения скорости боеприпасов // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 73–78.
5. Кузнецов М. М., Карманов И. Н., Воронин М. Я. Сложные коаксиальные резонаторы на основе псевдосфер Лобачевского // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 88–97.
6. Системы оптической локации технологического контроля интегральных схем : монография / М. Я. Воронин, И. Н. Карманов, М. М. Кузнецов, И. В. Лесных, А. В. Синельников; Под общ. ред. М. Я. Воронина. – Новосибирск : СГГА, 2013. – 239 с.
7. Born M. and Wolf E. The Principles of Optics, Pergamon Press, 1953. – 246 p.
8. Silver S. Microwave Antenna Theory and Design, MIT Radiation Laboratory Series Vol. 12, McGraw Hill, 1949, 402 p.
9. Collind R. E. and Zucker F. J. Antenna Theory Part II, McGraw Hill, 1969, 123 p.
10. Ruze J. Wide-angle metal plate optics, Proc. I.R.E. 38, (1950), 53.
11. Пчельников Ю. Н., Свиридов В. Т. Электроника сверхвысоких частот. – М. : Радио и связь, 1981. – 96 с.
12. Кузнецов М. М., Соснов А. Н., Марач А. А. Общие положения и основные задачи обработки изделий современного приборостроения на технологичность // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Специализированное приборостроение, метрология, теплофизика, микротехника, нанотехнологии» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 1. – С. 107–112.
13. Кузнецов М. М., Соснова Н. К., Марач А. А. Технологичность изделий современного приборостроения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Специализированное приборостроение, метрология, теплофизика, микротехника, нанотехнологии» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 1. – С. 98–102.
14. Об оценке стабильности производственных процессов в условиях единичного и мелкосерийного производства / В. Г. Эдвабник, Ю. М. Фартышев, А. К. Гаутцель, М. М. Кузнецов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2013» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 195–201.

Получено 15.10.2015

© М. М. Кузнецов, И. Н. Карманов, 2015

УДК 528.8 : 681.7

## ДИСПЕРСИОННЫЕ ВИДЕОСПЕКТРОМЕТРЫ ДЛЯ ЗАДАЧ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

**Георгий Георгиевич Горбунов**

АО «Государственный оптический институт имени С. И. Вавилова», 199053, Россия, г. Санкт-Петербург, Кадетская линия В.О., 5, доктор технических наук, главный научный сотрудник, тел. (812)269-24-94, e-mail: gggorbunov@mail.ru

**Константин Никитич Чиков**

Университет ИТМО, 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования и безопасности компьютерных систем, тел. (812)232-14-01, e-mail: otzi@mail.ifmo.ru

**Виктор Брунович Шлишевский**

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор технических наук, профессор кафедры наносистем и оптоэлектроники, тел. (383)343-91-11, e-mail: kaf.nio@ssga.ru

Рассматриваются основы и специфические особенности схемных построений дисперсионных видеоспектрометров с матричными фотоприемниками, предназначенных для решения различных задач дистанционного зондирования. Анализируется принципиальная схема зондирования путем построчного сканирования местности (объектов) вдоль курса за счет движения носителя (режим «pushbroom»). Устанавливаются взаимосвязи геометрооптических и спектральных характеристик аппаратуры. Обсуждается вопрос о выборе оптимальной оптической системы, позволяющей при небольших габаритах гарантированно реализовать требуемые параметры по светосиле и разрешающей способности. На примере базовой зеркально-линзовой схемы с осевыми сферическими компонентами излагается концепция расчета оптики дисперсионных видеоспектрометров, основанная на строгой взаимной коррекции аберраций проецирующей и спектральной частей в процессе сквозного «прогона» лучей через всю оптическую систему. Дается описание и приводятся технические параметры лучших образцов зарубежной и отечественной аппаратуры.

**Ключевые слова:** дисперсия, дистанционное зондирование, космос, матричный приемник излучения, оптико-электронная система, полихроматор, самолетные и спутниковые видеоспектрометры, система наблюдения Земли, технические характеристики.

## DISPERSIVE IMAGING SPECTROMETERS OF REMOTE SENSING

**George G. Gorbunov**

Federal State Unitary Enterprise Scientific and Industrial Corporation «Vavilov State Optical Institute», 199053, Russia, Saint Petersburg, 5 Kadetskaja line V.O., D. Sc., Chief Researcher, tel. (812)269-24-94, e-mail: gggorbunov@mail.ru

**Konstantin N. Tchikov**

ITMO University, 197101, Russia, Saint Petersburg, 49 Kronverksky Pr., Associate professor of Department Computer Systems Design and Security, tel. (812)232-14-01, e-mail: otzi@mail.ifmo.ru

**Viktor B. Shlishevsky**

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., D. Sc., Professor of Department Nanosystems and Optical Devices, tel. (383)343-91-11, e-mail: kaf.nio@ssga.ru

The article considers the basic and specific peculiarities of schemes of dispersive imaging spectrometers with photodetector arrays, meant for solving various remote sensing tasks. The sensing scheme is analyzed by means of line-by-line scanning of area (objects) along the course from moving carrier ("pushbroom" mode). The article establishes the interrelations of geometrooptic and spectral characteristics of equipment, discusses the question of choosing the most efficient optic system, guaranteeing, while not having big dimensions, the realization of the required luminosity and resolution parameters. The conception of dispersive imaging spectrometer optic calculation is shown on the example of basic mirror-lens scheme with axial spherical components. The conception is based on strong cross correlation of aberrations of projecting and spectral parts during the passing of rays through the entire optic system. There is also the description and technical specifications of the best foreign and domestic samples of equipment.

**Key words:** dispersion, remote sensing, space, matrix radiation receiver, electro-optic system, polychromator, airborne and satellite imaging spectrometers, Earth observing system, specifications.

В последние десятилетия в мировой практике дистанционного зондирования (ДЗ) все большее развитие получают методы и приборы мульти- и гиперспектральной видеоспектрометрии (Imaging Spectrometry) [1–7]. Компактные, светосильные и высокоскоростные видеоспектрометры (ВС) с матричными фотоприемниками (МФП) обеспечивают детальную поэлементную регистрацию как структуры, так и спектров изучаемых объектов, в том числе скрытых различными средствами естественной и искусственной маскировки на фоне Земли и/или околоземного пространства<sup>1</sup>.

По типу блока спектральной селекции ВС разделяются на дисперсионные и интерференционные [4]. В дисперсионных ВС для разложения излучения на спектральные составляющие используется классический щелевой полихроматор (спектрограф), в интерференционных – динамический или статический фурье-спектрометр.

В рамках настоящей статьи ограничимся рассмотрением основ и специфики схемных построений бортовых дисперсионных ВС ДЗ. По своему устройству они во многом схожи с пространственно-спектральными (гиперспектральными) сканерами [11–13], однако кардинальное различие обоих типов приборов состоит в том, что в сканерах спектральная картина фокусируется на линейчатый фотоприемник (или несколько таких приемников), а в ВС – на матричный. Последнее обстоятельство позволяет исключить из конструкции громоздкий сканирующий оптико-механический блок и существенно снизить требования (в части широкоугольности и аберрационной коррекции) к входной оптике.

---

<sup>1</sup> Первоначально большие надежды здесь возлагались на адямар-спектрометры (Nadamard Transform Spectrometers) с одноэлементными фотоприемниками [8–10], но сегодня они практически полностью вышли из употребления.

В результате, по сравнению со сканерными системами дисперсионные ВС обладают рядом преимуществ, а именно:

- более высокой энергетической чувствительностью (вследствие интегрирования сигнала каждым пикселом МФП в течение всего периода строки);
- как правило, лучшим спектральным разрешением;
- повышенной устойчивостью к внешним воздействиям (за счет статического состояния всех элементов, систем и блоков в процессе работы);
- меньшими габаритами, массой и энергопотреблением.

Вместе с тем, отказ от сканирования обуславливает и их основные недостатки – ограниченный угол поля зрения (обычно до  $40^\circ$ ) и, соответственно, малую ширину полосы обзора (совпадающую в данном случае с полосой захвата).

На рис. 1 приведена принципиальная схема дисперсионного ВС, состоящего из входного проецирующего объектива (аналога аэрофотообъектива), полихроматора и МФП. Полихроматор включает входную щель, коллиматорный объектив, призменную или дифракционную диспергирующую систему (диспергирующий элемент) с одномерной угловой спектральной разверткой<sup>2</sup> по длинам волн  $\lambda$  и камерный (фокусирующий) объектив. МФП из  $N$  строк и  $M$  столбцов фоточувствительных элементов (пикселов) размещается в плоскости спектра, причем так, что его строки параллельны входной щели.

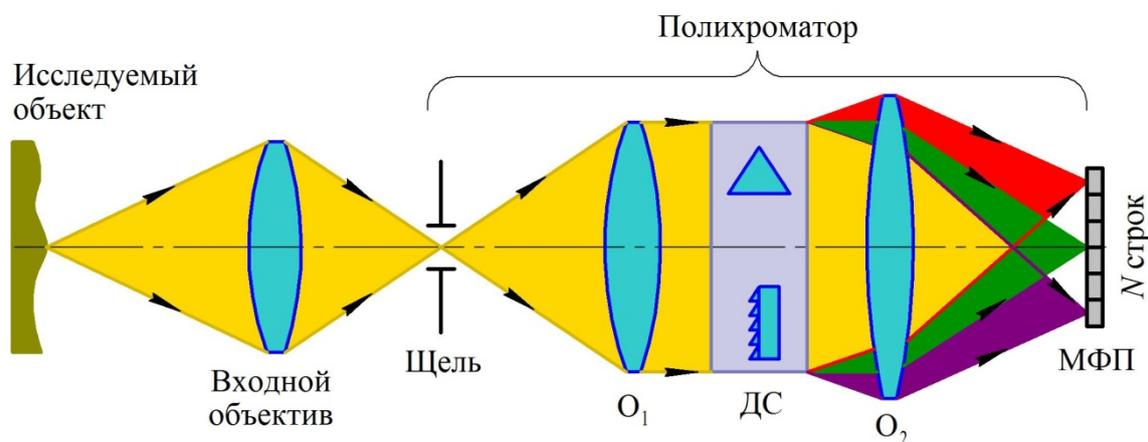


Рис. 1. Принципиальная схема дисперсионного ВС (меридиональное сечение):

O<sub>1</sub> – коллиматорный объектив; ДС – диспергирующая система;  
O<sub>2</sub> – камерный объектив; МФП – матричный фотоприемник

Входная проецирующая оптика строит изображение исследуемой сцены в неразложенном свете в плоскости щели полихроматора, которая при установке ВС на носителе (и решении тех или иных задач ДЗ) ориентируется своей длинной стороной (высотой) строго поперек трассы полетов (одномерное поле

<sup>2</sup> С системами на основе дифракционных (гибридных) оптических элементов с продольной дисперсией [14, 15], действующими по принципу фокальных монохроматоров [16], пока не получено сколько-нибудь значимых результатов.

зрения в пространстве предметов). Тогда на выходе полихроматора формируется континуум монохроматических изображений щели в виде многополосного спектрального кадра, каждая монохроматическая (точнее, квазимонохроматическая) полоса которого совпадает со строкой (или с несколькими строками – при их бинировании) фотоприемника. Следовательно, сколько строк в МФП – столько, в пределе, можно зарегистрировать монохроматических узкополосных изображений участка местности, над которой пролетает носитель. Иначе говоря, максимально достижимое число  $N_\lambda$  разноспектральных каналов в дисперсионном ВС без дополнительного разбиения и перенастройки его рабочего спектрального диапазона  $\Delta\lambda$  равно числу  $N$  строк используемого МФП.

Как известно [17, 18], разрешающая способность (разрешающая сила) спектрально-селективных устройств характеризуется безразмерной величиной  $R = \lambda/\delta\lambda$ , где  $\delta\lambda$  – спектральный предел разрешения (спектральное разрешение), причем в «идеальном» щелевом дисперсионном спектральном приборе, когда все искажающие факторы отсутствуют, величина  $\delta\lambda$  есть интервал длин волн, соответствующий ширине идеального геометрического изображения щели, – так называемая спектральная ширина щели. Очевидно, что применительно к рассматриваемым многоканальным системам параметр  $\delta\lambda$  в таком случае будет представлять собой спектральную ширину одного отдельно взятого канала. Поэтому для предварительных оценок вполне допустимо принять, что

$$N_\lambda \approx \frac{\Delta\lambda}{\delta\lambda} \approx \frac{R}{\lambda} \Delta\lambda.$$

На рис. 2 показана обобщенная схема ДЗ с использованием дисперсионного ВС. Щель полихроматора, оптически сопряженная с земной поверхностью, своей высотой задает протяженность  $L_y$  полосы захвата и пространственное разрешение  $\delta y$  вдоль нее (причем  $(\delta y)_{\min} = L_y/M$ ), а шириной – пространственное разрешение  $\delta x$  вдоль трассы полета и спектральную ширину каналов  $\delta\lambda$ . В процессе измерений ее проекция на местности перемещается на манер широкого бульдозерного ножа по поверхности исследуемого объекта, осуществляя построчное сканирование вдоль курса за счет движения носителя в так называемом режиме «pushbroom» [19], и изображения в монохроматических строках постоянно обновляются. Запоминающее устройство, входящее в состав видеоспектральной аппаратуры, последовательно «сшивает» строки «бок о бок», преобразуя их в полноформатные монохроматические видеокadres для каждой отдельной рабочей длины волны излучения. В результате формируется так называемый «информационный параллелепипед» (или, по-другому, «куб данных», «гиперкуб») из двух пространственных ( $x, y$ ) и одной спектральной ( $\lambda$ ) координат [20, 21], несущий об исследуемых объектах максимум сведений. На торце параллелепипеда отображается многополосный спектральный кадр как результат разложения в спектр (от  $\lambda_{\min}$  до  $\lambda_{\max}$  в пределах  $\Delta\lambda$ ) изображения участка местности в виде узкой полосы  $\delta x \times L_y$ , «вырезаемой» входной щелью по-

лихроматора. Каждая строка считываемого кадра соответствует узкоспектральному изображению указанной полосы, а вертикальная координата характеризует «спектральный образ» элемента анализируемой (земной) поверхности в пределах мгновенного поля зрения прибора. В течение всего времени съемки происходит непрерывная смена видеокладов, что вызывает послойный рост информационного параллелепипеда в направлении, перпендикулярном его торцевой плоскости.

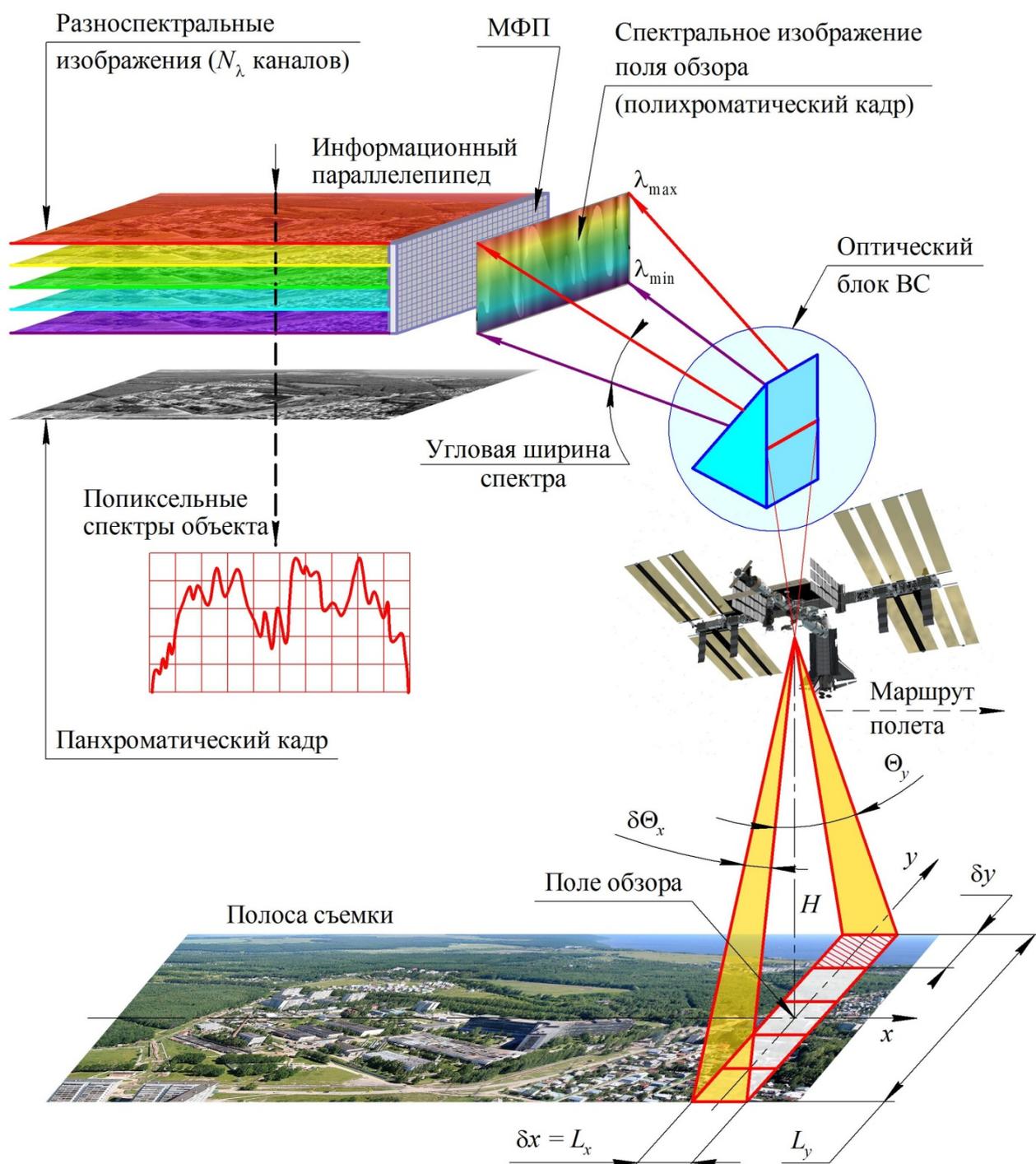


Рис. 2. Общая схема ДЗ с использованием дисперсионного ВС (съем информации в режиме «pushbroom»)

Поскольку гиперспектральные данные иногда могут оказываться высоко избыточными, чрезвычайную актуальность приобретают методы их сжатия в масштабе от 10 : 1 до 100 : 1. Максимальный объем информации во многих случаях не обязателен, так как различные задачи требуют различного количества спектральных и пространственных сведений: для некоторых нужны подробные спектры, но только для отдельных выбранных областей и фрагментов сцены, для других, наоборот, важно охватить конфигурацию объекта целиком, но только для определенных длин волн. Имея же в своем распоряжении полный массив данных (комплект «спектральных портретов») в виде информационного параллелепипеда, потребитель всегда может осуществить дискретную выборку только тех из них, которые необходимы ему для решения каждой конкретно стоящей задачи.

Приступая к проектированию ВС, к тому же в бортовом исполнении, разработчик, как правило, имеет дело лишь с одним или, в лучшем случае, с несколькими подходящими конкретными приемниками излучения<sup>3</sup>. Если  $a$  и  $h$  – ширина и высота единичного пиксела (ширина столбцов и высота строк) используемого МФП,  $f'_{\text{ВХ}}$ ,  $f'_1$  и  $f'_2$  – фокусные расстояния входного, коллиматорного и камерного объективов, а  $H$  – высота полета (причем для аэрокосмического ДЗ фактически  $H = \infty$ ), то по законам геометрической оптики в первом приближении можно считать, что

$$L_y = \frac{H}{f'_{\text{ЭКВ}}} aM = 2H \operatorname{tg} \frac{\Theta_y}{2} \quad \text{и} \quad L_x = \delta x = H(\delta\Theta_x) \ll L_y$$

при

$$f'_{\text{ЭКВ}} = \frac{f'_{\text{ВХ}} f'_2}{f'_1}.$$

Вместе с тем, если  $k_N \geq 1$  и  $k_M \geq 1$  – кратности бинирования строк и столбцов МФП, то  $N_\lambda = N/k_N$ ,

$$\delta x = \frac{H}{f'_{\text{ЭКВ}}} \frac{k_N h}{\Gamma}, \quad \delta x \times \delta y = \frac{H}{f'_{\text{ЭКВ}}} \left( \frac{k_N h}{\Gamma} \times k_M a \right) \quad \text{и} \quad \delta \lambda = \frac{k_N h}{f'_2 D} = \frac{f'_{\text{ВХ}} \Gamma}{f'_1 D H} \delta x,$$

где  $\Gamma = f(\lambda)$  – неизбежно присутствующее меридиональное увеличение диспергирующей системы [17],  $D = f(\lambda)$  – ее угловая дисперсия.

Величины  $H$  и  $(\delta x \times \delta y)$  всегда являются исходными параметрами (чаще они выражаются через мгновенные поля зрения  $\delta\Theta_x = \delta x/H$  и  $\delta\Theta_y = \delta y/H$ ), и возможность достижения требуемой спектральной ширины каналов зависит только от отношения  $f'_{\text{ВХ}}/f'_1$  и правильности выбора и расчета диспергирующей системы полихроматора.

<sup>3</sup> Особенности применения МФП в бортовых ВС рассмотрены, например, в [22].

Особо подчеркнем здесь два обстоятельства:

1) хотя за счет бинирования строк и столбцов МФП пространственное и спектральное разрешения ВС снижаются пропорционально коэффициентам  $k_N$  и  $k_M$ , но зато воспринимаемый каждой объединенной  $(k_N h \times k_M a)$ -фоточувствительной ячейкой поток сплошного спектра возрастает практически в  $k_N^2 k_M$  раз;

2) в данном случае мгновенные поля зрения  $(\delta\Theta_x \times \delta\Theta_y)$  и  $(\delta\Theta_{2,x} \times \delta\Theta_{2,y})$  всего ВС в целом и фокусирующего объектива его полихроматора связаны между собой соотношением

$$\delta\Theta_x \times \delta\Theta_y = \frac{f'_1}{f'_{\text{ВХ}}} \left( \frac{k_N \delta\Theta_{2,x}}{\Gamma} \times k_M \delta\Theta_{2,y} \right);$$

следовательно, при фиксированном расстоянии  $f'_2$  (ограниченном либо по конструктивным соображениям, либо максимальным углом  $2u_{\text{МФП}}$  поля зрения МФП) множитель  $f'_1/f'_{\text{ВХ}}$  выступает в роли дополнительного «резерва» улучшения геометрооптического разрешения прибора. Одновременно угол  $2u_{\text{МФП}}$  определяет максимально достижимую светосилу ВС, ограничивая возможный диаметр  $d_{\text{max}}$  осевого параллельного пучка в полихроматоре и соответствующий диаметр  $d_{\text{ВХ}}$  входного проецирующего объектива:

$$d_{\text{max}} = 2f'_2 \operatorname{tgu}_{\text{МФП}} \quad \text{и} \quad d_{\text{ВХ}} = 2f'_{\text{ЭКВ}} \operatorname{tgu}_{\text{МФП}}.$$

В табл. 1 представлена сводка некоторых хорошо зарекомендовавших себя зарубежных дисперсионных ВС [23, 24].

Российские успехи заметно скромнее, хотя значимость работ, связанных с использованием подобных приборов, отражена в принятой в 2006 г. «Концепции развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года» [25], где в качестве одной из тенденций развития космических технологий зондирования названо «... появление и расширение областей применения сверхмного-спектральных съемок (видеоспектрометрических, гиперспектральных) с числом каналов 256 и более».

Начало отечественных исследований в области видеоспектрометрии с МФП относится к 1981 г., когда к разработке ВС приступила специально созданная научно-исследовательская группа «Коспектр» Ленинградского института точной механики и оптики (ЛИТМО<sup>4</sup>). Одним из первых встал вопрос о выборе оптимальной оптической системы прибора, позволяющей при небольших габаритах гарантированно реализовать требуемые параметры по светосиле и разрешающей способности, но, в то же время, допускающей известную вариатив-

<sup>4</sup> В настоящее время – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО).

ность построения в зависимости от конкретной решаемой задачи. В связи с этим была разработана новая концепция расчета оптики дисперсионных ВС, основанная на строгой взаимной коррекции аберраций их проецирующей и спектральной частей в процессе сквозного «прогона» лучей через всю оптическую систему [26, 27].

Таблица 1

Некоторые зарубежные дисперсионные ВС и их параметры

Наименование ВС	$\Delta\lambda$ , мкм	$N_\lambda$	Производитель
AIS-1 (Airborne Imaging Spectrometer) AIS-2	0,9–2,1 и 1,2–2,4; 0,8–1,6 и 1,2–2,4	128	NASA, JPL
AISA (Airborne Imaging Spectrometer for Applications)	0,45–0,90	286	Spectral Imaging Ltd.
AVIRIS (Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer)	0,40–2,45	224	NASA, JPL
CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager)	0,43–0,87	288	Itres Research
CIS (Chinese Imaging Spectrometer)	0,4–12,5	91	Shanghai Institute of Technical Physics
DAIS 2115 (Digital Airborne Imaging Spectrometer) DAIS 3715 DAIS 7915	0,4–12,0	211 37 79	GER Corp.
GERIS (Geophysical and Environmental Research Imaging Spectrometer)	0,4–2,5	63	
HIRIS (High Resolution Imaging Spectrometer)	0,4–2,5	192	NASA
MAIS (Modular Airborne Imaging Spectrometer)	0,44–11,8	71	Shanghai Institute of Technical Physics
MAS (MODIS Airborne Simulator)	0,53–14,5	50	Daedalus Enterprise Inc.
MIVIS (Multispectral Infrared and Visible Imaging Spectrometer)	0,43–12,7	102	Daedalus Enterprise Inc.
MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer)	0,415–14,24	36	NASA
ROSIS (Reflective Optics System Imaging Spectrometer)	0,45–0,85	128	DLR, GKSS, MBB
TRWIS III (TRW Imaging Spectrometer)	0,3–2,5	384	TRW Inc.
WIS (Wedge Imaging Spectrometer)	0,4–2,5	170	Hughes St. Barbara Research Center

Как известно [28], улучшение изобразительных свойств объективов (повышение резкости изображения) достигается путем уменьшения астигматизма, кривизны поля и аберраций широких наклонных (внеосевых) пучков, а повышение их измерительных свойств – уменьшением дисторсии и хроматизма. При разработке оптических систем ВС трудности возникают, прежде всего, при исправлении кривизны поля, аберраций широких наклонных пучков (особенно в сагиттальной плоскости) и хроматизма, причем коррекция хроматических аберраций должна проводиться в более широком интервале длин волн по сравнению с обычными ахроматами или апохроматами. Выполнение последнего требования позволяет преодолеть проблемы, связанные с реализацией ВС, функционирование которых определяется протяженной спектральной областью работы  $\Delta\lambda$ , а аппаратная компоновка не допускает ее разбиения на отдельные поддиапазоны  $\Delta\lambda_i$  и последующую перефокусировку оптики при переходе от одного такого поддиапазона к другому.

Необходимо также иметь в виду, что оптические элементы приборов, устанавливаемых на космических аппаратах, предназначенных для полетов в радиационном поясе Земли, должны быть радиационно устойчивыми, т. е. не подверженными потемнению (или мало темнеющими) и разрушению под воздействием ионизирующей радиации. Данное обстоятельство ограничивает и чрезвычайно усложняет выбор прозрачных оптических материалов и зеркальных покрытий, которые должны обладать одновременно и высоким пропусканием (отражением), и хорошими физико-химическими свойствами, и достаточной радиационной стойкостью.

Для аэрокосмической аппаратуры требования минимизации массогабаритных параметров часто вынуждают применять компактные зеркально-линзовые системы со светосильными зеркальными элементами, работающими со значительными углами падения лучей. На наш взгляд, при расчетах и оптимизации параметров таких объективов за базу удобно принимать концентрические оптические системы со сферическими поверхностями, свободные от большинства элементарных аберраций (в частности, от комы, астигматизма и дисторсии); тогда и остаточные аберрации могут быть довольно эффективно исправлены [29]. Например, *S*-образный ход кривой сферической аберрации обеспечивает ее минимизацию, кривизна поверхности изображения исправляется известными способами, а хроматизм можно скорректировать, выполняя в определенной степени условие инвариантности эквивалентного заднего фокусного расстояния объектива от показателя преломления материала линзовых компонентов.

Перечисленные особенности были учтены в разработанной и принятой за базовую зеркально-линзовой схеме ВС с осевой сферической оптикой (рис. 3). Схема достаточно проста и технологична, а по качеству формируемого изображения, как показали сравнительные расчеты, вполне конкурентоспособна с системами, использующими трудоемкие в изготовлении и дорогостоящие асферические компоненты.

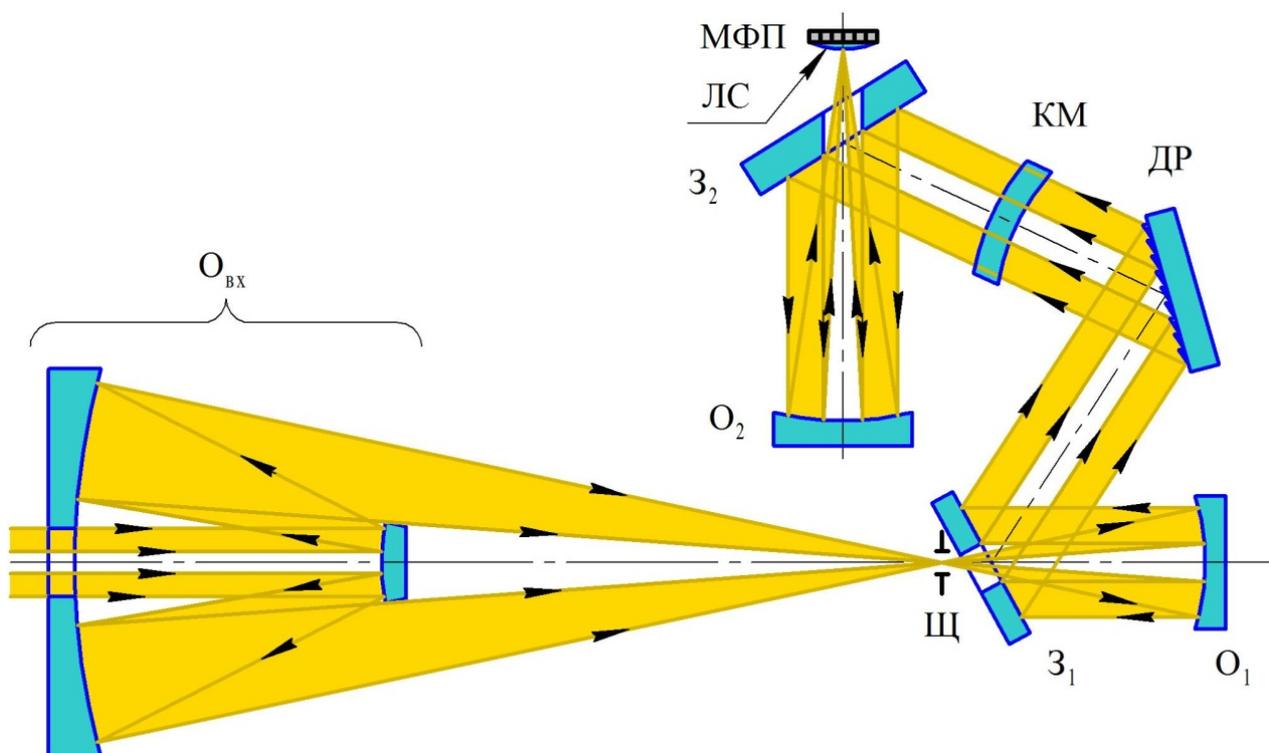


Рис. 3. Базовая зеркально-линзовая схема ВС ЛИТМО (Университета ИТМО):

$O_{вх}$  – входной проецирующий объектив; Щ – входная щель полихроматора;  $Z_1$  и  $Z_2$  – плоские зеркала с отверстиями;  $O_1$  и  $O_2$  – коллиматорный и фокусирующий объективы полихроматора; ДР – дифракционная решетка (плоская отражательная); КМ – компенсационный мениск; ЛС – линза Смита; МФП – матричный фотоприемник

В приведенной на рис. 3 конкретной компоновке входные компоненты схемы образуют концентрическую телескопическую систему с угловым (и видимым) увеличением, равным единице, и включают в себя проецирующий объектив  $O_{вх}$  из выпуклого и вогнутого зеркал (обращенная система Кассегрена [17]) и коллиматорный объектив полихроматора  $O_1$  в виде вогнутого зеркала с тем же фокусным расстоянием. Такая система лишена комы и астигматизма, ее сферическая aberrация минимизирована, а кривизна поля компенсируется расположением апертурной диафрагмы прибора (оправы плоской отражательной дифракционной решетки) в общем центре кривизны трех вышеуказанных зеркал [26]. Входная щель полихроматора находится внутри телескопической системы в совмещенной фокальной плоскости проецирующего и коллиматорного объективов. Компенсационный мениск в значительной мере устраняет сферическую aberrацию как телескопической системы, так и камерного объектива. Соответствующие радиусы сферических поверхностей мениска, его малая толщина и местоположение после дифракционной решетки обеспечивают минимальную величину сферохроматической aberrации. Кривизна поля на выходе прибора исправляется линзой Смита, устанавливаемой в непосредственной близости к спектральным изображениям, формируемым на МФП. Она же, по-

мимо устранения кривизны поля, выполняет дополнительную функцию – срезает мешающие дифракционные порядки решетки за счет того, что составлена из двух склеенных встык (в направлении дисперсии) полулинз-фильтров (например, цветных стекол). Плоские зеркала  $Z_1$  и  $Z_2$  с центральными отверстиями обеспечивают осевой ход световых пучков и уменьшают габариты оптической системы полихроматора.

В табл. 2 представлены характеристики ВС, построенных на основе данной схемы, и некоторых ее незначительно видоизмененных вариантов.

Таблица 2

Основные технические характеристики ВС ЛИТМО  
(Университета ИТМО)

Рабочие параметры	Тип ВС				
	«Опал»	«Фрегат»	ВБИК-Ш	ВБИК-У	«Бурелом»
Спектральный диапазон работы, нм	400–1100	400–1100	500–1000	500–1100	200–350
Число внутренних поддиапазонов	24	14	14	24	32
Количество спектральных каналов	288	288	70	288	290
Спектральное разрешение, нм	≈2,0	≈2,0	≈7,0	≈1,7	≈1,8
Фокусное расстояние входного объектива, мм	98,8	19,2	19,2	100,0	98,0
Относительное отверстие	1 : 2,5	1 : 4	1 : 4	1 : 4	1 : 2,5
Поле зрения по полосе захвата	5°30'	28°12'	28°12'	5°30'	8°
Мгновенное поле зрения, мрад	0,2 × 0,2	1,5 × 1,5	1,0 × 1,0	1,0 × 1,0	0,2 × 0,2

Бортовой приборный комплекс «Опал» создавался по заказу Института космических исследований (ИКИ) АН СССР. Его целевое назначение – изучение оптических характеристик природных образований, в частности, спектральных коэффициентов отражения (в том числе, спектрального коэффициента яркости), поглощения и излучения с учетом степени и параметров их поляризующего действия. Как значимый результат рассматривалось определение спектральных различий трех основных классов объектов, излучения от которых было целесообразно регистрировать в области 400–1100 нм, т. е. в области спектральной чувствительности кремниевых МФП. К первому классу были от-

несены объекты неживой природы на суше (горы, пустыни, почвы и т. д.), ко второму – растительный покров, к третьему – естественные акватории (реки, озера, моря и океаны). В качестве МФП использовалась ПЗС-матрица «Калимантан» (изготовитель НПО «Электрон»), а линза Смита склеивалась из цветных стекол ЖС10 и ОС14.

Аппаратура выдержала необходимые летно-космические испытания и успешно отработала во всех запланированных экспериментах.

Видеоспектральный комплекс «Фрегат» [30] разработан по заказу ИКИ АН СССР для международного проекта «Фобос». Одной из основных задач, решаемых в рамках данного проекта, являлось сближение космического аппарата (КА) со спутником Марса Фобосом для исследования его методами ДЗ с высоты около 50 м. При этом назначение видеоспектрального комплекса состояло в следующем:

- исследование ландшафта, геологического строения и физико-химических свойств поверхности Фобоса с целью изучения его состояния и механизмов, формирующих его природу;
- изучение спектральной отражательной способности поверхности Фобоса;
- картографическое обеспечение дальнейших исследований Фобоса с борта КА;
- спектрометрирование поверхности Марса.

Общая схема полихроматора ВС сохранила базовую компоновку, а проектирующий зеркальный объектив заменен на чисто линзовый с меньшими габаритами (рис. 4). Кроме того, в состав полихроматора введена плосковыпуклая линза-щель, которая компенсирует кривизну поля коллиматорного зеркала  $O_1$  и одновременно выполняет функцию полевой линзы (коллектива), перенося изображение апертурной диафрагмы объектива  $O_{вх}$  в плоскость штрихов дифракционной решетки. Первая по ходу лучей (плоская) поверхность линзы совпадает с совмещенными фокальными плоскостями объективов  $O_{вх}$  и  $O_1$ ; на нее же нанесено светонепроницаемое покрытие с узкой прозрачной полоской, играющей роль входной щели полихроматора.

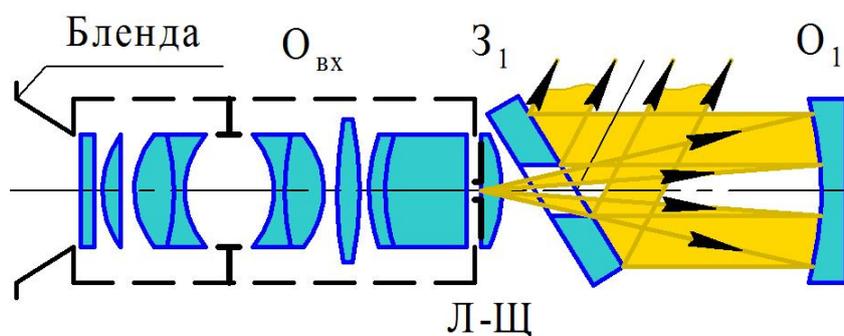


Рис. 4. Входная оптика ВС «Фрегат»:

$O_{вх}$  – входной проектирующий объектив; Л-Щ – линза-щель;  $Z_1$  – плоское зеркало с отверстием;  $O_1$  – коллиматорный объектив полихроматора

Приемником излучения служит модифицированная ПЗС-матрица «Калимантан-Комета» ( $6,9 \times 9,2$  мм,  $a \times h = 18 \times 24$  мкм).

Для осуществления панорамной съемки Марса и Фобоса, а также ряда навигационных маневров КА при подлете к Марсу и Фобосу, ВС доукомплектован тремя телевизионными камерами, работающими в спектральных диапазонах 500–600, 600–700 и 700–1 000 нм.

В эксперименте по исследованию Фобоса был решен ряд навигационных задач по уточнению параметров движения КА, а также по его наведению на Фобос. На начальных этапах научной программы получены высококачественные снимки Марса и Фобоса с различных расстояний [31, 32]. Заметим, что американский специализированный ВС «CRISM» («Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars») [33, 34] был подготовлен и запущен к Марсу (по программе NASA Mars Reconnaissance Orbiter) только в 2005 г. [35].

Неудача с межпланетной экспедицией 1988–89 гг. двух КА «Фобос-1» и «Фобос-2» не повлияла на позитивную оценку работы на борту обоих КА видеоспектральной аппаратуры. Впоследствии ее аналог под названием «Видеоспектрометр видимого и ближнего инфракрасного диапазонов» (ВБИК) в двух модификациях – широкоугольной (ВБИК-Ш) и узкоугольной (ВБИК-У) – эффективно проявил себя при проведении разнообразных исследований с подспутниковых высот [20, 21, 36–45].

Для решения различных задач в ультрафиолетовом (УФ) диапазоне спектра, где также могут наблюдаться высокие контрасты спектральных коэффициентов яркости [46, 47], в 2002–04 гг. разработан ВС двойного назначения «Бурелом» [36, 48–50] с высокочувствительной гибридной телевизионной фотоприемной камерой УПЗС-023 на основе электронно-оптического преобразователя инверторного типа с входным окном из  $MgF_2$  (или увиолевого стекла УТ-49), солнечно-слепым фотокатодом (CsTe), волоконно-оптической пластиной на выходе, микроканальной пластиной в качестве усилителя яркости и экраном желто-зеленого свечения. Компонировка его оптической системы повторяет компоновку ВС «Опал».

В начале 2000-х гг. ряд простейших видеоспектральных устройств (преимущественно, призмных с линзовой проектирующей оптикой) был создан в ЗАО НТЦ «Реагент» [51–58]. В качестве примера приведем основные технические характеристики бортового гиперспектрометра, позиционируемого как прибора с высоким пространственным разрешением [56]:

рабочий спектральный диапазон	450–800 нм
количество разносектральных каналов	не менее 250
поле зрения спектрометра	$15 \times 15^\circ$
пространственное разрешение	не хуже 1 мрад
поле зрения видеоканала	$30 \times 30^\circ$
размерность МФП	$1\,390 \times 1\,040$
максимальная скорость записи данных	30 fps
сетевой интерфейс	1 GBEthernet
напряжение питания	8–30 В

потребляемый ток  
потребляемая мощность

240–1 240 мА  
7–12 Вт

В 2011–13 гг. в НТЦ была разработана и выпущена опытная серия гиперспектральных модулей УФ-ВИД, ВИД-ИК1, ВИД-ИК2 и ВИД-ИК3 [58]. Модули отличаются по рабочему спектральному диапазону и величине угла поля зрения (за счет разного фокусного расстояния объективов), что позволяет оптимизировать их выбор в зависимости от комплекса решаемых задач. Кроме того, модуль ВИД-ИК1 снабжен системой термостабилизации, из-за чего его масса увеличилась до 11 кг. Все модули снабжены компактной системой обработки и хранения информации в реальном времени, совместимой с бортовыми системами навигации и передачи данных по каналам связи. Рабочие параметры модулей указаны в табл. 3, а их внешний вид показан на рис. 5.

Таблица 3

Гиперспектральные модули ЗАО НТЦ «Реагент»

Основные характеристики	Тип модуля			
	УФ-ВИД	ВИД-ИК1	ВИД-ИК2	ВИД-ИК3
Рабочий спектральный диапазон, нм	350–550	450–1 000	450–900	400–1 000
Число рабочих каналов	до 500			
Поле зрения, град	60	60	20	35
Разрешение на местности с высоты 1 км, м	от 0,3			
Частота кадров, Гц	до 70			
Габариты, мм	590×310×102	575×315×135	400×180×80	425×230×84
Масса, кг	6,6	11,0	1,95	3,2



Рис. 5. Призмённые видеоспектральные модули ЗАО НТЦ «Реагент»: 1 – УФ-ВИД; 2 – ВИД-ИК1 (с термостабилизацией); 3 – ВИД-ИК2; 4 – ВИД-ИК3

Безусловным знаковым достижением последних лет является подключение к работам по созданию и освоению бортовой гиперспектральной, в том числе видеоспектрометрической [59–62], аппаратуры ФНПЦ ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева». Первый такой проект – экспериментальный образец ВС «Сокол-ГЦП» для использования в составе авиационно-технического комплекса ФГУП «Госцентр “Природа”» в рамках Федеральной целевой программы «Комплексные меры противодействия злоупотребления наркотикам и их незаконному обороту» [59, 60].

Прибор обеспечивает наблюдение поверхности Земли в 75 спектральных интервалах в диапазоне 530–950 нм, последующие аналогово-цифровое преобразование и предварительную обработку информации, ее форматирование и передачу на внешнее запоминающее устройство. При поле зрения  $28^\circ$  и относительном отверстии  $1 : 2,8$  линейное разрешение на местности (проекция пиксела) с высоты полета 1000 м составляет 1 м.

Все объективы ВС – линзовые, диспергирующая система – трехпризменная склейка (рис. 6). За счет нелинейности угловой дисперсии призм спектральное разрешение в длинноволновой части рабочего диапазона оказывается хуже, чем в коротковолновой примерно в 10 раз; его выравнивание по номинальному (заданному) уровню  $\delta\lambda \approx 5$  нм осуществляется путем аналогового бинирования строк фотоприемной ПЗС-матрицы ( $3,2 \times 16,6$  мм,  $a \times h = 16 \times 16$  мкм) согласно соотношению  $k_N/D \approx \text{const}$ .

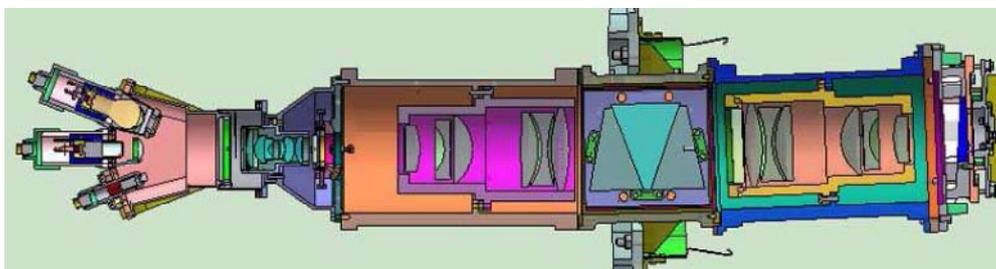


Рис. 6. Схемная компоновка оптической части ВС «Сокол-ГЦП»

Аналогичного вида схема положена в основу видеоспектрометрического комплекса КА «Ресурс-П», запущенного в июне 2013 г. [61–63]. Аппаратура предназначена для съемки поверхности Земли в традиционных видимом и самом ближнем инфракрасном диапазонах спектра (от 0,4 до 1,1 мкм). В качестве приемников излучения использованы ПЗС-матрицы «Кадр-РП», специально разработанные ЗАО НПП «ЭЛАР». Система управления аппаратурой, а также фотоприемные устройства на базе указанных выше матриц поставлены НПП «ОПТЭКС». С высоты полета 425 км полоса захвата составляет 25 км, линейное разрешение на местности – в пределах 25–30 м. Изображения поверхности Земли могут формироваться одновременно в 96–216 каналах спектральной шириной от 5 до 10 нм.

Отметим также и отдельные интересные технические предложения, касающиеся тех или иных аспектов построения дисперсионной видеоспектрометрической аппаратуры, пока еще не реализованные на практике [37, 39, 64–73].

В заключение хотелось бы сделать замечание следующего характера. Действительно, гиперспектральная видеоспектрометрия, воплощающая в себе новейшие технологические достижения в области оптики, электроники, передачи данных и обработки информации, становится в настоящее время одним из самых актуальных и востребованных направлений развития систем ДЗ [74–77]. Несмотря на очевидные технические трудности, необходимость эксплуатации спектральной координаты при формировании изображений, прежде всего в ИК-области спектра, уже не подвергается сомнениям [78]. Более того, иногда высказывается мнение, что с помощью аэрокосмических видеокамер с высокой спектральной избирательностью могут быть решены до 70 % всех хозяйственных и военно-прикладных задач ДЗ [79]. Однако к подобным утверждениям следует относиться с известной долей осторожности, так как любое использование спектрального разложения всегда приводит к уменьшению потока излучения, приходящего на единичный пиксел фотоприемника, а значит, и к снижению общей энергетической чувствительности системы, в особенности, когда речь идет о регистрации слабых сигналов. Поэтому в бортовых приборах ДЗ, как ни в каких других, важна индивидуальная оптимизация всех аппаратурных параметров под конкретные решаемые задачи, и проводиться она должна, опираясь на данные детального энергетического расчета.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шилин Б. В., Хотяков В. В. Видеоспектральная аэросъемка – ведущее направление дистанционного зондирования в оптическом диапазоне // Оптический журнал. – 2004. – Т. 71, № 3. – С. 55–58.
2. Видеоспектрометры – новая перспективная аппаратура для дистанционных исследований / В. М. Красавцев, А. Н. Семенов, К. Н. Чиков, В. Б. Шлишевский // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. Т. 4, ч. 1. – С. 89–94.
3. Марков А. В., Шилин Б. В. Проблемы развития видеоспектральной аэросъемки // Оптический журнал. – 2009. – Т. 76, № 2. – С. 20–27.
4. Горбунов Г. Г. Многоспектральная и гиперспектральная аппаратура, мировой уровень, состояние вопроса в России // Оптический вестник. – 2011. – № 132. – С. 5–6.
5. Горбунов Г. Г., Чиков К. Н., Шлишевский В. Б. Дистанционная гипер- и ультраспектральная аппаратура // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2015» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 89–94.
6. Горбунов Г. Г., Чиков К. Н., Шлишевский В. Б. Гипер- и ультраспектральная видеоспектрометрия: методические и технические аспекты // Тезисы докладов Российской конференции по актуальным проблемам полупроводниковой фотоэлектроники («Фотоника–2015»). – Новосибирск : ИФП СО РАН, 2015. – С. 178.
7. Гипер- и ультраспектральная видеоспектрометрия в задачах дистанционного зондирования / Г. Г. Горбунов, В. Б. Жарников, К. Н. Чиков, В. Б. Шлишевский // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 188–198.

8. Decker J. A. Hadamard–Transform Spectroscopy // Spectrometric Techniques. – New York : Academic Press, 1977. – Vol. 1. – P. 189–227.
9. Harwit M., Sloane N. J. A. Hadamard Transform Optics. – New York : Academic Press, 1979. – 248 p.
10. Журавлев П. В., Попов Л. К. Спектрорадиометрические приборы дистанционного зондирования на основе преобразования Адамара. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2003. – 116 с.
11. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии / Пер. с нем. под ред. В. Г. Трифонова. – М. : Мир, 1988. – 343 с.
12. Петров С. Б., Смирнов А. П. Тенденции развития спектральной аэрокосмической аппаратуры для исследования и оперативного контроля окружающей среды // Оптический журнал. – 2000. – Т. 67, № 5. – С. 82–93.
13. Медведев Е. М. Гиперспектральные технологии и оборудование для их реализации // Геопрофи. – 2008. – № 2. – С. 33–35; № 3. – С. 49–51.
14. Hinrichs M., Piatek B. Hand held hyperspectral imager system for chemical/biological and environmental applications // Proceedings of SPIE. – 2004. – Vol. 5406. – P. 672–680.
15. Кусаинов С. Г., Кусаинов А. С., Айткулов М. Т., Уразов М. Б. Многофункциональность голограммно-оптических элементов // Вестник КазНТУ. – 2013. – № 3. – С. 34–40.
16. Топорец А. С. Монохроматоры. – М.: ГИТТЛ, 1955. – 264 с.
17. Пейсахсон И. В. Оптика спектральных приборов. – Л. : Машиностроение, 1975. – 312 с.
18. Малышев В. И. Введение в экспериментальную спектроскопию. – М. : Наука, 1979. – 480 с.
19. Sellar R. G., Boreman G. D. Comparison of relative signal-to-noise ratios of different classes of imaging spectrometers // Applied Optics. – 2005. – Vol. 44, No 9. – P. 1614–1624.
20. Использование видеоспектральной аэросъемки для экологического мониторинга / Б. В. Шилин, В. Н. Груздев, А. В. Марков, В. Н. Мочалов // Оптический журнал. – 2001. – Т. 68, № 12. – С. 41–49.
21. Опыт использования видеоспектрометра ИТМО в природных условиях / П. В. Батян, В. В. Гуд, И. А. Коняхин, В. М. Красавцев, К. Н. Чиков, В. Н. Груздев, Б. В. Шилин // Изв. вузов. Приборостроение. – 2002. – Т. 45, № 2. – С. 46–51.
22. Донец В. В., Муравский Л. И. Особенности применения приемников излучения в бортовых гиперспектрометрах // Космічна наука і технологія. – 2012. – Т. 18, № 3. – С. 20–37.
23. Imaging Spectrometers [Электронный ресурс]. – URL : [http://www.geo.unizh.ch/~schaep/research/apex/is\\_list.html](http://www.geo.unizh.ch/~schaep/research/apex/is_list.html) (дата обращения: 24.12.2014).
24. Шилин Б. В., Груздев В. Н., Алексеев А. А. Видеоспектральные исследования за рубежом // Контентант. – 2013. – Т. 12, № 1. – С. 6–20.
25. Федеральное космическое агентство. «Концепция развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.gisa.ru/file/file766.doc> (дата обращения: 24.12.2014).
26. Гуд В. В., Чиков К. Н., Красавцев В. М. Оптическая система видеоспектрального комплекса // Изв. вузов. Приборостроение. – 1988. – Т. 31, № 12. – С. 70–73.
27. Видеоспектрометры для экологического мониторинга / К. Н. Чиков, В. В. Гуд, В. М. Красавцев, А. Н. Сандаков // Изв. вузов. Приборостроение. – 1998. – Т. 41, № 3. – С. 5–10.
28. Русинов М. М. Техническая оптика. – Л. : Машиностроение, 1979. – 488 с.
29. Попов Г. М. Концентрические оптические системы и их применение в оптическом приборостроении. – М. : Наука, 1969. – 135 с.
30. Видеоспектрометрические космические комплексы для исследования Земли и планет Солнечной системы / В. В. Гуд, В. М. Красавцев, А. Н. Сандаков, К. Н. Чиков // Оптический журнал. – 1995. – Т. 62, № 8. – С. 67–71.

31. Television observations of Phobos / G. A. Avanesov, B. I. Bonev, F. Kempe, A. T. Bazilevsky, V. Boycheva, K. N. Chikov, M. Danz, D. Dimrtrov, T. Duxbury, P. Gromatkov, D. Halmann, J. Head, V. N. Heifets, V. Kolev, V. I. Kostenko, V. A. Kottsov, V. M. Krasavtsev, V. A. Krasikov, A. Krumov, A. A. Kuzmin, K. D. Losev, K. Lumme, D. N. Mishev, D. Mohlmann, K. Muinonen, V. M. Murav'ev, S. Murchie, B. Murray, W. Neumann, L. Paul, D. Petkov, I. Petuchova, W. Possel, B. Rebel, Yu. G. Shkuratov, S. Simeonov, B. Smith, A. Totev, V. P. Fedotov, G.-G. Weide, H. Zapfe, B. S. Zhukov, Ya. L. Ziman // *Nature*. – 1989. – Vol. 341, No 6243. – P. 585–587.
32. Видеоспектрометрический комплекс / Г. А. Аванесов, Б. И. Бонев, Ф. Кемпе, Д. Н. Мишев, В. М. Красавцев, К. Н. Чиков // *Телевизионные исследования Фобоса*. – М. : Наука, 1994. – С. 9–24.
33. Silverglate P. R., Fort D. E. System design of the CRISM hyperspectral imager // *SPIE*. – 2003. – Vol. 5159. – P. 283–290.
34. Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars (CRISM) on Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) / S. Murchie, R. Arvidson, P. Bedini, K. Beisser, J.-P. Bibring, J. Bishop, J. Boldt, P. Cavender, T. Choo, R. T. Clancy, E. H. Darlington, D. Des Marais, R. Espiritu, D. Fort, R. Green, E. Guinness, J. Hayes, C. Hash, K. Heffernan, J. Hemmler, G. Heyler, D. Humm, J. Hutchison, N. Izenberg, R. Lee, J. Lees, D. Lohr, E. Malaret, T. Martin, J. A. McGovern, R. Morris, J. Mustard, S. Pelkey, E. Rhodes, M. Robinson, T. Roush, E. Schaefer, G. Seagrave, F. Seelos, P. Silverglate, S. Slavney, M. Smith, W.-J. Shyong, K. Strohbahn, H. Taylor, P. Thompson, B. Tossman, M. Wirzburger, M. Wolff // *Journal of Geophysical Research*. – 2007. – Vol. 112. – E05S03. – 57 p.
35. Павельцев П. Марсианский разведчик отправился в путь // *Новости космонавтики* [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.novosti-kosmonavtiki.ru/content/numbers/273/01.shtml> (дата обращения: 04.02.2007).
36. Чиков К. Н., Гуд В. В., Красавцев В. М. Разработка видеоспектральных основ аэрокосмических методов дистанционного зондирования в оптическом диапазоне // *Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО*. – 2005. – Вып. 23. – С. 64–73.
37. Действующие образцы видеоспектрометров видимого-ближнего ИК диапазона для авиационных и космических носителей / В. Н. Груздев, В. М. Красавцев, А. В. Марков, К. Н. Чиков, Б. В. Шилин // *Сборник трудов VIII Международной конференции «Прикладная оптика–2008»*. – СПб. : ОО им. Д. С. Рождественского, 2008. – Т. 1. – С. 352–362.
38. Кислицкий М. И., Чиков К. Н., Шилин Б. В. Опыт создания и эксплуатации отечественных видеоспектрометров и перспективы их использования на малых космических аппаратах // *Тезисы докладов VII Всероссийской открытой ежегодной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»*. – М. : ИКИ РАН, 2009. – С. 110.
39. Действующие образцы видеоспектрометров для малого космического аппарата / В. Н. Груздев, В. М. Красавцев, А. В. Марков, К. Н. Чиков, Б. В. Шилин // *Региональная экология*. – 2010. – № 3 (29). – С. 112–117.
40. Григорьева О. В., Шилин Б. В. Оценка экологических характеристик акваторий по данным видеоспектральной аэросъемки // *Региональная экология*. – 2010. – № 3 (29). – С. 118–121.
41. Шилин Б. В., Груздев В. Н., Марков А. В. Летные исследования видеоспектрометров для малого космического аппарата // *Исследования Земли из космоса*. – 2012. – Т. 9, № 3. – С. 115–124.
42. Алексеев А. А., Шилин Б. В., Шилин И. Б. Опыт полевых видеоспектральных исследований // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. – 2012. – Т. 9, № 4. – С. 89–94.

43. Летные испытания видеоспектрометров СПбУИТМО с полихроматором на дифракционной решетке / А. А. Алексеев, В. Н. Груздев, Б. В. Шилин, В. М. Красавцев, К. Н. Чиков // Контенант. – 2013. – Т. 12, № 1. – С. 29–35.
44. Алексеев А. А., Шилин Б. В. Методика и результаты полевых видеоспектральных исследований // Контенант. – 2013. – Т. 12, № 1. – С. 36–39.
45. Горбунов Г. Г., Чиков К. Н., Шлишевский В. Б. Применение видеоспектрометрической аппаратуры дистанционного зондирования в геологии и экологии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – С. 60–66.
46. Белов В. В., Воробьева Л. П., Шлишевский В. Б. Измерение коэффициентов диффузного отражения некоторых материалов в ультрафиолетовом диапазоне спектра // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 4. – С. 22–25.
47. Шлишевский В. Б. Научно-исследовательская лаборатория перспективных оптико-электронных систем и технологий СГГА: основные итоги первого десятилетия // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 143–157.
48. Особенности построения бортовых оптико-электронных систем спектрального мониторинга / К. Н. Чиков, Э. Д. Панков, Л. Ф. Порфирьев, В. В. Гуд, В. М. Красавцев, А. Н. Тимофеев // Изв. вузов. Приборостроение. – 2004. – Т. 47, № 9. – С. 60–67.
49. Обобщенный анализ адекватности моделей оптико-физических явлений в природных и антропогенных объектах и информационных оптико-электронных системах спектрального мониторинга / В. В. Гуд, В. М. Красавцев, Э. Д. Панков, Л. Ф. Порфирьев, А. Н. Тимофеев, К. Н. Чиков // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2004. – Вып. 16. – С. 35–43.
50. Некоторые особенности расчета и проектирования перспективных видеоспектральных систем для дистанционного зондирования / В. М. Красавцев, А. Н. Семенов, К. Н. Чиков, В. Б. Шлишевский // Оптика атмосферы и океана. – 2008. – Т. 21, № 2. – С. 164–169.
51. Развитие методов многомерных измерений при оптических исследованиях поверхности / А. И. Родионов, Б. В. Зубков, А. П. Калинин, В. Н. Любимов, А. Ф. Осипов, И. Д. Родионов, И. П. Родионова, И. Б. Шилов // Журнал технической физики. – 2002. – Т. 72, вып. 10. – С. 67–72.
52. Калинин А. П., Орлов А. Г., Родионов И. Д. Авиационный гиперспектрометр // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Приборостроение. – 2006. – № 3. – С. 11–24.
53. Принципы обработки гиперспектральной информации и результаты летных испытаний прототипа авиационного гиперспектрометра / Д. В. Воронцов, В. В. Егоров, А. П. Калинин, А. Г. Орлов, И. Д. Родионов, И. П. Родионова // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Приборостроение. – 2006. – № 4. – С. 27–37.
54. Гиперспектрометр как элемент системы интеллектуального технического зрения / В. В. Егоров, А. П. Калинин, И. Д. Родионов, И. П. Родионова, А. Г. Орлов // Датчики и системы. – 2007. – № 8. – С. 33–35.
55. Орлов А. Г. Разработка и исследование авиационного гиперспектрометра видимого и ближнего ИК диапазонов : автореф. канд. дис. – М. : ИКИ РАН, 2008. – 26 с.
56. Бортовой гиперспектрометр видимого и ближнего инфракрасного диапазона с высоким пространственным разрешением / А. Н. Виноградов, В. В. Егоров, А. П. Калинин, А. И. Родионов, И. Д. Родионов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9, № 3. – С. 101–107.
57. Авиационные гиперспектральные комплексы для решения задач дистанционного зондирования / И. Д. Родионов, А. И. Родионов, Л. А. Ведешин, А. Н. Виноградов, В. В. Егоров, А. П. Калинин // Исследование Земли из космоса. – 2013. – № 6. – С. 81–93.

58. Линейка гиперспектральных сенсоров оптического диапазона / А. Н. Виноградов, В. В. Егоров, А. П. Калинин, Е. М. Мельникова, А. И. Родионов, И. Д. Родионов : препринт ИКИ РАН. – 2015. – № 2176. – 20 с.
59. Архипов С. А., Линько В. М., Лукашевич Е. Л. Бортовой видеоспектрометр «Сокол-ГЦП» // Тезисы докладов VI Всероссийской открытой ежегодной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – М.: ИКИ РАН, 2008. – С. 92.
60. Архипов С. А., Линько В. М., Лукашевич Е. Л. Бортовой видеоспектрометр «Сокол-ГЦП» [Электронный ресурс]. – URL : [http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/2008\\_conf\\_pdf/C/Arhipov%20-%20Sokol.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/2008_conf_pdf/C/Arhipov%20-%20Sokol.pdf) (дата обращения: 06.04.2015).
61. Архипов С. А., Линько В. М., Бакланов А. И. Гиперспектральная аппаратура для КА «Ресурс-П» и перспективы ее модернизации // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космической техники и ее роль в устойчивом социальном развитии общества». – Самара, 2009. – С. 186.
62. Архипов С. А., Ляхов А. Ю., Тарасов А. П. Работы ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева» по созданию гиперспектральных приборов дистанционного зондирования // Тезисы докладов Научно-технической конференции «Гиперспектральные приборы и технологии». – Красногорск: МА «КОНТИНАНТ», ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева», 2013. – С. 25–30.
63. Федеральное космическое агентство. «Космический аппарат «Ресурс-П» выдал первые тестовые снимки» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.federspace.ru/19661/> (дата обращения: 18.03.2015).
64. Проект спутникового гиперспектрометра, предназначенного для малого космического аппарата / Д. Б. Балтер, А. А. Белов, Д. В. Воронцов, Л. А. Ведешин, В. В. Егоров, А. П. Калинин, А. Г. Орлов, А. И. Родионов, И. П. Родионова, Е. Ю. Федунин // Исследования Земли из космоса. – 2007. – № 2. – С. 43–55.
65. УФ-видеоспектрометр с «нормальным» спектром / В. Л. Жуков, В. М. Красавцев, Б. П. Павлов, А. Н. Семенов, К. Н. Чиков // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. Т. 4, ч. 1. – С. 69–74.
66. Чиков К. Н., Шлишевский В. Б. Малогабаритный гиперспектральный датчик // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск : СГГА, 2009. Т. 4, ч. 1. – С. 89–94.
67. Шлишевский В. Б. Оптимальная монтировка решетки в дифракционном спектрометре с многоэлементным приемником излучения // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск : СГГА, 2010. Т. 4, ч. 1. – С. 72–73.
68. Гиперспектральные приборы с микрозеркальной матрицей и дисперсионные монохроматоры изображений / И. М. Гулис, Е. С. Воропай, А. Г. Купреев, А. Г. Костюкевич // Тезисы докладов научно-технической конференции «Гиперспектральные приборы и технологии». – Красногорск : МА «КОНТИНАНТ», ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева», 2013. – С. 32–34.
69. Гиперспектральная аппаратура для космического аппарата «Ресурс-П»: направления модернизации и перспективы развития / С. А. Архипов, С. О. Кравченко, А. В. Ли, В. М. Линько, С. А. Морозов, М. А. Сальникова // Тезисы докладов научно-технической конференции «Гиперспектральные приборы и технологии». – Красногорск : МА «КОНТИНАНТ», ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева», 2013. – С. 43.
70. Схемные решения оптического тракта изображающих спектрометров / С. А. Архипов, С. О. Кравченко, А. В. Ли, В. М. Линько, С. А. Морозов // Тезисы докладов научно-

технической конференции «Гиперспектральные приборы и технологии». – Красногорск : МА «КОНТИНАНТ», ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева», 2013. – С. 44–45.

71. Архипов С. А., Кушнарв К. Г., Склярв С. Н. Апохроматические объективы для гиперспектральной аппаратуры // Контенант. – 2013. – Т. 12, № 1. – С. 65–68.

72. Шлишевский В. Б. Способ исправления кривизны спектральных изображений в призмных видеоспектрометрах // 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. 1. – С. 106–110.

73. Шлишевский В. Б. Компенсация кривизны спектральных линий призмных диспергирующих систем // Оптический журнал. – 2014. – Т. 81, № 3. – С. 30–34.

74. Гиперспектральное дистанционное зондирование Земли / С. П. Непобедимый, И. Д. Родионов, Д. В. Воронцов, А. Г. Орлов, С. К. Калашников, А. П. Калинин, М. Ю. Овчинников, А. И. Родионов, И. Б. Шилов, В. Н. Любимов, А. Ф. Осипов // Доклады Академии наук. – 2004. – Т. 397, № 1. – С. 45–48.

75. Мальцев Г. Н., Козинв И. А., Данилкин А. П. Космические системы и технологии многоспектрального дистанционного зондирования Земли // Информация и космос. – 2010. – № 1. – С. 148–158.

76. Хайлов М. Н., Заичко В. А. Гиперспектральная съемка – перспективы использования в интересах решения социально-экономических задач // Тезисы докладов научно-технической конференции «Гиперспектральные приборы и технологии». – Красногорск : МА «КОНТИНАНТ», ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева», 2013. – С. 10–11.

77. Архипов С. А. Конференция «Гиперспектральные приборы и технологии». Краткий обзор // Контенант. – 2013. – Т. 12, № 1. – С. 5–14.

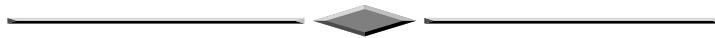
78. Фатеев В. Ф., Миньков С. А. Потенциальные возможности космических многоспектральных оптико-электронных приборов при обнаружении малоразмерных объектов // Оптический журнал. – 2000. – Т. 67, № 7. – С. 5–11.

79. Ковров А. А. Гиперспектральное оборудование для авиационного дистанционного зондирования [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.gisa.ru/75392.html> (дата обращения: 18.05.2015).

Получено 17.11.2015

© Г. Г. Горбунов, К. Н. Чиков, В. Б. Шлишевский, 2015

## МЕТРОЛОГИЯ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ



УДК 338.24

### **ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА КАФЕДРЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА**

***Оксана Николаевна Мороз***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат экономических наук, заведующая кафедрой управления и предпринимательства, тел. (383)361-01-24, e-mail: ksenijasib@mail.ru

***Олег Онуфриевич Иценков***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доктор экономических наук, профессор кафедры управления и предпринимательства, тел. (383)361-01-24, e-mail: eim447@gmail.com

В статье рассматриваются основы метрологического обеспечения системы менеджмента качества высшего образования применительно к деятельности кафедры управления и предпринимательства Сибирского государственного университета геосистем и технологий. В контексте современных требований к метрологическому обеспечению высшего образования раскрыто понятие процессного подхода. Особое внимание уделено процессам измерения анализа и улучшения работы кафедры управления и предпринимательства. Доказана эффективность использования современных методов оценки работы кафедры на основе процессного подхода.

**Ключевые слова:** высшее экономическое образование, кафедра управления и предпринимательства, система менеджмента качества, процесс, процессный подход, SWOT-анализ, SWOT-стратегии.

### **PROCESS APPROACH IN QUALITY MANAGEMENT SYSTEM DEPARTMENT OF MANAGEMENT AND BUSINESS**

***Oksana N. Moroz***

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Head of the Department Management and Entrepreneurship, tel. (383)361-01-24, e-mail: ksenijasib@mail.ru

***Oleg O. Itsenko***

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., D. Sc., Prof. of the Department Management and Entrepreneurship, tel. (383)361-01-24, e-mail: eim447@gmail.com

The article covers the basics of metrological provision of quality management system of higher education in relation to the activities of the Department of Management and Entrepreneurship, Siberian State University Geosystems and Technology. In the context of modern requirements for metrological provision of higher education reveals the concept of process approach. Particular attention is paid to the processes of measurement analysis and improvement of the department of management and entrepreneurship. The efficiency of the use of modern methods of evaluation of the department on the basis of the process approach.

**Key words:** higher education in economics, Department of Management and Entrepreneurship, the quality management system, process, process approach, SWOT-analysis, SWOT-strategy.

В современной практике требование повышения качества в системе высшего образования является аксиомой. Оснований для такого утверждения более чем достаточно: налицо несоответствие между новыми требованиями, которые ежедневно возникают в жизни, и возможностями системы высшего образования соответствовать им, значит, решать новые нестандартные задачи в меняющихся условиях. Эта проблема в равной степени затрагивает все уровни и всех участников учебного процесса, а также систему высшего образования в целом.

В Национальной доктрине развития образования [1] повышение качества выступает одной из главных задач. В вузах создаются системы менеджмента качества (СМК), проходит обучение профессорско-преподавательского состава, в различных подразделениях вузов осуществляется работа по анализу и изысканию ресурсов повышения качества образования, проводятся научные исследования в данной области [2–4]. Как показывает практика, несмотря на определенные успехи, практические наработки, в данной области гораздо больше нерешенного, что, на наш взгляд, следует отнести к ресурсам в области менеджмента качества образования. Одним из таких ресурсов является анализ деятельности подразделений вуза в контексте процессного подхода. Вне сомнения, деятельность подразделения началась не вчера, накоплен солидный опыт, но если он и подвергается анализу, то происходит это чаще всего спонтанно, бессистемно, и, как следствие, поиск эффективных путей повышения качества образования ограничивается краткосрочными мерами. Внешне все выглядит достаточно корректно, соблюдены все признаки процесса. Отсюда оборонительная позиция «мы же это делаем».

Деятельность кафедры управления и предпринимательства, которая является подразделением вуза, также требует переосмысления с позиции категорий, реалий и требований менеджмента качества.

Цель исследования – описать деятельность кафедры управления и предпринимательства СГУГиТ как совокупность взаимосвязанных процессов в системе менеджмента качества.

Все процессы, происходящие в любом подразделении, не существуют сами по себе, они вплетены в общий процесс жизнедеятельности вуза, взаимосвязаны между собой. Многое здесь происходит по синергетическому сценарию, где самоорганизация и саморазвитие оказываются порой доминирующими и определяют развитие событий. Нельзя полностью уповать на процессы самооргани-

зации. Роль порядка призвана решать система менеджмента качества, главные цели которой сформулированы в ГОСТ Р ИСО 9004-2001 [5]:

– определение и удовлетворение потребностей и ожиданий своих потребителей и других заинтересованных сторон (работников, поставщиков, владельцев, обществ);

– обеспечение преимуществ в конкурентной борьбе и осуществление этого преимущества результативно и эффективно;

– достижение, поддержание и повышение эффективности и возможностей организации в целом.

Заметим, что вторая цель находится в противоречии с принципами менеджмента, сформулированными Э. Демингом, который утверждал, что «западный стиль менеджмента», основанный на идее конкуренции и конфликта, должен быть заменен менеджментом на основе плодотворного сотрудничества [6, 7]. В этом смысле жизнь вносит коррективы, и в настоящее время многие вузы успешно сотрудничают, развивая плодотворные научные, творческие и другие связи.

Категориальный аппарат СМК разработан достаточно основательно как в зарубежной, так и в отечественной специальной литературе. В ходе нашего исследования мы не обнаружили принципиальных расхождений в понимании сути феноменов системы менеджмента качества, есть лишь некоторая детализация и расширение понятий.

Систему менеджмента качества обеспечивает ГОСТ Р ИСО 9001:2001, который является аналогом международного стандарта ISO 9001.

Стандарт ISO 9001:2008 разработан Международной организацией по стандартизации. Он обеспечивает системный подход к обеспечению качества. Внедрение системы менеджмента качества по стандарту ISO 9001: происходит поэтапно. Разработанный на основе многолетнего опыта и огромного количества организаций самых разных профилей, он четко регламентирует все мероприятия, которые проводятся в ходе разработки и внедрения системы менеджмента качества. Утвержденный в РФ в 2001 г., он апробирован российскими промышленными предприятиями и организациями, работающими в сфере услуг.

В сфере образования, учитывая специфику данной деятельности, внедрение системы менеджмента качества имеет следующие цели.

Внутри учебного заведения:

- в образовательном процессе – повышение успеваемости студентов;
- реорганизация системы управления учебным заведением, введение в учебную программу новых специальностей и специализаций;
- развитие инфраструктуры учебного заведения для создания благоприятных условий обучения;
- введение новых образовательных технологий;
- повышение уровня профессионализма преподавательского персонала;
- оптимизация образовательного процесса – рациональное использование ресурсов с максимальной эффективностью.

В итоге, благодаря таким системам, как интегрированные системы менеджмента, вуз будет выпускать качественных специалистов и улучшит свое финансово-экономическое положение.

Внешние цели:

- повышение конкурентоспособности среди учебных заведений своего профиля;
- расширение рынка потребителей – абитуриентов, с одной стороны, и организаций – работодателей, нуждающихся в молодых специалистах, с другой стороны;
- повышение престижа вуза;
- постоянная ориентация на конъюнктуру рынка специалистов, информированность.

В характеристике процессного подхода будем опираться на труды известных авторов менеджмента качества В. В. Ефимова, М. В. Самсоновой [8], где подробно даны основные понятия о процессе. Авторы исходят из того факта, что существуют две точки зрения на то, что представляет собой процесс:

- 1) процесс – это организация ресурсов;
- 2) процесс – это организационная деятельность.

Далее, опираясь на тот факт, что практически во всех толкованиях процесса появляются понятия «деятельность», «работа», авторы приходят к правомерности уточнения понятия «процесс» и замены его на понятие «бизнес-процесс» (или деловой процесс). В таком случае «бизнес-процесс – это цепь логически связанных, повторяющихся действий, в результате которых используются ресурсы предприятия для переработки объекта с целью достижения результатов для удовлетворения внутренних или внешних потребителей» [8]. При таком подходе бизнес-процессы есть процессы деятельности. В определении процесса важна идея изменения, движения, что представляет собой суть развития. Это не только не противоречит приведенному соотношению «процесс – бизнес-процесс», но и конкретизирует его, акцентируя идею развития. Другое дело, что развитие может быть как прогрессивным, так и регрессивным.

Система менеджмента качества предполагает только прогрессивное развитие, значит, необходима такая организация деятельности, где будет все время происходить развитие со знаком «плюс», более того, качество такой деятельности будет нарастать. В этом заключается смысл менеджмента качества.

Авторы [8] полагают, что при разработке процессов следует руководствоваться основными правилами ведения бизнеса, исходя из которых, процессы должны быть:

- непрерывными, последовательными, документально оформленными;
- нацеленными на создание результата, имеющего ценность для потребителя;
- контролируемы, т. е. обеспечены точками, методами и средствами контроля;
- рационально выстроены, чтобы исключить «возвраты» или лишние и неэффективные операции;

- снабжены каналами передачи информации и пр.

Изученная и проанализированная выше авторская трактовка, а также собственный опыт работы, эмпирические наблюдения позволили нам проанализировать деятельность кафедры управления и предпринимательства с позиции процессного подхода. В работе мы опирались на понимание процесса, изложенного в [8], где процесс представлен по уровням.

Рассмотрим каждый уровень процесса относительно предмета нашего исследования.

### **Первый уровень.**

- *Ответственность руководства.* На кафедре эту функцию выполняет заведующий кафедрой. В отечественной культуре сложилась традиция, согласно которой руководитель несет ответственность за все, что происходит в его подчинении и компетенции. В принципе это так и есть. Значительную роль играет человеческий фактор, качества лидерства, которые есть или нет у руководителя, наличие или отсутствие стремления отвечать за все или перекладывать это на плечи подчиненных в виде поиска виноватого. На кафедре сложилась традиция, согласно которой распределение ответственности между членами кафедры в своем роде не «замыкается» на заведующем, а происходит равномерно. Если же инициатива поступила от членов кафедры и получила одобрение с их стороны, то заведующий присоединяется к ней, курируя выполнение.

- *Стиль руководства.* Заведующий кафедрой использует демократический (коллегиальный) стиль руководства. Всегда выясняет мнение коллектива по важным производственным вопросам, принимает коллегиальные решения. Регулярно и своевременно проводит информирование членов коллектива по важным для них вопросам. Общение с подчиненными проходит в форме просьб, пожеланий, рекомендаций, советов, поощрений за качественную и оперативную работу, доброжелательно и вежливо; по необходимости применяются приказы. Руководитель стимулирует благоприятный психологический климат в коллективе, отстаивает интересы подчиненных.

- *Менеджмент.* Являясь скоординированной деятельностью по руководству и управлению кафедрой, менеджмент предполагает осуществление руководства кафедрой в соответствии с миссией университета, действиями высшего руководства, а также всеми структурами, с которыми кафедра находится во взаимосвязи: библиотекой, профкомом преподавателей, административно-хозяйственной частью и др. В части руководства немалую роль играют цели, принятые всеми членами кафедры и обеспечивающие эффективную реализацию всех процессов.

- *Процессы жизненного цикла.* Для деятельности кафедры это означает совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции (для экономического факультета – это подготовка квалифицированных экономистов и менеджеров) до момента удовлетворения этих потребностей в образовательных учреждениях и утилизации (выпуск специалистов) продукта.

- *Процессы измерения анализа, улучшения.* Эти процессы можно без особого напряжения обнаружить в деятельности любого подразделения вуза, но

гораздо эффективнее они воплощаются в жизнь, если осуществляются с помощью современных оценочных методов управления качеством деятельности, таких как, к примеру, SWOT-анализ [9]. На кафедре управления и предпринимательства такая работа проводится регулярно.

Используя процессный подход в качестве аналитического обоснования и аргументации, проведем комплексный SWOT-анализ деятельности кафедры управления и предпринимательства за 2014/15 уч. г., который включает SWOT-анализ и SWOT-стратегии по видам деятельности кафедры, а именно:

- кадрового потенциала (табл. 1, 2);
- учебной и методической работы (табл. 3, 4);
- научно-исследовательской работы (табл. 5, 6).

Таблица 1

SWOT-анализ кадрового потенциала

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокий процент кандидатов наук (более 80 %);</li> <li>– наличие у преподавателей базового экономического образования;</li> <li>– наличие аспирантуры по трем специальностям;</li> <li>– квалифицированный и опытный учебно-вспомогательный персонал;</li> <li>– 100 % учебно-вспомогательного персонала (УВП) с высшим образованием;</li> <li>– наличие у части учебного персонала (УП) второго высшего образования;</li> <li>– высокий процент преподавателей молодого возраста (средний возраст преподавателей – 35 лет);</li> <li>– большой стаж работы ППС;</li> <li>– сбалансированность возрастного состава ППС и УВП;</li> <li>– высокая культура поведения;</li> <li>– хорошая репутация преподавателей среди родственных кафедр вузов региона и общественности;</li> <li>– высокое лекторское мастерство ППС;</li> <li>– хороший психологический климат;</li> <li>– наставничество;</li> <li>– хорошие условия труда;</li> <li>– рациональная структура управления;</li> <li>– демократический стиль управления;</li> <li>– высокий уровень стратегического планирования деятельности;</li> <li>– эффективное лидерство и здоровый уровень конкуренции;</li> <li>– низкий удельный вес совместителей;</li> <li>– система стимулирования ППС из внебюджетных средств;</li> <li>– стабильный коллектив</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– низкий удельный вес в профессорско-преподавательском составе (ППС) докторов наук (более 10 %);</li> <li>– отсутствие средне- и долгосрочных планов подготовки по аспирантуре и докторантуре;</li> <li>– завышенные квалифицированные требования к ППС;</li> <li>– неотработанная система поддержки и стимулирования преподавателей;</li> <li>– отсутствие среди ППС совместителей-практиков;</li> <li>– низкий уровень привлечения профессоров из ведущих образовательных учреждений;</li> <li>– отсутствие зарубежных стажировок;</li> <li>– старение ППС;</li> <li>– неоптимальная численность УВП;</li> <li>– психологические и технологические барьеры ППС при использовании информационных технологий в обучении;</li> <li>– отсутствие персональных сайтов ППС;</li> <li>– необязательность УВП и ППС;</li> <li>– самоуспокоенность;</li> <li>– низкая оснащенность рабочих мест ППС оргтехникой;</li> <li>– высокая плотность рабочих мест в кабинете преподавателей;</li> <li>– высокая доля аудиторных занятий в общей нагрузке ППС;</li> <li>– необеспеченность рабочими местами соискателей и аспирантов</li> </ul>

Таблица 2

SWOT-стратегии кадрового потенциала

	Сила	Слабости
Угрозы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– совершенствовать систему материальной заинтересованности;</li> <li>– формировать систему социальной и профессиональной поддержки молодежи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– создать систему видеонаблюдения, контроля доступа к компьютерным и информационным технологиям;</li> <li>– повысить качество УВП для обеспечения информационной защиты и безопасности</li> </ul>
Возможности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сохранить традиции, совершенствовать кадровый потенциал;</li> <li>– развивать лидерство среди родственных кафедр региона;</li> <li>– привлекать творческую молодежь;</li> <li>– сохранить и развивать корпоративную культуру, поддерживать духовный климат</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– расширить учебный и лабораторный потенциал кафедры;</li> <li>– совершенствовать организацию рабочих мест ПК;</li> <li>– расширить специальности аспирантуры;</li> <li>– повышение квалификации ППС по использованию информационных технологий;</li> <li>– повышение квалификации ППС по основным читаемым курсам;</li> <li>– разработка требований к ППС по использованию информационных технологий в учебном процессе;</li> <li>– разработка требований по приему на работу УВП;</li> <li>– участие в семинарах по СМК с сопровождением реальных заданий;</li> <li>– четкое определение квалификационных требований к ППС и формулирование их в контрактах</li> </ul>

Таблица 3

SWOT-анализ учебно-методической работы

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>– соответствие образовательных программ по направлениям и специальностям требованиям ГОСа;</li> <li>– разработаны и периодически обновляются рабочие программы;</li> <li>– разработаны авторские спецкурсы по циклам специальных дисциплин</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие кафедральной электронной библиотеки;</li> <li>– окончательно не разработана модель выпускника;</li> <li>– отсутствие внешней независимой экспертизы экзаменационных и тестовых материалов</li> </ul>

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокое методическое обеспечение образовательных программ;</li> <li>– разработаны учебно-методические комплексы по всем дисциплинам;</li> <li>– изданы конспекты лекций преподавателями по всем дисциплинам;</li> <li>– изданы учебные пособия с грифом УМО;</li> <li>– разработан широкий перечень тем квалификационных работ и методическое обеспечение их выполнения;</li> <li>– разработаны тесты по всем дисциплинам, адаптированные к системе дистанционного обучения, дифференцированные по степени сложности;</li> <li>– составлены входные, промежуточные и выходные тесты для обеспечения независимой аттестации;</li> <li>– разработаны курсы общепрофессиональных и специальных дисциплин по выбору;</li> <li>– использование в учебном процессе программных продуктов;</li> <li>– организация самостоятельной работы студентов;</li> <li>– ежегодное участие в итоговой вузовской учебно-практической конференции;</li> <li>– применение балльно-рейтинговой системы оценки студентов;</li> <li>– введение письменных и тестовых экзаменов с системой критериев оценки;</li> <li>– обеспечение электронными средствами оперативного получения информации об успеваемости;</li> <li>– смещение акцента на индивидуальную работу со студентом;</li> <li>– внедрение элементов дистанционного образования;</li> <li>– наличие личной электронной библиотеки;</li> <li>– наличие общедоступных информационных ресурсов в локальной и глобальной сети</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточная эффективность организации, проведения и контроля всех видов практик студентов;</li> <li>– сокращение баз практик студентов;</li> <li>– отсутствие системы независимого текущего контроля качества подготовки выпускника;</li> <li>– низкий уровень использования дистанционного и открытого образования;</li> <li>– слабые связи с выпускниками;</li> <li>– высокая стоимость подготовки «договорных» студентов;</li> <li>– отсутствие бюджетных мест подготовки студентов;</li> <li>– низкий уровень договоров по подготовке специалистов с предприятиями;</li> <li>– недостаточное число учебных изданий с грифом УМО;</li> <li>– недостаточное количество электронных мультимедийных курсов по дисциплинам;</li> <li>– отсутствие заданий на самостоятельную работу по ряду дисциплин;</li> <li>– ограниченная возможность выбора студентами элективных курсов;</li> <li>– ограниченные возможности выбора студентом научного руководителя ВКР;</li> <li>– отсутствует обмен студентами на международном уровне;</li> <li>– неэффективная профориентационная работа;</li> <li>– использование нелицензионного программного обеспечения в учебном процессе;</li> <li>– недостаточное использование результатов УИРС в курсовом и дипломном проектировании;</li> <li>– нет возможности формирования групп студентов очно-заочного обучения воскресного дня на платной основе;</li> <li>– отсутствие подготовительной базы подготовки абитуриентов</li> </ul>

Таблица 4

SWOT-стратегии учебной работы

	Сила	Слабости
Угрозы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– предоставить выпускникам дополнительные образовательные услуги;</li> <li>- расширить число договоров с промышленными предприятиями о сотрудничестве и подготовке выпускников;</li> <li>– получение рационального (отраслевого) заказа на подготовку специалистов;</li> <li>– подготовка цикла статей, разъясняющих преимущества кафедры в сравнении с другими</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– активизировать профориентационную и адаптационную работу довузовской подготовки;</li> <li>– диверсифицировать направления бакалавриата и магистратуры;</li> <li>– организовать системы курсов по повышению квалификации руководителей и специалистов предприятий;</li> <li>- открыть дополнительные формы образования;</li> <li>– обеспечение эффективной рекламы образовательных услуг в СМИ и Интернете;</li> <li>- проведение мониторинга рынка образовательных услуг</li> </ul>
Возможности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– соответствовать тенденциям развития высшего образования;</li> <li>– завершить переход на многоуровневую подготовку выпускников;</li> <li>– увеличить число часов на самостоятельную работу студентов с одновременным сокращением аудиторных часов;</li> <li>– разрабатывать образовательные программы, согласованные с образовательными программами вузов за рубежом;</li> <li>– создать систему управления качеством образовательных услуг;</li> <li>– чтение обзорных лекций преподавателями зарубежных стран</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– организовать прямые связи с крупными предприятиями региона;</li> <li>– совершенствовать систему подбора и обучения иностранных граждан;</li> <li>– подготовить мультимедийные электронные курсы по всем дисциплинам;</li> <li>– создать модульную систему обучения;</li> <li>– организовать взаимодействие с выпускниками на уровне кафедры: встречи «выпускники – кафедра – факультет»;</li> <li>– разработать внешнюю экспертизу экзаменационных и тестовых материалов</li> </ul>

Таблица 5

## SWOT-анализ научно-исследовательской работы

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие докторантуры и аспирантуры, как факторов подготовки научных работников высшей квалификации;</li> <li>– участие большинства преподавателей в научно-исследовательской деятельности;</li> <li>– высокая результативность научных исследований (ежегодное количество: статей – 35, тезисов – 60, докладов – 40);</li> <li>– участие в региональных и международных конференциях;</li> <li>– издание межвузовского сборника научных трудов;</li> <li>– работа научного семинара;</li> <li>– текущее и стратегическое планирование научно-исследовательской деятельности кафедры;</li> <li>– издание монографий через центральные издательства и внутривузовским способом;</li> <li>– участие преподавателей в специализированных Советах;</li> <li>– доктора кафедры – члены академии наук;</li> <li>– участие ППС в ежегодной международной выставке «Интерэкспо ГЕО-Сибирь»;</li> <li>– наличие реальных проектов и заданий на курсовые и дипломные работы;</li> <li>– высокий процент дипломных и бакалаврских работ к практическому внедрению</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– несвоевременная защита кандидатских и докторских диссертаций;</li> <li>– низкая вовлеченность ППП в конкурсы грантов;</li> <li>– незначительный объем хоздоговорных работ;</li> <li>– низкий уровень редакторской работы на кафедре над сборником;</li> <li>– небольшое число публикаций в центральных и зарубежных журналах и журналах перечня ВАК;</li> <li>– неактивное участие в организации и проведении конференций общероссийского или международного статуса;</li> <li>– недостаточный статус межвузовского сборника</li> </ul>
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие Болонского процесса;</li> <li>– национальный проект «Образование»;</li> <li>– стабилизация экономики страны и рост промышленного производства;</li> <li>– повышение спроса на платные образовательные услуги;</li> <li>– поддержка ректоратом внедрения современных образовательных технологий;</li> <li>– создание университетского каталога инновационных разработок;</li> <li>– межкультурные коммуникации и кооперации университета с российскими и зарубежными научно-исследовательскими образовательными центрами;</li> <li>– высокая корпоративная культура в университете;</li> <li>– программы материально-технического оснащения кафедр Университета;</li> <li>– расширение числа родственных кафедр;</li> <li>– разработка специализированных советов по экономическим направлениям;</li> <li>– стремительное развитие новых информационных технологий в экономике и менеджменте</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– снижение авторитета и престижа работников высшей школы;</li> <li>– возрастающее конкурентное давление (новые конкуренты, коммерческие вузы, филиалы);</li> <li>– снижение потребностей предприятий региона в специалистах в области экономики;</li> <li>– неблагоприятные внешние условия (демография, изменение государственных и региональных приоритетов);</li> <li>– снижение качества среднего общего (полного) образования;</li> <li>– изменение потребности и приоритетов обучающихся;</li> <li>– возрастающая зависимость жизнедеятельности кафедры от информационно-коммуникационного комплекса и от функционирования обеспечивающих его программно-технических средств и обслуживающего их персонала;</li> <li>– снижение объема госзаказов (заданий);</li> <li>– сокращение государственного финансирования;</li> <li>– обесценивание высшего образования</li> </ul>

Таблица 6

## SWOT-стратегии научно-исследовательской работы

	Сила	Слабости
Угрозы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проведение работы по позиционированию научного сотрудничества кафедры в рамках общевузовской науки и мотивирование руководства СГУГиТ к поддержке разработок экономического профиля;</li> <li>– активизация поиска возможностей для участия студентов и преподавателей в конкурсах и грантах</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– изменение подходов к формированию учебной нагрузки ИПС, активно занимающихся научными исследованиями, участвующих в грантах, имеющих аспирантов, магистров и докторантов;</li> <li>– введение института научной школы (научный руководитель – аспирант – магистр – бакалавр)</li> </ul>
Возможности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– усиление роли НИР в деятельности кафедры за счет активного участия в конкурсах грантов, международных конференциях, олимпиадах и научно-практических семинарах;</li> <li>– формирование научных школ по основным направлениям НИР кафедры;</li> <li>– использование потенциала НИР в рамках учебного процесса при подготовке бакалавров, магистров, разработке дополнительных образовательных программ, проведения международных школ и открытых лекций</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование научно-кадрового потенциала по всем специальностям диссертационного совета;</li> <li>– включение экономического раздела в журнал «Вестник СГУГиТ»;</li> <li>– участие в общероссийских грантах;</li> <li>– проведение лекций ведущими преподавателями на английском языке</li> </ul>

Наглядно видно, что в работе кафедры управления и предпринимательства налицо позитивная динамика развития. Вместе с тем, есть «долгоиграющие» проблемы, которые решить оперативно сложно, например, повышение процента высококвалифицированных специалистов – докторов наук. Кроме того, вопросы измерения, анализа, улучшения постоянно отражаются в годовых отчетах кафедры, на заседаниях кафедры, в индивидуальной работе с преподавателями и студентами, во внедрении балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости.

**Второй уровень.** Он касается маркетинга, проектирования, планирования, производства, закупок, проверки и послепродажной деятельности. Все эти процессы взаимосвязаны и касаются в большей степени работы со студентами (а также работы с потенциальными абитуриентами и со стажерами).

**Третий уровень.** Деятельность этого уровня связана с документальным оформлением деятельности кафедры [10]. Кафедра сама участвует в составлении многих документов, например, рабочих программ, электронных учебно-методических комплексов, сценариев воспитательных мероприятий и пр. Есть документы, носящие «безусловный» характер, например, учебные и рабочие

планы, графики учебного процесса, ведомости успеваемости, кафедральный журнал, расписание занятий и др.

**Четвертый уровень.** Этот уровень охватывает микропроцессы, происходящие на уровне деятельности отдельных преподавателей, учебы студентов, взаимоотношений, возникающих на занятиях и вне их. Это частные процессы, без которых невозможно существование всех остальных процессов.

Все четыре уровня взаимосвязаны между собой, специфика каждого не отменяет общие тенденции развития процессов деятельности кафедры.

В заключение подведем некоторые итоги:

1. *Качество образования* – это комплексное понятие, которое характеризует эффективность данного вида деятельности с разных сторон – разработка стратегии, организация учебного процесса, маркетинг и др. О качестве образования судят по качеству выпускников. Качество образования базируется на трех ключевых составляющих:

- цели и содержание образовательного процесса;
- уровень профессионализма преподавателей и организации преподавательской деятельности;
- состояние материально-технической базы и уровень научно-информационной базы учебного процесса.

2. *Система менеджмента качества высшего образования* в современной практике связана со следующими проблемами [11]:

- конъюнктура рынка меняется быстро; рынок неравномерно насыщается специалистами разных профилей;
- спрос на специалистов носит непостоянный характер;
- государство не может регулировать рынок труда и распределение выпускников;
- большая конкуренция на рынке образовательных услуг за счет роста числа негосударственных организаций (вузов, колледжей);
- использование устаревших методик обучения снижает эффективность образовательных процессов.

3. *Система менеджмента качества в образовании*, будучи внедренной и действующей, позволит выйти учебному заведению на качественно новый уровень. Четкое распределение обязанностей и ответственности за выполнение работы на своем участке, унификация процессов обучения, их согласованное действие, своевременное выявление и устранение недостатков будут способствовать улучшению подготовки специалистов. Это, безусловно, повысит степень доверия заказчиков, заинтересованных в молодых специалистах.

4. *Процессный подход* является основой системы менеджмента качества. Он включает в себя совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих процессов и регулирует последовательность действий и операций.

5. *Комплексный SWOT-анализ по видам деятельности* кафедры является частью процессного подхода стратегического планирования деятельности, идея которого заключается в принятии решений для превращения слабостей в силу

и угроз в возможности, а также в развитии сильных сторон в соответствии с её ограниченными возможностями.

6. В данном исследовании предпринята попытка *оценки системы менеджмента качества* деятельности кафедры управления и предпринимательства СГУГиТ на основе процессного подхода. Анализ на основе процессного подхода позволил высветить новые грани и возможности улучшения качества высшего экономического образования в условиях перехода на новые стандарты в контексте компетентностного подхода.

7. *Качественное образование*, престиж среди абитуриентов и хорошая репутация в обществе – все это даст система менеджмента качества, действующая на кафедре и в высшем учебном заведении.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Национальная доктрина образования в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL : <http://inncom.ru/content/reforma/>.
2. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1. – С. 3–14.
3. Информационно-справочный портал поддержки систем управления качеством [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.quality.edu.ru/>
4. Менеджмент процессов: пер. с нем. / под ред. И. Беккера, Л. Вилкова, М. Кугелера, М. Роземанна. – М. : ЭКСПО, 2014. – 384 с.
5. ГОСТ Р ИСО 9004-2001. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.complexdoc.ru/lib>.
6. Deming W. Edwards Fourteen Points and the seven deadly diseases control [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.endsoftheearth.com/Deming14Pts.htm>.
7. SWOT Analysis [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.quickmba.com/strategy/swot/>.
8. Ефимов В. В., Самсонова М. В. Управление процессами. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – 222 с.
9. Мороз О. Н., Шадринцева А. Н. Государственно-частное партнерство в сфере регионального туризма // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 124–133.
10. Стандарт ИСО 9001:2000. Рекомендации по применению [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.datafort.ru/content/rus/184/1847-article.asp>.
11. СТО 4.2-01–2008 «Система менеджмента качества. Общие требования к построению, содержанию и оформлению стандартов организации».

Получено 04.11.2015

© О. Н. Мороз, О. О. Иценков, 2015

## ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

---

УДК 633.11:[631.559:631.53.02]. 577.4

### **ЗАКОН ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ – ОСНОВА НОВОЙ ПАРАДИГМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Юрий Степанович Ларионов*

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

Показано, что использование химизации в сельскохозяйственном производстве негативно отразилось на плодородии и биоте почв, продуктивности возделываемых растений. Предложены новые принципы управления плодородием почв, продуктивностью растений и устойчивостью агроценозов на основе биоземледелия (включающего корнеоборот и управление эдафитными и эпифитными процессами в растениеводстве и земледелии), которое базируется на сформулированном законе плодородия почв: «Создание, сохранение и повышение плодородия почв в любых агроэкологических условиях осуществляется путем поддержания корнеоборота растений в тесном взаимодействии с другими компонентами биоты (бактерии, грибы, водоросли, почвенные животные), воздуха и водообмена (водооборота) между живой и косной материей экосистемы». Использование этого закона позволяет управлять плодородием почв, тем самым целенаправленно повышать потенциальный и эффективный ресурс сельскохозяйственного производства и биосферы. Он базируется на эволюционном и эколого-генетическом принципах, а также на принципах естественного и искусственного отборов существования живой материи на Земле. Одним из важных моментов внедрения биоземледелия и закона плодородия почв в сельскохозяйственное производство является разработка мониторинга плодородия земель на основе ГИС систем. Таким образом, человечеству в ближайшие годы (чем быстрее, тем лучше в плане экологической устойчивости биосферы) предстоит взять на себя функцию управления плодородием почв, как оно уже взяло на себя управление генетическим разнообразием растений, животных и микроорганизмов на основе генетики и селекции.

**Ключевые слова:** почва, плодородие, биота, биоземледелие, закон плодородия, экосистема, агроценоз.

### **SOIL FERTILITY LAW – THE BASIS OF NEW PARADIGM OF AGRICULTURAL PRODUCTION**

*Jurij S. Larionov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., D. Sc., Prof. of Department Ecology and Environmental Management, e-mail: larionov42@mail.ru

It is known that chemization in agricultural production had negative influence on soil fertility and biota and on productivity of cultivated plants. There were proposed new principles of soil fertility management, plant productivity and agrocenosis stability based on biozemledelie (biofarming) (including root rotation, edaphic epiphic process management in plant cultivation and farming) which is based on the formulated soil fertility law: «Creation, preservation and improvement of soil fertility in any agroecological conditions is carried out by means of close interrelation between root rotation and other components of biota (bacteria, fungus, water plants, soil animals), air and water circulation within alive and organic matter of ecosystems». This law allows to manage soil fertility and to purposefully enhance potential and effective resource of agricultural production and biosphere. It is based on evolutionary and ecological genetic principles, and also on natural and artificial selection principles of living matter existence on the Earth. One of important things of biozemledelie and soil fertility law introduction into the agricultural production is the design of soil fertility monitoring based on GIS systems. Thus, in the nearest future (the sooner the better from the viewpoint of ecological stability of biosphere) the Human race will have to take the soil fertility function under control as it has already done with genetic diversity of plants, animals and micro organisms on the basis of genetic selection.

**Key words:** soil, fertility, biota, biozemledelie, biofarming, fertility law, ecosystem, agrocenosis.

Сегодня мы видим смену научных парадигм в таких науках, как физика, биофизика, химия, биология и многих других естественных науках. В то же время в сельскохозяйственном производстве на уровне большинства сельскохозяйственных наук этого не наблюдается. А повсеместное падение плодородия почв, усиливающаяся неустойчивость продуктивности полей и всего сельскохозяйственного производства, при возрастающем требовании экологизации отрасли в соответствии с новой (биосферной) парадигмой природопользования диктует необходимость смены парадигмы в целом в земледелии и растениеводстве. Успешное решение поставленной проблемы в земледелии, как основополагающей науки о землепользовании, может быть только на основе смены старой парадигмы – интенсификации сельскохозяйственного производства на основе широкой химизации, на новую – биоземледелие [1–10]. К тому же, это является необходимой предпосылкой продовольственной безопасности нашей страны [2, 8, 10]. Новая парадигма базируется на том, что теоретический выход из создавшегося положения в сельском хозяйстве связан с переходом его на эволюционно-генетический и эколого-генетический принципы создания и существования живого [3–6, 8], т. е. взамен существующему принципу искусственного отбора, обуславливающему ограниченный подбор культурных растений в севообороты, базирующимся на хозяйственной целесообразности, плодосмене, химизации, глубокой обработке почвы и приоритете одновидовых посевов. При этом новая парадигма, в форме биоземледелия требует значительно расширения генетического разнообразия агроценозов на основе межвидового и внутривидового взаимодействия растений, животных, микроорганизмов в конкретной агроэкосистеме и функционирования ее на принципе естественного отбора, лежащего в основе существования экосистем и биосферы в целом. На основе эволюционно-генетического и эколого-генетического принципов

взаимодействия живой материи (различные виды растений, животных, микроорганизмов) возникли различные виды почв и их плодородие на нашей планете. В связи с этим несоблюдение этих принципов в процессе сельскохозяйственного производства, связанного с использованием почв, ведет к деградации и падению их плодородия, что и наблюдается сегодня повсеместно. Это имеет огромные негативные экологические и биосферные последствия, ведь сельскохозяйственная отрасль является планетарной, так как ее влияние распространяется на сотни миллионов гектар. Сегодня особую обеспокоенность вызывают изменения, происходящие в видовом биологическом разнообразии агроценозов, которые обуславливают процессы почвообразования и сохранения плодородия почв [2, 9, 11, 12 и др.]. Ввиду того, что каждая популяция микроорганизмов, почвенных животных, растений участвует преимущественно в определенных звеньях общей цепи превращений вещества и энергии, уменьшение численности или соотношения видов в составе агроценоза вызовет депрессию почвообразовательного процесса и нарушение экосистемных и биосферных функций почв. Свидетельством начавшейся деградации почв сельскохозяйственного пользования является повсеместное уменьшение их гумусированности, изменение кислотности, водно-физических свойств, скорости миграции элементов минерального питания из пахотного горизонта, что ведет к неустойчивости урожайности, увеличению доз минеральных удобрений для получения ее прежнего уровня, повышению пестицидной нагрузки и др.

Подчеркнем, что основными эволюционно и эколого-генетическими показателями, характеризующими плодородие почв, является их высокая биологическая активность, содержание в них гумуса (сложное соединение органической и минеральной частей почвы). Высокогумусированные почвы имеют благоприятную для растений структуру, хорошую водоудерживающую способность и достаточный запас питательных веществ. Экспериментальным путем установлено, что повышение содержания гумуса даже в дерново-подзолистой почве на 1 % увеличивает продуктивность пашни более чем на 25 % [2, 13, 14]. Аналогичные данные получены и в других опытах. Следовательно, создание запасов органического вещества в пахотных землях должно стать первоочередной задачей земледелия [1, 9, 14–18 и др.]. Вместе с тем, наблюдения показывают, что за десятки лет интенсивной эксплуатации почв Краснодарского края, Ростовской и Саратовской областей содержание в них гумуса снизилось с 8–7 до 5–6 % [19]. Сегодня это явление фактически наблюдается повсеместно в Российской Федерации. Например, в пахотных землях южной и северной лесостепи Омской области, где сосредоточены основные площади различных типов черноземных почв, содержание гумуса составляет в настоящее время 5,4 и 5,7 %, соответственно при средневзвешенном содержании – 5 %. В степной и северной зонах содержание его ниже, соответственно 4,6 и 3,5 %. При таком содержании гумуса практически утрачиваются благоприятные физико-химические свойства почвы, нарушаются водный и воздушный ее режимы. Это ведет к снижению урожайности зерновых культур и ее нестабильности. Подобная

картина наблюдается и в других областях и краях Западной Сибири [9, 12, 16, 18]. По мнению ведущих почвоведов за последние 100 лет запасы органического вещества в черноземах нашей страны уменьшились в два раза [12, 14, 17]. Очевидно, в почвах произошли настолько сильные изменения, что биота уже не в состоянии поддерживать на высоком уровне гумификацию органического вещества и не обеспечивает закрепление биофильных элементов в пахотном горизонте. То есть, в естественной цепи преобразования веществ, отдельными звеньями которой являются разные виды живых организмов, образовались слабые места, ограничивающие интенсивность процессов почвообразования. В севооборотах, в погоне за чистотой одновидовых посевов, мы искусственно уничтожаем эволюционно-генетическое сложившееся межвидовое и внутривидовое взаимодействие в экосистемах и биосфере, которое ежегодно путем эколого-генетических преобразований на основе механизма естественного отбора успешно регулировало видовое разнообразие и уровень взаимодействия живых форм в экосистемах и в целом биосфере [2, 3, 8, 11, 12, 15].

Опасность вытеснения или сильного подавления отдельных компонентов биоценоза кроется в возможном выходе почвенного сообщества на новый экологический уровень, при котором и процессы почвообразования будут протекать только в очень узких интервалах физических и химических показателей почв [9, 11–13, 20]. Это приведет к еще большей зависимости эффективного и потенциального плодородия от климатических условий (температуры, влажности), а значит, и снижению устойчивости урожаев, которое мы и наблюдаем в последние годы. Дальнейшее применение средств химизации в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур усилит расшатывание агро-биогеоценозов.

Предсказываемые неограниченные возможности химических способов борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур после начала широкомасштабного использования пестицидов (ядохимикатов) не подтвердились в связи с возникновением проблемы резистентности [2, 6, 21–24]. В 1938 г. было известно всего 7 видов вредителей, устойчивых к пестицидам, к 1984 г. их количество возросло до 447, сегодня оно превышает тысячу видов, многие из которых мигрируют в районы, где их раньше не наблюдали. Первоначально, это вызвало озадаченность биологов, но при более детальном анализе действия пестицидов на живые организмы появление относительно невосприимчивых к ядохимикатам сорняков, вредителей, фитопатогенов объясняется достаточно просто. Известно, что эволюционное развитие любых живых организмов невозможно без генотипической изменчивости и в популяциях всегда имеются отдельные особи более устойчивые (резистентные), чем другие, по отношению к определенным пестицидам, доля которых составляет примерно  $10^{-9}$  [21, 23]. Они не выделяются среди основной массы по другим признакам и внешне незаметны. Но при применении пестицидов, особенно в благоприятных условиях, получают преимущественное развитие. Фактически,

на наших глазах естественный отбор создает новые, устойчивые к ядохимикатам популяции вредителей, болезней, сорняков.

И чем интенсивнее будут использоваться земледельческие допинги (минеральные удобрения, пестициды), тем больше средств потребуется для предотвращения возникновения отрицательных последствий их применения и для поддержания стабильности агроэкосистем. И это мы сегодня воочию наблюдаем. Так, общие капиталовложения на получение единицы сельскохозяйственной продукции в мире неуклонно повышаются. В росте урожайности кукурузы в США за период с 1945 по 1970 г. в 2,4 раза энергетические затраты на 1 га увеличились в 3,5 раза [9,15]. Аналогичная тенденция наблюдается и в других странах. Оценить последствия воздействия средств химизации на почву на современном уровне развития науки невозможно, в полной мере не принимая во внимание ее биосферных функций.

Необходимо отметить тот факт, что растительное биоразнообразие на почвах, вовлеченных в сельскохозяйственное использование, значительно суженное, так как возделываются культуры и сорта растений, только необходимые человеку. А в эволюции почвы, в первую очередь, принимали и принимают участие огромное количество видов, отличающихся по своим физиолого-биохимическим свойствам и типам корневых систем, объединенных в экосистемы, в которых осуществляется круговорот веществ [9, 15].

Роль почвенной оболочки планеты в регулировании процессов, протекающих в биосфере, обстоятельно рассмотрена в работах В. Г. Добровольского, Е. Д. Никитиной [13], Ю. А. Овсянникова [9]. Согласно выдвигаемой ими концепции, устойчивые сдвиги в физико-химических и биологических свойствах почв, загрязнение их веществами антропогенного происхождения вызовет изменение гидрологического режима планеты, газового состава атмосферы и глобальное потепление климата.

Таким образом, чем углубленнее становятся наши представления о поведении минеральных удобрений и ядохимикатов в окружающей среде, тем больше вскрывается самых неожиданных негативных проявлений их действия на живые организмы, экосистемы и процессы почвообразования. Это должно глубоко озаботить научное сообщество и нацелить его на поиск новой парадигмы интенсификации растениеводства и земледелия в сельскохозяйственном производстве.

Учитывая растущие программные возможности ГИС систем при наличии технических средств дистантного зондирования почв (ДЗП) агроландшафтов, деградации почв под действием водной и ветровой эрозии, попытки оценки плодородия почв для агроэкологического контроля эффективности применения в земледелии и растениеводстве современных технологий возделывания сельскохозяйственных растений, основываются на возможности использования анализа мультиспектральных космических снимков для решения многих научных и производственных задач, в том числе для создания электронных картограмм при внедрении элементов биоземледелия на равнинных территориях ле-

состепной зоны Западной Сибири. Разработка методов ДЗП может минимализировать затраты на проведение агрохимического почвенного картирования, контроль за мероприятиями повышения почвенного плодородия, позволит рационально использовать земельные ресурсы и их кадастровую оценку, деградацию почвенного плодородия под влиянием используемых технологий, а также необходима в проведении той или иной мелиорации или градостроительных и других работ [25–27]. Предложен [27] новый методологический подход к теоретическому анализу материалов дистанционного зондирования Земли с позиции выявления специфики поглощения солнечной радиации компонентами ландшафта. Рабочая гипотеза позволяет предположить, что, проводя исследование спектра отраженной земными объектами солнечной радиации, будет возможно с новых теоретических позиций раскрыть механизм специфики избирательного поглощения почвами и растительностью солнечной энергии. Она обусловлена биологией растений и специфическими свойствами физических компонентов твердой фазы почв, составом гумуса и многим другим.

Однако, говорить об оценке плодородия почв по основным показателям еще рано, так как нет методов оценки мощности почвенного горизонта, гумусированности, кислотности, содержания основных химических элементов азота, фосфора, калия, кальция, натрия и др., а также микроэлементов, без которых сегодня трудно говорить об потенциальном и эффективном плодородии почвы для тех или иных сельскохозяйственных культур и сортов.

Необходимо остановиться еще на одном факторе плодородия почвы – воде ( $H_2O$ ). При этом воду нужно отнести к важнейшему из элементов питания, так как нарушение круговорота и водообмена между биотой и косной материей, ведет к невозможности эффективного обмена вещества и энергии в почве и в целом биосфере. Нарушение водообмена ведет к резкому снижению продуктивности сельскохозяйственных растений, а также к деградации почвы (заболачиванию, опустыниванию, засолению и другим негативным последствиям). Следует помнить, что все живые организмы состоят на 70–90 % и более из воды. Определение сухого вещества, как главного показателя эффективности работы живых организмов, привело к тому, что ученые выбросили из состава элементов питания воду в форме химического соединения  $H_2O$ . Ей отвели роль растворителя или утолителя жажды.

Сегодня можно утверждать, что среда обитания любых живых форм (включая и людей), должна быть насыщена в достаточном количестве водой, выступающей как жизненно важный фактор [8, 28–30]. Следует обратить внимание на воду как на информационный фактор, обеспечивающий гармонизацию роста и развития живых организмов. Заметим, что эти свойства воды почти не изучены. Вода в процессе ее участия в метаболических процессах выполняет, помимо функции растворителя, информационную, которая обуславливает весь процесс синтеза органического вещества на нашей планете и конкретно на каждом поле и каждом организме и каждой его клеточке. Кластарная структура воды, наличие орто- и пара-спин изомеров позволяет ей передавать и хранить

огромное количество информации о многих биохимических процессах и влиянии на них внешних факторов [8, 28–30]. Отсюда однозначный вывод, что биохимические и информационные свойства воды и обеспеченность ею культурных растений и всей биоты почвы является главным условием существования почв и формирования их плодородия в эволюционном и экологическом аспектах и, конечно же, урожайности сельскохозяйственных растений. В связи с этим, сохранение воды как на отдельном поле, так и в любой точке планеты есть главная задача не только сельскохозяйственного производства, отдельных национальностей, но и всего человечества. Информационная роль воды в регулировании продукционных процессов в живых организмах еще слабо изучена, но первые опыты на растениях, человеке показали ее регулируемую роль в гармонизации роста и развития живых организмов, что делает ее объектом особого научного внимания в изучении роли в эволюционных и экологических процессах, происходящих в биосфере и будущем человеческой цивилизации [8, 28–30 и др.]. Поэтому глубокая обработка почвы в сельскохозяйственном производстве и другие способы рыхления приводят к огромным потерям воды на полях и снижению урожайности посевов возделываемых культур. Удобрения и пестициды, вызывая стрессовое воздействие на биоту почвы, минерализацию гумуса, а также на культурные растения отрицательно влияют на использование почвенной влаги [1, 2, 11, 12, 20, 31].

Дальнейшее использование химических средств ставит под сомнение не только производство продуктов питания, но и устойчивое состояние биосферы, так как не гарантирует сохранение плодородия почв. Значение почвенного покрова для современной биосферы сравнимо с озоновым экраном стратосферы. Избранная человечеством стратегия, кратко проиллюстрированная в статье, ведет к деградации почв, к постепенному снижению продуктивности растений и катастрофическим изменениям в окружающей среде.

Сегодня на средства химизации смотрят как на ведущий фактор повышения урожайности, но почему-то игнорируется опасность деградации почв для будущих поколений. Эта страусиная позиция современной науки связана с отсутствием глубоких теоретических подходов в разработке альтернативных технологий и с той близорукой политикой, которая проводится в отношении этой планетарной отрасли. Нам представляется, что наукоемкость сельскохозяйственной отрасли необходимо повысить на несколько порядков, сократив финансирование ряда конъюнктурно-политических направлений для блага нынешнего и будущих поколений [8].

Краткий экскурс в негативные процессы, порождаемые химизацией, глубокой обработкой и рыхлением почвы, происходящие в агроэкосистемах и биосфере, показывает, что все это, вместе взятое, может явиться причиной не только обеднения почв гумусом, потери их плодородия, но и устойчивости агроэко-систем и в целом биосферы [1–9, 11–26, 28–30, 33].

Теоретический выход из создавшегося положения в сельском хозяйстве связан с переходом его на эволюционно-генетический и эколого-генетический

принципы создания и существования живого [3–8, 30, 32], т. е. взамен существующему принципу искусственного отбора культурных растений, базирующемся на плодосмене, химизации и приоритете одновидовых посевов. Сегодня требуется расширение генетического разнообразия агроценозов на основе межвидового и внутривидового взаимодействия растений, животных, микроорганизмов в конкретной агроэкосистеме и функционирование ее на принципе естественного отбора, лежащего в основе биоизменения и закона плодородия почв.

В чем состоит теоретическая суть биоизменения и закона плодородия почв, т. е. на каких принципах оно базируется?

Формирование почвы как геологического и впоследствии сельскохозяйственного объекта началось с появлением живой материи [3–8, 12, 13, 30, 32]. Она зарождалась путем сложных эволюционных и эколого-генетических взаимодействий с неживой материей на основе появления различных видов живых организмов и их популяций (сегодня мы это видим на формировании хромосомного генетического аппарата, мутагенезе, рекомбинагенезе, конкуренции, избирательности оплодотворения, генетической изоляции и многих других генетических процессах и механизмах), происходивших в различных экологических нишах на планете на основе клетки, ее дифференцированных и специализированных структур в форме органов и организмов. Именно эволюция клетки позволила создать все сложное многообразие живого на планете и биосферу, начиная от микроорганизмов до человека на базе естественного отбора [3–8, 32]. Ведущую роль в формировании (эволюции) почвы на планете сыграли растения, имеющие надземные и подземные органы и обеспечившие за счет фотосинтеза накопление на планете огромного количества органического вещества, вступившего совместно с микроорганизмами и животными в геохимическое взаимодействие с неорганической частью планеты. С появлением активной деятельности человека – подключением к этому процессу и искусственного отбора сформировались все агроценозы на Земле. Последний (принцип искусственный отбор), к сожалению, при отсутствии глубоких эволюционно-генетических теорий у ряда естественных наук и отсутствия до настоящего времени единой, выработанной научным сообществом хорошо обоснованной целостной естественно-научной картины материального мира, став мощным экологическим фактором на планете, начал негативно действовать на биосферу [3, 5, 8]. И это стало заметно на почве, как самой чувствительной части биосферы планеты, поскольку в ней наиболее тесно переплетены сложнейшие взаимодействия всех видов живой и косной материи, а сама она находится на границе планеты и космоса.

Эколого-генетический принцип проявлялся и проявляется в сложном взаимодействии различных видов живых организмов – растения, грибы, водоросли, бактерии, животные между собой и неорганической частью планеты в конкретных ландшафтно-географических условиях Земли в течение года, нескольких лет (десятки, сотни, в ряде случаев тысячи), т. е. в пределах конкретных геологических эпох развития планеты и формирования ее биосферы на принципе естественного отбора [3, 5, 7, 8, 32]. Он лежит в основе почвообразо-

вания и повышения плодородия почв, но оказался нарушенным в современном сельскохозяйственном производстве, а именно в земледелии и растениеводстве, базирующихся на принципе искусственного отбора.

Учитывая все вышесказанное, с нашей точки зрения, первой задачей является переход сельскохозяйственной отрасли, и в первую очередь земледелия на биоземледелие, т. е. на смоделированные эволюционные и экологические процессы, которые представляют собой не что иное, как целенаправленный процесс межвидовых и внутривидовых взаимодействий живых организмов (биологических объектов) между собой и косной материей (неживой материнской породой) в агроценозе, т. е. управляемый процесс. Он базируется на эволюционно- и эколого-генетических принципах формирования почвы как геологического объекта, а также принципах естественного и искусственного отборов при формировании агробиоценозов в конкретных агроэкологических условиях (биоты, растительных и других сообществ агроэкосистем). Только такой подход, заложенный в выше обоснованных принципах, может обеспечить повышение плодородия почв в сельскохозяйственном производстве. То есть, предусматривается обязательное целенаправленное применение биологических методов наращивания органического вещества почвы и ее гумусности, защиты растений и почвы от вредителей и болезней, запускающих и регулирующих механизмы экологической и биологической безопасности возделываемых культурных растений (с экологической точки зрения: деструкторов органических остатков, регуляторов численности фитофагов, возбудителей болезней, сорных растений и др.). Естественно, этот эволюционно сложившийся процесс, который целенаправленно используется человеком в сельскохозяйственном производстве на основе взаимодействия живых организмов различных уровней организации, как между собой, так и с минеральной частью планеты для производства продукции растениеводства, защита ее с помощью биометодов от болезней, вредителей, сорных растений и повышения плодородия почв без привлечения средств химизации, следует назвать биоземледелием.

Итак, что мы называем биоземледелием и почвой, обеспечившей прогрессивную эволюцию человека на Земле?

Биоземледелие – это управляемый процесс возделывания культурных растений и повышения плодородия почвы в конкретных агроэкологических условиях, основанный на сложном взаимодействии между собой, почвы с различными видами растений, животных и микроорганизмов, обеспечивающих их защиту от болезней, вредителей и сорных растений биологическим путем.

Почва – это совокупность живой и косной материи, обеспечивающая устойчивую взаимосвязь их в биосфере планеты на основе круговорота вещества и энергии.

Таким образом, биоземледелие – это управляемый человеком процесс возделывания сельскохозяйственных растений, повышения их урожайности на основе постоянного сохранения и наращивания плодородия почв и защиты растений на эволюционной и эколого-генетической основе.

Суть биоземледелия, которое мы предлагаем взамен существующим принципам и методам сельскохозяйственного производства, достаточно проста. К тому же, все его элементы уже разработаны наукой, их остается только теоретически осмыслить и объединить на основе сформулированных нами [3, 5, 7, 8, 32] принципов создания и существования живого на нашей Земле и понять основной закон, на основе которого существует почва как планетарный объект и основное средство производства в сельскохозяйственной отрасли.

На основании краткого вышеизложенного материала и многолетних собственных (свыше 40 лет) научных исследований [3–8, 30, 32, 33 и др.] по разработке эволюционно- и эколого-генетических, а также принципов естественного и искусственного отборов создания и существования живой материи на Земле, отражающих огромную сложность взаимодействия различных видов живой и косной материи, представляется возможность сформулировать закон плодородия почвы биологического земледелия.

Создание, сохранение и повышение плодородия почв в любых агроэкологических условиях осуществляется путем поддержания корнеоборота растений в тесном взаимодействии с другими компонентами биоты (бактериями, грибами, водорослями, почвенными животными), воздуха и водообмена (водооборота) между живой и косной материей экосистемы.

Закон плодородия почвы соответствует эволюционно-генетическому, эколого-генетическому принципам возникновения и существования почвы, которые сегодня часто нарушаются человеком на фоне действия естественного и искусственного отборов в процессе принятых технологий возделывания сельскохозяйственных растений [3, 5, 7, 8, 32].

В современном представлении и достаточно сжатой формулировке Закон плодородия биологического земледелия показывает теоретически обоснованный путь использования эволюционно-генетического и эколого-генетического принципов в создании антропогенного, устойчивого агроэкологического комплекса, разработки новых технологий, повышающих потенциальный и эффективный ресурс биосферы и сельскохозяйственного производства.

Успешное функционирование Закона плодородия в биоземледелии связано с соблюдением в агроэкосистемах и биоценозе следующих условий: 1) обязательное чередование культур, на каждом поле как во времени, так и в пространстве с различными типами корневых систем (корнеоборот) – мочковатая (глубина проникновения в почву 0–30 см), промежуточная – 0–60 см и стержневая – 0–100 см и более, сформировавшихся в результате эволюционно- и эколого-генетических процессов у различных видов растений; 2) чередование в пределах поля культур как в плодосмене (севообороте), так и в течение года основных, покровных, пожнивных, поукосных культурах и сидератов осуществляется на основе корнеоборота с обязательным оставлением их биомассы на поле, с мелкой заделкой ее в верхний слой почвы, созданием мульчи, а также агролесомелиоративных мероприятий, обеспечивающих дополнительные условия для тесного взаимодействия всей биоты и косной материи в агроэкосистеме. При

этом корнеоборот на основе покровных, пожнивных, поукосных и сидеральных культур как в чистых, так и смешанных посевах позволяет расширить в 2-3 раза биологическое разнообразие агроэкосистем; 3) сохранение и накопление влаги (воды), как основного энергоинформационного компонента агроэкосистемы в корнеобитаемом слое почвы; 4) сохранение целостности пахотного и всех других горизонтов почвы и живых организмов, обитающих в ней и на прилегающих участках (в биоценозе), а также биологической регуляции их роста и развития для обеспечения защиты культурных растений от фитофагов, возбудителей болезни, сорных растений, а также проведение биостимуляции процессов разложения органических остатков.

Как видим, в основе биоземледелия лежит корнеоборот, обеспечивающий подъем элементов минерального питания из нижних слоев почвы (материнская порода является неисчерпаемым источником элементов минерального питания – фосфора, калия и др. для растений) в верхний, испытывающий их постоянный дефицит, в связи с ежегодным отторжением с урожаем и где наиболее активно работают все типы корневых систем, создавая этот дефицит. В корнеоборот обязательно входят бобовые культуры, обеспечивающие на основе симбиоза с бактериями фиксацию и накопление азота из атмосферы. Пожнивные и поукосные культуры выполняют функцию не только корнеоборота, но и расширения биологического разнообразия в агроценозах, поставщиков дополнительной качественно отличающейся массы органики в почву, аэрируемости ее и как мульчирующего агента, для сохранения влаги в почве, и стабилизации продуктивности агроценоза. Обязательным элементом корнеоборота является использование микробиологических препаратов, ускоряющих разложение органических остатков (эдафитные процессы [8, 37]) и усиливающих азотфиксацию бобовыми культурами.

В технологический цикл биоземледелия обязательно включаются биометоды [2, 37] – экологически безопасные саморегулируемые биологические способы защиты культурных растений от болезней, вредителей и сорных растений, которые являются важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур, как регуляторы численности и подавления фитофагов, возбудителей болезней, сорных растений (эпифитные процессы) [35–37], что также основывается на принципе действия естественного отбора [3, 5, 7, 8]. Все это в совокупности и представляет собой в первом приближении биоземледелие или будущее сельскохозяйственное производство, альтернативное широкой химизации, которое будет не эксплуатировать варварски биосферу, а, напротив, укреплять ее устойчивость, путем повышения плодородия почв и сохранения видового разнообразия на планете Земля. Мы уверены, что биоземледелие позволит повсеместно повысить урожайность сельскохозяйственных культур в два и более раза, снизив или полностью сняв химический стресс на биосферу. Оно в состоянии ликвидировать угрозу голода и массового вымирания, нависшую над человечеством и являющуюся основой для оправдания политических авантюризма и социальных катаклизмов [8, 34].

Экологические аспекты сегодняшнего состояния сельского хозяйства и принципы, заложенные в биоземледелии и законе плодородия почв, фактически означают интенсификацию его, но на новой методологической основе – корнеобороте, обеспечивающем одновременно расширение в 2-3 раза видового биологического разнообразия агроэкосистем, т. е. нам необходимо вернуться к исторически (эволюционно и экологически) сложившимся формам взаимодействия живой и косной материи, обеспечившей появление почвы и формирование ее плодородия, но уже на научно обоснованных принципах ее существования. Таким образом, человечеству в ближайшие годы (чем быстрее, тем лучше в плане экологической устойчивости биосферы) предстоит взять на себя функцию управления плодородием почв, как он уже взял на себя управление генетическим разнообразием растений, животных и микроорганизмов на основе генетики и селекции.

Переход на биоземледелие и выполнение закона плодородия почв – это альтернативный путь химизации сельского хозяйства, который придется пройти человечеству, поскольку негативное воздействие аграрной отрасли на биосферу становится все более очевидным и ощутимым. А переход в ближайшие годы сельского хозяйства на биоземледелие (новую парадигму), по нашему глубокому убеждению, неизбежен, так как планетарные масштабы его деятельности имеют прямое отношение к устойчивости биосферы и формированию ноосферы.

Предлагаемые принципы биоземледелия находятся в полном соответствии с «Концепцией перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» [31], предусматривающей постепенное восстановление экосистем до уровня, гарантирующего стабильность окружающей среды и Международного конгресса по защите растений в Пекине (2004), где биологические методы контроля над вредителями, болезнями и др. признаны приоритетным направлением развития.

Для их реализации следует создавать программы перехода и развития биоземледелия на уровне любого пользователя земельного участка с разработкой системы земельного проектирования и инновационно-технологического обеспечения сельскохозяйственного и другого использования. Только на этой основе мы обеспечим экологически чистую интенсификацию сельского хозяйства и не просто сохраним, а умножим для будущих поколений бесценный природный ресурс – плодородие почвы.

Закон плодородия почв, который базируется на фундаментальных принципах создания и существования живого на планете Земля представляет собой новую парадигму, позволяющую создавать новые технологии в земледелии и растениеводстве сельскохозяйственной отрасли. Эти технологии позволят в разы увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, получать повсеместно экологически чистую продукцию и гарантировать продовольственную безопасность нашей страны в настоящем и будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конев А. А. Система биологизации земледелия. – Новосибирск : Новосибирский ГАУ, 2004. – 51 с.
2. Курдюмов Н. И. Мастерство плодородия. – Ростов н/Д. : Изд. дом «Владис», 2007. – 512 с.
3. Ларионов Ю. С., Ларионова Л. М., Новокрешинов Е. П. Управление адаптивностью сорта. – Челябинск : Челябинский ГАУ, 2004. – 301 с.
4. Пути повышения продуктивности и стабильности функционирования агроэкосистем / Ю. С. Ларионов, Н. А. Ярославцев, А. А. Косов, О. А. Ларионова // Сб. материал. II межд. науч.-практ. конф. «Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона». – Омск : ОмГПУ, 2008 – С. 100–104.
5. Ларионов Ю. С., Ларионова Л. М., Логинов Ю. П. Основы общей экологии и устойчивости биосферы. – Тюмень : Тюменская ГСХА; Омск : Омский ГАУ, 2009. – 441 с.
6. Ларионов Ю. С. Закон плодородия почвы биологического земледелия // Сб. материалов международной практ. конф., посвящ. 75-летию Ю. И. Ермохина. – Омск : Омский ГАУ, 2010. – С. 138–147.
7. Ларионов Ю. С. Основы эволюционной теории (концепции естествознания и аксиомы современной биологии в свете эволюции материи). – Омск : РГТЭУ, Омский институт (филиал), 2012. – 233 с.
8. Ларионов Ю. С. Биоземледелие и закон плодородия почв. – Омск : СибГГА, 2012. – 207 с.
9. Овсянников Ю. А. Экологическое земледелие (необходимость и особенности). – Екатеринбург : Диамант, 1992. – 146 с.
10. Яшутин Н. В., Дробышев А. П., Хоменко А. И. Биоземледелие (научные основы, инновационные технологии и машины). – Барнаул : АГАУ, 2008. – 191 с.
11. Кирюшин В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М. : КолосС, 2011. – 443 с.
12. Ковда В. А. Основы учения о почвах. – М. : Наука, 1973. – 445 с.
13. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. – М. : Наука, 1990. – 261 с.
14. Жуков А. И., Попов П. Д. Регулирование баланса гумуса в почве. – М. : Росагропромиздат, 1988. – 40 с.
15. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). – Кишинев : Штиинца, 1990. – 432 с.
16. Красницкий В. М., Ермохин Ю. И. Плодородие почв Сибирского федерального округа в аспекте сегодняшнего дня // Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ю. И. Ермохина. – Омск : Омский ГАУ, 2010. – С. 128–138.
17. Панов Н. П. Повышение плодородия почв – важнейшие условия получения высоких и устойчивых урожаев // Вести сельскохозяйственной науки. – 1983. – № 10. – С. 68–75.
18. Реутов В. П. Русское органическое земледелие. – Челябинск : ЧПО «Книга», 2002. – 256 с.
19. Алабушев А. В. Проблемы и перспективы зерновой отрасли России. – Ростов н/Д., 2004. – 280 с.
20. Курдюков В. В. Последствие пестицидов на растительные и животные организмы. – М. : Колос, 1982. – 128 с.
21. Антрезистентная стратегия борьбы с фитофторозом, пероноспорозом, милдью // Защита растений. – 1989. – № 5. – С. 160–162.
22. Баталова Т. С., Бегляров Г. А., Башенова А. В. и др. Системы защиты растений. – Л. : Агропромиздат, 1988. – 367 с.

23. Зильберминц И. В. Генетические особенности формирования резистентных популяций тлей и тактика борьбы с ними // Сельскохозяйственная биология. – 1983. – № 2. – С. 86–89.
24. Зинченко В. А., Таболина Ю. П., Калитина Н. В. Об особенностях действия гербицидов при их систематическом многолетнем применении // Изв. ТСХА. – 1976. – № 5. – С. 157–166.
25. Жарников В. Б., Николаева О. Н., Сафонов В. В. Техногенная трансформация земель и ее показатели в системе мониторинга // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 36–43.
26. Карпик А. П., Осипов А. Г., Мурзинцев П. П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 280 с.
27. Березин Л. В., Шаяхметов М. Р. Применение методов ДЗЗ и ГИС для оценки потенциала поглощения солнечной энергии агроценозов // Geomatics. – 2013. – № 2. – С. 87–90.
28. Галль Л. Н. В мире сверхслабых. Нелинейная квантовая биоэнергетика: Новый взгляд на природу жизни. – 2009. – 317 с.
29. Зенин С. В., Полануер Б. М., Тяглов Б. В. Экспериментальное доказательство наличия фракций воды // Гомеопатическая медицина и акупунктура. – 1998. – № 2. – С. 41.
30. Электромагнитный информационный подход к целостной естественнонаучной 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.
31. Экологическая доктрина Российской Федерации. – М., 2002.
32. Ларионов Ю. С. Теоретические основы современного семеноводства и семеноведения. – Челябинск : Челябинский ГАУ, 2003. – 364 с.
33. Ларионов Ю. С. Сравнительная морфофизиологическая характеристика сортов озимой и яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Алтайского края : автореферат канд. биол. наук. – М. : МГУ, 1970. – 20 с.
34. Соколовский В. Г. Здоровье природы – здоровье людей // Вестник агропрома. – 1987. – № 49.
35. Агротехнические методы защиты растений / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Ю. И. Чулкин, Г. Я. Стецов; Под ред. А. Н. Каштанова. – М. : ЮКЭА, 2000. – 336 с.
36. Фитосанитарная оптимизация растениеводства в Сибири. 3-томник: зерновые культуры (I), крупяные, зернобобовые и кормовые культуры (II), технические культуры (III) / В. А. Чулкина, В. М. Медведчиков, Е. Ю. Торопова, Г. Я. Стецов, Ю. И. Чулкин, В. И. Воробьев; Под ред. П. Л. Гончарова. – Новосибирск, 2001.
37. Штерншис М. В. Биологическая защита растений. – М. : КолосС, 2004. – 264 с.

Получено 05.11.2015

© Ю. С. Ларионов, 2015

УДК 332.1:614.78

## **ЗНАЧЕНИЕ ГИГИЕНЫ ВОДЫ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ И ЭКОНОМИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ**

*Евгений Михайлович Трофимович*

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

*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](mailto:kaf.ecolog@ssga.ru)  
ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, ведущий научный сотрудник, тел. (383)343-44-43, e-mail: [m.kreimer@yandex.ru](mailto:m.kreimer@yandex.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](mailto:ngi@niig.su)

Приведена оценка регулирующего воздействия санитарного законодательства в части гигиены воды, во взаимосвязи с экологическим и градостроительным законодательством и техническим регулированием. Обоснована ведущая роль санитарно-эпидемиологических требований в построении градостроительных регламентов и правил землепользования и застройки. Показано, что территориальному и экономическому планированию предшествует разработка санитарных норм и правил.

**Ключевые слова:** вода питьевая, категории водопользования, зона санитарной охраны, предельно допустимый сброс, нормы допустимых воздействий на водные объекты, градостроительный регламент, правила землепользования и застройки.

## **THE IMPORTANCE OF WATER HYGIENE IN THE TERRITORIAL AND ECONOMIC PLANNING**

*Evgeniy M. Trofimovich*

Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Rospotrebnadzor, 630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko St., D. Sc., Professorial research fellow, tel. (383)343-34-01, e-mail: [ngi@cn.ru](mailto:ngi@cn.ru)

*Mikhail A. Krejmer*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof, Department of Ecology and Nature Management, tel. (383)361-08-86, e-mail: [kaf.ecolog@ssga.ru](mailto:kaf.ecolog@ssga.ru)  
Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Rospotrebnadzor, 630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko St., Ph. D., Leading Researcher, tel. (383)343-44-43, e-mail: [m.kreimer@yandex.ru](mailto:m.kreimer@yandex.ru)

*Victor V. Turbinsky*

Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Rospotrebnadzor, 630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko St., D. Sc., Director, tel. (383)343-34-01, e-mail: [ngi@cn.ru](mailto:ngi@cn.ru)

The regulatory impact assessment of the sanitary legislation on hygiene of water, in conjunction with environmental and planning legislation and technical regulation. It justifies the leading role of sanitary and epidemiological requirements in building regulations and town-planning rules of land use and development. It is shown that territorial and economic planning precedes the development of sanitary norms and rules.

**Key words:** drinking water, categories of water use, sanitary protection zone, maximum permissible discharge, standards of admissible impact on water objects, town-planning regulations, rules of land use and development.

Роль воды многогранна, что отражается в законодательстве, которое структурировано не только по отдельным интересам водопользователей, но и пониманием глобальной роли круговорота воды в природе и зависимости от него всех остальных форм жизни.

В Водном кодексе Российской Федерации (от 03.06.2006 № 74-ФЗ в ред. от 13.07.2015) многогранная роль воды сконцентрирована в 19 основных понятиях (статья 1). Развитие основных принципов водного законодательства (статья 3) нацелено на поддержание баланса между биологическими и социальными функциями воды. Вода не только основа гомеостаза, но и среда экскреции продуктов катаболизма. Вынос отходов жизнедеятельности флоры, фауны, человека, промышленности в океаны и литосферу для захоронения способствует их обособлению в специфические социальные образования. Поэтому река не может быть чистой, а экология – грязной.

В Федеральном законе «Об охране окружающей среды» (от 10.01.2002 № 7-ФЗ в ред. от 13.07.2015) поверхностные и подземные воды являются компонентами природной среды. При отведении загрязняющих веществ и микроорганизмов в поверхностные и подземные водные объекты и на водосборные площади взимается плата за негативное воздействие на окружающую среду (статья 16), определяемая нормативными документами (статья 26), регулирующими допустимую антропогенную нагрузку на окружающую среду (статья 27). Таким образом, общество несет экономические расходы за те функции, которые осуществляются круговоротом воды в природе, в интересах окружающей среды. В отраслевых статьях кодекса №№ 40, 42, 43, 43.1 и 51 предусмотрены требования к размещению, проектированию, строительству, реконструкции, вводу в эксплуатацию и эксплуатации объектов, которые не должны негативно влиять на окружающую среду.

Интересы человека, как новой (пятой) биогеохимической функции, по В. И. Вернадскому, представлены в Федеральном законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (от 30.03.1999 № 52-ФЗ, в ред. от 13.07.2015, с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015) в статьях о санитарно-эпидемиологических требованиях к водным объектам (ст. 18) и санитарно-эпидемиологических требованиях к питьевой воде, а также к питьевому и хозяйственно-бытовому водоснабжению (ст. 19). Завершает эту цепочку правового регулирования Федеральный закон «О водопотреблении и водоотведении»

(от 07.12.2011, № 416-ФЗ, в ред. от 29.12.2014, с изм. и доп., вступ. в силу с 09.01.2015).

Анализ эффективности «взаимосвязи» законов в решении возложенных государством на них задач позволяет рассматривать следующие закономерности. Закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» берет за основу энциклопедическое описание компонентов природы и регламентирует деятельность по рациональному природопользованию, сохранению благоприятных свойств окружающей среды, экологической безопасности и устойчивого развития, не определяя внешние границы области правоприменения. Поэтому значение экологической роли воды отдельно от других географических сфер не регулируется. Приведенные положения, требующие финансирования, всегда будут антагонистами<sup>1</sup> потребительским интересам человека и средствам производства общества.

Водные кодексы РСФСР (утв. Верховным Советом РСФСР 30.06.1972 в ред. от 12.03.1980, с изм. от 18.01.1985) и Российской Федерации (от 16.11.1995, № 167-ФЗ, в ред. от 31.12.2005) носили технократический характер, определяя земли водного фонда и мероприятия на водосборных бассейнах. Закон № 74 «Водный кодекс» содержит иное управление водными ресурсами. Территория страны делится на 20 бассейновых округов (статья 20), в которых проводится гидрографическое и водохозяйственное районирование (статья 32) для осуществления инженерно-хозяйственной деятельности по участкам. Формирование участков проводится на основе договора, или решения, или на бездоговорной основе (статья 11) с учетом сложившихся видов водопользования (статьи 43–54). Всего 14 видов водопользования содержат 60 алгоритмов решения комплексного использования и охраны водных объектов (статья 33).

Закон № 416-ФЗ «О водопотреблении и водоотведении» направлен на коммерциализацию отношений между продавцами, изымающими часть водных ресурсов из природы, и потребителями, нуждающимися в ней. Жизненно важный природный ресурс становится напрямую недоступным для населения в надлежащем качестве. Сохранение состава и свойств природной воды нуждается в дополнительном привлечении финансовых средств для санитарной охраны. Коммерциализация делает природный ресурс товаром. Поэтому подача в централизованную водопроводную сеть качественной, т. е. дорогой, питьевой воды ограничивает ее применение в других целях, например, санитарная уборка помещений, смыв содержимого унитазов, полив придомовой территории. Теряется смысл энергетической эффективности путем экономного потребления воды (статья 3).

Значение гигиены воды в территориальном и экономическом планировании приведено в статьях 18 и 19 закона № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», включающих 8 пунктов санитарно-

---

<sup>1</sup> Институты управления, действующие противоположным образом, социально-экономическим целям.

гигиенических требований к водопользованию населения. Совместно с Классификацией нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования (Р 1.1.002-96), они формируют правоприменительную практику санитарного законодательства. Последовательность рассмотрения пунктов статей 52-ФЗ отражает их доказательность документами, принятыми в Р 1.1.002-96, от установления норм в ГН и СН через СанПиН к контролю МУК. СП являются экспертными документами, построенными на основе правоприменительной практики санитарного законодательства по конкретным химическим, биологическим и физическим факторам. Доказательства в санитарном законодательстве строятся на основании МУ.

«Население городских и сельских поселений должно обеспечиваться питьевой водой в приоритетном порядке в количестве, достаточном для удовлетворения физиологических и бытовых потребностей» (п. 3, статья 19, 52-ФЗ). В Водном кодексе (статья 3, 74-ФЗ) сохраняется «приоритет использования водных объектов для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения перед иными целями их использования», как и в статье 133 Водного кодекса 167-ФЗ. Приоритет использования водосборных участков указан в Земельном кодексе (от 25.10.2001 № 136-ФЗ, в ред. от 13.07.2015 с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015) в части ограничения оборота земельных участков, «в первом и втором поясах зон санитарной охраны водных объектов, используемых для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения» (статья 27). Водные участки в исключительных случаях изымаются для государственных или муниципальных нужд, связанных со строительством «объектов централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения федерального, регионального или местного значения» (статья 49, 136-ФЗ).

В приведенных нормах права человек рассматривается как физическое лицо, а различные коллективы людей – как юридическое лицо. При этом не учитывается, что они находятся на компактных территориях, которые в Общероссийском классификаторе территорий муниципальных образований (ОК 033-2013) сведены в 70 типов населенных пунктов. На начало 2015 г. в РФ было зарегистрировано 156 069 поселений, из которых 2/3 составляли деревни, 1/5 часть села, менее 1/5 – поселки и 3,6 % – хутора. В рассматриваемой классификации ОКТМО города, в которых проживает основная часть населения России, составляют 0,7 % из общего числа. Остальные 65 типов населенных пунктов встречаются не более 0,4 %. Они отражают особенности экономической деятельности в сельском и лесном хозяйстве, добывающей промышленности, обеспечении деятельности транспорта. Рекреационная деятельность сложилась в 6 типах населенных пунктов.

Санитарно-эпидемиологические требования распространяются на все типы населенных пунктов. Поэтому нормативы права о приоритете питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения для всех типов населенных пунктов должны быть предусмотрены в статье 36 «Градостроительный регламент» Градостроительного кодекса РФ (от 29.12.2004 № 190-ФЗ, ред. на

01.03.2015). Для этого в схемах территориального планирования должны обосновываться инженерные, территориальные и экономические решения по выполнению «санитарно-эпидемиологических требований к водным объектам», приведенные в статье 18 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения. В генеральных планах населенных пунктов должны обосновываться инженерные, территориальные и экономические решения по выполнению «санитарно-эпидемиологических требований к питьевой воде, а также к питьевому и хозяйственно-бытовому водоснабжению», приведенные в статье 19 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

«Водные объекты, используемые в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также в лечебных, оздоровительных и рекреационных целях, в том числе водные объекты, расположенные в границах городских и сельских населенных пунктов ..., не должны являться источниками биологических, химических и физических факторов вредного воздействия на человека» (п. 1, статья 18, 52-ФЗ). «Питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства» (п. 1, статья 19, 52-ФЗ). Содержание пунктов 1 характеризует лимитирующие признаки вредности для воды питьевых источников и водопроводной сети. Назначение этих санитарно-токсикологических постулатов<sup>2</sup> приведено в Методических указаниях по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов (Утверждены зам. министра здравоохранения СССР, Главным гос. санитарным врачом СССР 15.04.1975, № 1296-75).

Принципы нормирования включали следующие положения гигиены воды (с. 10, МУ 1296-75). 1. Прямые исследования санитарного состояния водоемов (экологическая оценка воздействия на окружающую среду) выявляют лишь частный случай реально складывающейся обстановки. 2. Не может быть единого критерия оценки вредного влияния сточных вод на водоем в силу различного характера водопользования. 3. Применяется гигиенический критерий вредности – степень ограничения водопользования, вызванная загрязнением. 4. Для промышленности принимается максимальная концентрация загрязнений в воде водоемов, при которых обеспечиваются безопасные для здоровья условия водопользования. 5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде водоемов в качестве гигиенического критерия позволяют отличать уровни загрязнения воды различных питьевых источников или их участков. Для этого определяются три лимитирующих признака вредности: общесанитарный, органолептический и санитарно-токсикологический. ПДК устанавливается по тому признаку вредного действия, которому соответствует наименьший показатель пороговой или подпороговой концентрации (с. 20).

Гигиенические критерии, сведенные в ГН 2.1.5.689-98 и ГН 2.1.5.690-98, позволили выйти на новый уровень понимания закономерностей развития про-

---

<sup>2</sup> Исходное положение данной теории без доказательств в силу очевидности.

цесса «доза – время – эффект», изыскания логических моделей: «химическая структура – токсичность» и обоснования ПДК по лимитирующим признакам вредности. Были приняты Методические указания по «Обоснованию гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» из всех источников водоснабжения и водопроводных сетей (с. 3, МУ 2.1.5.720-98, утверждены Минздравом РФ 15.10.1998).

Методическая схема последовательного (этапного) обоснования ПДК в воде питьевых источников (раздел 3) учитывает классификацию опасности веществ, загрязняющих воду (п. 3.1, МУ 2.1.5.720-98). Из множества параметров токсикометрии (около 20), приняты следующие 6 критериев. Методически она развивает схему 1975 г. на основе: а) соотношения между (лимитирующими) признаками вредности; б) абсолютной величины пороговой концентрации хронического опыта; в) соотношения дозы средней летальной к пороговой дозе хронического опыта; д) изученных и установленных отдаленных эффектов; е) стабильности вещества в водной среде.

Из МУ 2.1.5.720-98 вытекают санитарно-эпидемиологические требования к территориальному и экономическому планированию: физико-химическая и производственно-технологическая характеристики вещества (4); оценка стабильности и трансформации веществ в водной среде (5); определение пороговых концентраций по влиянию веществ на органолептические свойства воды (6); экспериментальное установление пороговых концентраций веществ по влиянию на процессы самоочищения водных объектов (7). Гигиенический раздел (охрана здоровья при потреблении воды) обеспечивается следующими исследованиями: установление параметров токсичности веществ в острых опытах на животных (8); установление порога вредного действия при однократном поступлении вещества в организм (9); изучение действия веществ на организм в условиях подострого опыта (10); проведение хронического санитарно-токсикологического опыта (11).

Такой состав исследований отражает научные возможности в изучении влияния негативных факторов среды обитания на здоровье человека, постулированные И. Кантом: «Вне нас мы не можем созерцать время, точно так же как не можем созерцать пространство внутри нас» [1, с. 65]. Изучаемые закономерности развития токсического процесса «доза – время – эффект» в остром, подостром и хроническом санитарно-токсикологическом эксперименте отражают «созерцание время» внутри организма в виде органного действия, кумуляции, трансформации, токсикодинамики вредного вещества и развитии специфических эффектов. По ним выводится закономерность «доза – ответ» с обоснованием величины ПДК веществ в воде, где время охватывает интервал всей жизни человека и населения. Максимальная недействующая концентрация по токсикологическому признаку вредности «сопоставляется с пороговыми концентрациями по органолептическому и общесанитарным признакам вредности,

и наименьшая из них принимается в качестве ПДК с указанием соответствующего признака вредности» (п. 12.2, МУ 2.1.5.720-98).

«Критерии безопасности и (или) безвредности для человека водных объектов, в том числе предельно допустимые концентрации в воде химических, биологических веществ, микроорганизмов, уровень радиационного фона устанавливаются санитарными правилами» (п. 2, статья 18, 52-ФЗ). Многоуровненность организма продолжается средой обитания человека. Поэтому гигиенические критерии ГН 2.1.5.1315-03 «... устанавливают предельные допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [2, п. 1.2] из ... подземных и поверхностных водоисточников, используемых для централизованного и нецентрализованного водоснабжения населения, для рекреационного и культурно-бытового водопользования, а также питьевую воду и воду в системах горячего водоснабжения» [2, п. 1.3]. Точно также гигиенические критерии ГН 2.1.5.2307-07 [3] устанавливают «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

Для применения гигиенических ПДК и ОДУ необходимо пространство, с которым связано водопотребление и водоотведение и имеются градостроительные участки и условия для технико-экономического обеспечения санитарно-эпидемиологических требований. Состав этих участков определен следующими санитарными правилами и нормами: СанПиН 2.1.5.980-00 для поверхностных питьевых источников, СП 2.1.5.1059-01 для подземных водных источников, СанПиН 2.1.4.1175-02 для нецентрализованного водоснабжения, СанПиН 2.1.4.1074-01 для централизованного водоснабжения и СанПиН 2.1.4.1116-02 для расфасованной (бутилированной) воды.

Гигиенические ПДК и ОДУ, применяемые на любом этапе жизни человека и месте (пространства) водопользования, формализованные в виде санитарных правил и норм, образуют нормативную базу безопасности и (или) безвредности водных объектов, а также формируют содержание прав и обязанностей в смежном экологическом и градостроительном законодательстве.

«Использование водного объекта в конкретно указанных целях допускается при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии водного объекта санитарным правилам и условиям безопасного для здоровья населения использования водного объекта» (п. 3, статья 18, 52-ФЗ). Для обоснования санитарно-эпидемиологического заключения необходимо определить пространство применения соответствующих санитарных норм и правил, как продолжение многоуровненности реакций организма человека. Санитарно-эпидемиологическое заключение «... удостоверяет соответствие или несоответствие санитарным правилам факторов среды обитания, условий деятельности юридических лиц, граждан, в том числе индивидуальных предпринимателей, а также используемых ими территорий, зданий, строений, сооружений, помещений, оборудования, транспортных средств» (статья 1, 52-ФЗ) и выдается по-

сле проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы, расследования, обследования, исследования, испытания и иные виды оценок (статья 42, 52-ФЗ).

Гигиенические требования к охране поверхностных вод СанПиН 2.1.5.980-00 [4], регулируют водоотведение населенных мест и санитарную охрану водных объектов. СанПиН ориентирует на формирование технико-экономического задания на водопользование [4, п. 3.3] при организации водоснабжения и водоотведения в интересах здоровья человека. Кодексы Российской Федерации образуют свод нормативно-правовых актов по решению хозяйственных проблем, возникающих при дефиците ресурсов или разнонаправленных интересах к водохозяйственному участку. Водный и градостроительный кодексы России не содержат гидрологические, гидробиологические, гидрохимические и санитарные показатели, образующие предмет правил землепользования и застройки, отраслевого регламентирования и экономического планирования капитальных вложений и последующих эксплуатационных расходов. Без них территориальное планирование не сможет выполнить свои задачи градостроительной деятельности.

Положения санитарных правил и норм обладают определенным постоянством, построены в интересах сохранения здоровья, о чем свидетельствует содержание СанПиН 2.1.5.980-00, Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами (утв. Минздравом СССР, согласованы Госпланом СССР 15.07.1961, № 372-61) и Санитарных правил и норм охраны поверхностных вод от загрязнения (утв. Минздравом СССР 04.07.1988 № 4630-88). Более полувековая практика их применения подтвердила надежность следующих санитарно-эпидемиологических требований. Выделение двух категорий водопользования [4, п. 5.1] в интересах здоровья человека и сохранения самоочищающей способности воды в интересах других видов водопользования [4, п. 4] послужило основой для детализации гидрографического районирования и выделения водохозяйственных участков (ст. 32, 74-ФЗ).

В генеральном плане населенного пункта первая категория водопользования располагается выше по течению, вторая – в черте поселения, а «Место выпуска сточных вод населенного пункта должно быть расположено ниже по течению, за его пределами с учетом возможного обратного течения при нагонных явлениях» (п. 6.6, СанПиН 2.1.5.980-00).

Первая категория с тремя поясами зоны санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения; вторая категория водопользования, формирующая зоны рекреационного назначения в черте населенного пункта и место сброса всех видов сточных вод на водотоке, включая участок реки протяженностью 500 м вниз по течению, где обеспечивается доведение перечисленных стоков до параметров, свойственных реке, определяют территориальное и функциональное зонирование населенного пункта. Гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации хозяйственных и других объектов, приведенные в 17 подпунктах (п. 6, СанПиН 2.1.5.980-00), конкретизируют условия и параметры архитек-

турно-планировочного творчества для достижения сбалансированного устойчивого развития среды обитания человека (ст. 1, 2, 9, 27 и 30, 190-ФЗ).

В СанПиН 2.1.5.980-00 приведены санитарные и микробиологические показатели, конкретизирующие требования к составу и свойству воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования (прил. 1, обязательное). Установлены гигиенические количественные параметры содержания взвешенных веществ, и водородного показателя (рН). К интегральным относятся природные запах и цветность с пороговым уровнем 2 балла, а к техногенным – запах и окраска, с пороговым уровнем в 1 балл.

В воде питьевых источников контролируется содержание кислорода и его активность, в том числе с участием температуры: растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) и химическое потребление кислорода (перманганатная окисляемость) (ХПК). Содержание в воде химических веществ оценивается по ГН 2.1.5.1315-03 и ГН 2.1.5.2307-07 и суммарно по минерализации. Сульфаты и хлориды образуют природное содержание анионов, для которых в настоящее время установлены верхние пределы концентраций. Для современных условий водоснабжения и водоотведения в хозяйственно-питьевой воде источников нормируется содержание возбудителей кишечных инфекций; жизнеспособных яиц гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол); онкосфер тениид и жизнеспособных цисты патогенных кишечных простейших; термотолерантных колиформных бактерий; общих колиформных бактерий и колифагов.

Поверхностные природные источники питьевого водоснабжения необходимо рассматривать как функциональные зоны субъектов Федерации. Приведенные в СанПиН 2.1.5.980-00 две категории водопользования и место выпуска сточных вод, оформленные как пространство применения соответствующих санитарных норм и правил определяют правовой режим земельных участков в границах функциональных зон, утверждаемых территориальным планированием (п. 5. ст. 1 и п. 12, ст. 9, 190-ФЗ). Правила землепользования и застройки должны включать гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации хозяйственных и других объектов (раздел 6, СанПиН 2.1.5.980-00). Законодательно обоснованные проектные решения, в смысле местной экологии, санитарного состояния воды водоемов и гигиенически безопасного обеспечения водопользования населения, могут быть приняты как градостроительные регламенты (статья 36, 190-ФЗ).

Водопотребление и водоотведение из поверхностных водных объектов осуществляется преимущественно для таких населенных пунктов, как город, рабочий поселок, населенный пункт, поселок городского типа, городской поселок. Для остальных 65 типов населенных пунктов водопотребление может осуществляться из групповых водопроводов или как нецентрализованное водоснабжение в соответствии санитарными правилами и нормами СанПиН 2.1.4.1175-02 [5]. Данный документ является новой редакцией взамен СанПиНа 2.1.4.544-96 и ус-

танавливает гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного водоснабжения, к выбору места расположения, оборудованию и содержанию водозаборных сооружений и прилегающей к ним территории [5, п. 1.2]. В качестве водозаборных сооружений используются шахтные и трубчатые колодцы, каптажи родников, что накладывает (добавляет, вносит) санитарно-эпидемиологические требования к организации нецентрализованного водоснабжения из подземных источников [5, п. 1.3].

Водоносные горизонты подразделяются на мелкие (до 8 м) и глубокие (более 100 м) и в зависимости мощности водоносного пласта и потока грунтовых вод определяют тип населенного пункта и водозаборных сооружений для его нецентрализованного водоснабжения. Требования СанПиН 2.1.4.1175-02 распространяются на водоснабжение из восходящих или нисходящих родников (ключей), используемых в неблагоустроенных поселениях или отдельным домовладением. Таким образом, подземные ресурсы воды формируют функциональное зонирование поверхности в схеме территориального планирования. Качество воды нецентрализованного водоснабжения должно соответствовать нормативам по органолептическим, химическим и микробиологическим свойствам. Из-за отсутствия стадии нитрификации дополнительно устанавливается норма содержания нитратов, допускается сухой остаток в пределах 1 000–1 500 мг/л.

Разведанные, обустроенные и эксплуатируемые подземные природные источники питьевого водоснабжения необходимо рассматривать как функциональное зонирование территории муниципальных образований. Действующие на данном пространстве санитарные правила и нормы определяют правовой режим земельных участков в границах функциональных зон, утвержденных территориальным планированием (п. 5, ст. 1 и п. 12, ст. 9, 190-ФЗ). Правила землепользования и застройки выделенных функциональных зон должны включать Требования к проведению дезинфекции шахтных колодцев (приложение 1 к СанПиН 1175-02) и Программу санитарно-гигиенического обследования шахтного колодца (приложение 3 к СанПиН 1175-02), Программу санитарно-гигиенического обследования трубчатого колодца (приложение 4 к СанПиН 1175-02), Программу санитарно-гигиенического обследования каптажа родника (приложение 5 к СанПиН 1175-02).

К числу функциональных зон по СП 2.1.5.1059-01 следует отнести организованные и эксплуатируемые зоны санитарной охраны (ЗСО) источников централизованного питьевого водоснабжения и округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов [6, п. 2.4]. В границах ЗСО исключается использование территорий для [6, п. 3.1]: буровых работ; добычи полезных ископаемых; орошения и удобрения сельскохозяйственных полей доочищенными сточными водами и их осадками; закачки в глубокие и продуктивные горизонты жидких отходов; организации и эксплуатации полигонов твердых бытовых отходов, промышленных отходов, хранилищ радиоактивных отходов, шламохранилищ, золоотвалов; прокладки магистральных продукто-

проводов; подземные хранилища газа; деятельности в пределах зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, лечебных подземных вод и округов санитарной охраны курортов; строительства гидротехнических сооружений, изменяющих условия питания и разгрузки подземных вод, и прочих видах хозяйственной и иной деятельности, оказывающих влияние на качество подземных вод.

К числу градостроительных регламентов следует отнести [6, п. 2.4]: регламентирование порядка представления в пользование недр для добычи полезных ископаемых (включая добычу питьевых вод), а также для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых; регламентирование различных видов хозяйственной или иной деятельности, оказывающих влияние на состояние подземных вод (включая источники нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения), в том числе и на перспективу.

Эффективность применения рассматриваемых санитарных правил в территориальном планировании подтверждается правоприменительной практикой, начиная с СП 1974-79 [7]. Приведенные в них санитарно-эпидемиологические требования обеспечивали гармонию между территориальным планированием и экономической достижимостью посредством инженерно-технических мероприятий по искусственному пополнению подземных вод в целях решения гидрогеологических и санитарно-гигиенических задач, особенно на участках с неудовлетворительным качеством вод питьевых источников.

«Организации, осуществляющие горячее водоснабжение, холодное водоснабжение с использованием централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения, обязаны обеспечить соответствие качества горячей и питьевой воды указанных систем санитарно-эпидемиологическим требованиям» (статья 19, п. 2, ФЗ-52). Большое количество санитарно-эпидемиологических нормативов было принято в части питьевого водоснабжения из поверхностных источников с учетом износа централизованных инженерных систем. Более 10 документов регламентируют требования к качеству воды централизованных систем питьевого и горячего водоснабжения. К числу первых относятся санитарные правила устройства и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения (утв. Минздравом СССР 15.11.1988 № 4723-88). Они включали требования к проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию систем централизованного горячего водоснабжения, а также требования к водоподготовке и контролю качества.

Свойства воды в искусственных водотоках (централизованные системы питьевого водоснабжения) существенно отличаются от природных свойств в естественных питьевых источниках, что формировало санитарно-эпидемиологические требования в виде СанПиН 2.1.4.559-96 [8]. Инженерная и санитарная практика обеспечения населения питьевой водой, представленная в МУ 2.1.4.682-97 [9]; МДК 3-02.2001 [10] и МР Госстроя № 24 от 31.03.2000 [11], привела к обновлению и созданию комплексных гигиенических требова-

ний к качеству воды централизованных систем питьевого и горячего водоснабжения СанПиН 2.1.4.1074-01 [12]. В новой редакции сохраняется положение о том, что «Требования настоящих Санитарных правил должны выполняться при разработке государственных стандартов, строительных норм и правил в области питьевого водоснабжения населения, проектной и технической документации систем водоснабжения, а также при строительстве и эксплуатации систем водоснабжения» [12, п. 2.1].

Водоснабжение и водоотведение относятся к коммунальной инфраструктуре, создаваемой по Программе комплексного развития населенного пункта. Градостроительным кодексом РФ установлено, что схемы водоснабжения и водоотведения создаются «...в соответствии с потребностями в строительстве объектов капитального строительства и ... повышения качества поставляемых для потребителей товаров, оказываемых услуг в сферах электро-, газо-, тепло-, водоснабжения и водоотведения ...» (статья 1, п. 23 190-ФЗ). Поэтому градостроительными регламентами для схем водоснабжения должны быть положения СанПиН 2.1.4.1074-01, в том числе, если «показатели, характеризующие региональные особенности химического состава питьевой воды, устанавливаются индивидуально для каждой системы водоснабжения в соответствии с правилами, указанными в приложении 1» (п. 2.3).

«Проекты округов и зон санитарной охраны водных объектов, используемых для питьевого, хозяйственно-бытового водоснабжения и в лечебных целях, утверждаются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии их санитарным правилам» (статья 18, п. 4 часть 2, 52-ФЗ). Все обменные процессы организма человека адаптированы к водной среде, все биохимические нейрофизиологические процессы осуществляются с участием молекул воды и содержащихся в ней природных ионов. Зоны санитарной охраны питьевого источника обеспечивают возможность достижения норм качественного состава питьевой воды и безопасного водопользования населения. В СССР последовательно применялись следующие модели достижения этих условий.

В первые модель ЗСО была принята в 1937 г. [13] и для каждого населенного пункта СССР включала три пояса: первый охватывал территорию, «где находится самый источник водоснабжения, в пределах участков забора воды и расположения водопроводных сооружений»; второй пояс охватывал «территорию, непосредственно окружающую источники водоснабжения и их притоки» и третий пояс охватывал «смежную со вторым поясом территорию, неблагоприятное состояние которой может вызвать распространение инфекционных заболеваний через водопровод». Относительно градостроительной деятельности в первом поясе запрещалось «проживание и временное нахождение лиц, не связанных непосредственно с работой на водопроводных сооружениях, а также какое бы то ни было строительство, за исключением связанного с техническими нуждами самого водопровода», а во втором поясе запрещалось использование территории или источников водоснабжения, если оно могло вызвать качествен-

ное или количественное ухудшение водопользования. Также всем предприятиям запрещался выпуск загрязненных сточных вод в границах ЗСО в пределах всей территории населенного пункта.

Через 45 лет во второй редакции [14] было принято, что ЗСО устанавливается на основе проекта и эксплуатируется на основе плана мероприятий по улучшению санитарного состояния (предупредительный санитарный надзор). Вне зависимости от численности населенного пункта и объемов водопользования устанавливались размеры поясов ЗСО, «в зависимости от вида источников водоснабжения (подземных или поверхностных), проектируемых или используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, от степени их естественной защищенности и возможности микробного или химического загрязнения, от особенностей санитарных, гидрогеологических и гидрологических условий, а также от характера загрязняющих веществ» [14, п. 1.6].

Практика водопользования и обстоятельства тяготения промышленности к береговой линии реки определили содержание раздела норматива «Назначение поясов ЗСО». Первый пояс относится к строгому режиму «в целях устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды источника в месте нахождения водозаборных и водопроводных сооружений» [14, п. 2.1]. «Второй и третий пояса ЗСО имеют целью предотвращение неблагоприятного влияния на качество и количество воды используемых или предполагаемых к использованию подземных и поверхностных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения путем осуществления комплекса мероприятий, исходя из местных санитарных условий, гидрогеологических или гидрологических особенностей источников водоснабжения и характера возможного их загрязнения» [14, п. 2.2]. Поэтому их границы рассчитываются с учетом санитарных, гидрологических, гидрогеологических особенностей источников водоснабжения, а различия микробных и химических загрязнений по степени их стабильности в воде и поверхностных источниках водоснабжения [14, п. 2.4]. Учитывая дискуссионный характер отношения к береговой линии, в 1982 г. границы поясов в рассматриваемом документе определялись как декретируемые<sup>3</sup> параметры.

Построение ЗСО и выделение поясов предназначено для проведения на этих территориях мероприятий по сохранению сложившихся условий водопользования на день выбора пункта водопользования с вероятным прогнозом (п. 6, № 2640-82). При определении границ 2-го и 3-го поясов для защиты источников питьевого водоснабжения от микробного и химического загрязнения используются характеристики климатического района, а для водотоков скорость течения воды при 95 %-ной обеспеченности и рельеф прилегающей местности. Для подземных источников таким параметром является время продвижения загрязнения с потоком подземных вод к водозабору.

---

<sup>3</sup> Мнение коллегии авгуров (истолковывающих явления) о правильности или неправильности хода ауспиций (природных явлений).

С принятием Закона РСФСР «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1991 г.) ЗСО получили статус санитарных правил и норм и появилась необходимость их редакции в системе санитарного законодательства. Если в 1982 г. проектирование ЗСО проводилось по схеме приложения 1 к ГОСТ 17.1.3.03-77, то в редакции 1995 г. – по Программе изучения источников водоснабжения для установки границ ЗСО (прил. 1 СанПиН 2.1.4.027-95). Впервые помимо инженерно-экологических изысканий в проекте ЗСО текстовая часть проекта должна была содержать характеристику санитарно-гигиенического состояния источников водоснабжения по 30 показателям и не менее трех проб измерения за сезон.

Действующие СанПиН 2.1.4.1110-02 [15] обеспечивают стабилизацию санитарно-эпидемиологической ситуации по водному фактору и градостроительное развитие территории. В то же время градостроительная деятельность должна корректироваться с требованиями закона о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, в части преобразования участков, являющихся ЗСО и поясами со специфическими функциями защиты природных источников воды.

В процессе разработки проекта ЗСО принимается и реализуется План мероприятий по улучшению санитарного состояния территории предупреждения загрязнения источника и дифференцированный режима хозяйственного использования территорий трех поясов [15, п. 1.6]. «Принципиальное решение о возможности организации ЗСО принимается на стадии проекта районной планировки или генерального плана, когда выбирается источник водоснабжения. В генеральных планах застройки населенных мест зоны санитарной охраны источников водоснабжения указываются на схеме планировочных ограничений» [15, п. 1.9]. В Градостроительном кодексе ЗСО относятся к зонам с особыми условиями использования территорий, которых в статье 1 п. 4 приведено 8 наименований. Сведение перечисленных интересов в схеме территориального планирования или генерального плана населенного пункта в одно обобщенное понятие ущемляет каждый из них как элемент экологического и санитарно-эпидемиологического регулирования.

По этой причине признан недействующим пункт 3.3.3.4 СанПиН 2.1.4.1110-02 «В границах второго пояса зоны санитарной охраны запрещается сброс промышленных, сельскохозяйственных, городских и ливневых сточных вод, содержание в которых химических веществ и микроорганизмов превышает установленные санитарными правилами гигиенические нормативы качества воды»<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Определением Верховного Суда РФ от 25.09.2014 № АПЛ14-393 признан недействующим пункт 3.3.3.4 в части, разрешающей сброс хозяйственными и иными объектами, которые введены в эксплуатацию или разрешение на строительство которых выдано после 31.12.2006, промышленных, сельскохозяйственных, городских сточных вод в пределах второго пояса зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения (примечание СПС «КонсультантПлюс»).

«Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, индивидуальные предприниматели и юридические лица в случае, если водные объекты представляют опасность для здоровья населения, обязаны в соответствии с их полномочиями принять меры по ограничению, приостановлению или запрещению использования указанных водных объектов» (статья 18, п. 5, 52-ФЗ).

«Для охраны водных объектов, предотвращения их загрязнения и засорения устанавливаются в соответствии с законодательством Российской Федерации, согласованные с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, нормативы предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты, нормативы предельно допустимых сбросов химических, биологических веществ и микроорганизмов в водные объекты» (статья 18, п. 4, 52-ФЗ).

Выпуск сточных вод в водотоки и водоемы может осуществляется в соответствии 39 нормативно-методическими документами, принятыми за период с 1959 по 2015 г. Из них 8 рассматривают вопросы санитарной охраны водоемов или требования к инженерному устройству по обеспечению эффективной очистки сточных вод от синтетических поверхностно-активных веществ (утв. Минздравом СССР 05.03.1976 № 1407-76); от загрязнения нефтью (утв. Минздравом СССР 23.04.1976 № 1417-76); от загрязнения пестицидами в связи с применением их в сельском хозяйстве (утв. Минздравом СССР 17.04.1970 № 846-70); от органических загрязнителей (№ 2292-81) и фенолов (№ 1406-76). С 1963 г. осуществляется регламентация устройств и эксплуатации хозяйственно-фекальной канализации (санитарные правила от 06.12.1963 г., № 459-63), обеззараживания городских сточных вод (№ 2664-14-76) и гигиенической регламентации микробного загрязнения воды (№ 4116-86).

В экономическом и территориальном планировании следующие отрасли народного хозяйства характеризовались наибольшими масштабами водопользования, что определило содержание санитарных указаний по охране водоемов от загрязнения сточными водами. В двух методических указаниях по санитарной охране водоемов от загрязнения сточными водами заводов черной металлургии (утв. Зам. главного государственного санитарного инспектора СССР 20.06.1963, № 441-63 и утв. Минздравом СССР 26.05.1976 № 1429-76) дается санитарно-токсикологическая оценка металлургического производства и физико-химического состав сточных вод о превышении показателей потребляемой воды по взвешенным веществам в 10–30 раз, суммарного химического состава в 2–3 раза, железа в 1,5 раза, нефтепродуктов в 32 раза. В совокупности это приводит к росту показателя окисляемости в 6 раз.

В двух методических указаниях по санитарной охране водоемов от загрязнения сточными водами целлюлозно-бумажной промышленности (утв. Зам. Главного государственного санитарного инспектора СССР 22.12.1959 г. № 309-59 и утв. Минздравом СССР 29.12.1978 № 1958-а-78) приводится технология «химической варки древесины» с получением целлюлозы, полуцеллюлозы и дре-

весной массы. Основной расход воды с последующим загрязнением связан с промывкой, очисткой и отбеливанием получаемой продукции. При варке древесины и промывке целлюлозы образуются сточные воды в количестве 30–50 куб. м/т целлюлозы. Санитарную опасность сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности косвенно можно оценить по окисляемости (до 5 500 мг/л O<sub>2</sub>), БПК<sub>5</sub> (до 450 мг/л O<sub>2</sub>) и плотности остатка до 6 000 мг/л.

В методических указаниях по санитарной охране водоемов от загрязнения сточными водами предприятий угольной промышленности. (утв. Минздравом СССР 30.06.1976 № 1435-76) приводятся источники образования сточных вод: шахтный водоотлив, сточные воды углеобогажительных фабрик и открытых разработок угля (карьеров, разрезов). Они насыщены флотореагентами, пустой породой и угольной массой. Химический состав разнообразен месторождением и залеганием углей и водоносных горизонтов.

Из 39 документов более половины (21) можно отнести к двум классам по охране водоемов при выпуске сточных вод. В числе первых применялись Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами [16]. «Условия спуска сточных вод в водоемы определяются с учетом степени возможного смешения и разбавления сточных вод с водой водоема на пути от места выпуска сточных вод до створа ближайших пунктов питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования» [16, п. 10]. Допустимое количество сброса вредных веществ (лимит) определялось с учетом перспектив развития производства, установленных предельно допустимых концентраций [16, прил. 2, 4 и 5], требований к составу и свойствам воды у пунктов питьевого и культурно-бытового водопользования и водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях [16, прил. 1 и 3]. Расчет необходимой степени очистки сточных вод проводится по данным о наименее благоприятных условиях смешения в водоисточнике [16, п. 38]. Для определения кратности разбавления рекомендовались использовать среднечасовые расходы воды водоема и среднечасовые расходы фактического периода спуска сточных вод [16, п. 39].

Дальнейшее развитие нормативов предельно допустимого сброса (ПДС) сточных вод [17] включает эффекты суммации в воде водных объектов нескольких веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности и с учетом примесей, поступивших в водоем или водоток от вышерасположенных выпусков [17, п. 21].

В 1989 г. Госкомприроды СССР утверждена Инструкция по нормированию выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу и водные объекты. НДС рассматривается как «масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. НДС устанавливаются с учетом ПДК в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды» (ГОСТ 17.1.1.01-77).

Экономика, основанная на ресурсной деятельности, привела к необходимости принятия нормативов допустимого воздействия на водные объекты (НДВ). В целях «сохранения или улучшения состояния экологической системы в пределах водных объектов или их участков», путем «сведения к минимуму последствий антропогенных воздействий, создающих риск возникновения необратимых негативных изменений в экологической системе водного объекта» [18, п. 4]. НДВ включают следующие группы показателей (п. 15): а) привнос химических и взвешенных минеральных веществ; б) привнос микроорганизмов; в) привнос тепла; г) привнос воды; д) забор (изъятие) водных ресурсов; е) привнос радиоактивных веществ. НДВ «устанавливаются для критических условий водности, при которых нормируемый вид воздействия наиболее сильно влияет на водный объект...» [18, п. 16]. НДВ, устанавливающие безопасные уровни содержания загрязняющих веществ для «данного региона и сложившейся в результате хозяйственной деятельности природно-техногенной обстановки» предназначены для разработки норм допустимых сбросов веществ и микроорганизмов [19, п. 20]. В экономическом и территориальном планировании должно выполняться неравенство  $\text{НДС} + \text{Lim} \leq 0,8 \text{ НДВ}$ , где НДС – разрабатываемый норматив, Lim – уже имеющийся допустимый сброс, допустимо возможный для данного участка реки. При установлении НДС для конкретного источника резервируется 1/5 часть НДВ на перспективу развития.

С. Н. Черкинский, создавший основы санитарного водного законодательства, в том числе МУ 1296-75, в 1977 г. сформулировал значение гигиены воды, актуальное и в настоящее время [20, с. 19]. Гигиенические нормы в виде ПДК формируют основы в изменении технологических и технических приемов водопользования и уменьшения количества сточных вод. Должен сохраняться приоритет условий водопользования в интересах здоровья населения и развития народного хозяйства. Спуск сточных вод не должен ограничивать безопасное и целесообразное водопользование. Правила землепользования и застройки не должны привести к ограничению водопользования.

Приведенные санитарно-эпидемиологические требования, а также правила и нормы по их достижению определяют содержание экономического и территориального планирования. Стоимостная оценка в виде ресурсных и экологических платежей за водопользование, а также кадастровая стоимость могут регулироваться в интересах государства, но они ничтожны<sup>5</sup> в интересах устойчивого развития общества [21, 22].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кант И. Критика чистого разума. Сочинения. В 8-ми т. Т. 3. – М. : Чоро, 1994. – 741 с.
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: ГН 2.1.5.1315-03.

<sup>5</sup> Правовой термин, Гражданский кодекс РФ ст. 12, 53.1, 166.

Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: ГН 2.1.5.2307-07. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19.12.2007 (ред. от 16.09.2013) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: СанПиН 2.1.5.980-00. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000 (с изм. от 04.02.2011 и 25.09.2014) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения: СанПиН 2.1.4.1175-02. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 12.11.2002 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения: СП 2.1.5.1059-01. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 16.07.2001 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Санитарные правила по устройству и эксплуатации водозаборов с системой искусственного пополнения подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. Утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 26.03.1979 № 1974-79 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПиН 2.1.4.559-96. Утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24.10.1996 № 26 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

9. Методические указания по внедрению и применению санитарных правил и норм: СанПиН 2.1.4.559-96 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. МУ 2.1.4.682-97. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 20.12.1997 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

10. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации. МДК 3-02.2001. Утв. Приказом Госстроя РФ от 30.12.1999 № 168 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

11. Методические рекомендации по обеспечению выполнения требований санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества на водопроводных станциях при очистке природных вод». Согласованы с Департаментом государственного санитарно-эпидемиологического надзора Минздрава России от 21.03.2000 г. № 111-10/07-04 и утверждены постановлением Госстроя России от 31 марта 2000 г. № 24 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

12. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения: СанПиН 2.1.4.1074-01. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26.09.2001 № 24 (ред. от 28.06.2010) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

13. О санитарной охране водопроводов и источников водоснабжения: постановление ЦИК СССР № 96, СНК СССР № 834 от 17.05.1937 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

14. Положение о порядке проектирования и эксплуатации зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. Утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 18.12.1982 № 2640-82 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

15. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения: СанПиН 2.1.4.1110-02. Утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 26.02.2002 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

16. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. Утв. Министром здравоохранения СССР по поручению Совета Министров СССР. Согласованы с Госпланом СССР 15.07.1961, № 372-61 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

17. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. Утв. Минводхозом СССР, Главным государственным санитарным врачом СССР, Минрыбхозом СССР 16.05.1974 № 1166-74 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

18. Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты: приказ МПР РФ от 12.12.2007 № 328 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

19. Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей: приказ МПР России от 17.12.2007 № 333 (ред. от 29.07.2014) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

20. Черкинский С. Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы. Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1977. – 224 с.

21. Креймер М. А. Экономическое и территориальное планирование по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 77–93.

22. Креймер М. А. Экономические и территориальное планирование по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 146–163.

Получено 10.11.2015

© *Е. М. Трофимович, М. А. Креймер, В. В. Турбинский, 2015*

УДК 614.78

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПОСЛЕДСТВИЙ НАВОДНЕНИЙ  
В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОБИ  
АЛТАЙСКОГО КРАЯ В 2014–2015 ГГ.)**

*Вячеслав Александрович Хмелев*

ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела гигиены окружающей среды и здоровья населения, тел. (383)343-34-01, e-mail: ngi@niig.su

*Виктор Владиславович Турбинский*

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

*Алина Андреевна Самшорина*

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, тел./факс: (383)222-64-68, (383)222-24-28, e-mail: info@nsawt.ru

*Анна Викторовна Суворова*

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, тел./факс: (383)222-64-68, (383)222-24-28, e-mail: info@nsawt.ru

*Валентина Витальевна Колосницына*

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, тел./факс: (383)222-64-68, (383)222-24-28, e-mail: info@nsawt.ru

*Иргит Чечек*

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, тел./факс: (383)222-64-68, (383)222-24-28, e-mail: info@nsawt.ru

Рассмотрены факторы образования и развития наводнений и геоинформационные технологии по их мониторингу. Приведена эколого-эпидемиологическая характеристика катастрофического паводка на реки Оби и ее притоках в Алтайском крае в июне 2014 г. и половодья в 2015 г. Установлено равное количество колониеобразующих единиц (КОЕ) термотолерантных колиформных бактерий в паводковой воде и водопроводе г. Барнаула. Даны методы оценки масштабов паводка и половодья по данным спутникового зондирования. Построены картосхемы наводнений и определены участки экологического риска на землях водного фонда и населенных пунктов. Используются методы санитарно-гигиенической оценки гидрологического мониторинга развития чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Показана важность применения санитарно-эпидемических показателей в кадастровой оценке участков на землях водного фонда и населенных пунктов.

**Ключевые слова:** половодье, наводнение, чрезвычайная ситуация, санитарно-эпидемиологическая безопасность, экология населенных территорий, реки, источники водоснабжения.

## HYGIENE AND SANITARY MATTERS CONSEQUENCES OF FLOODING IN POPULATED AREAS OB RIVER BASIN (FOR ALTAI REGION IN 2014–2015)

*Vyacheslav A. Khmelev*

Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Rospotrebnadzor, 630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko St., Ph. D., Senior Research Fellow, Department of Environmental Health and Public Health, tel. (383)343-34-01, e-mail: [ngi@niig.su](mailto:ngi@niig.su)

*Viktor V. Turbinsky*

Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Rospotrebnadzor, 630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko St, D. Sc., Director, tel. (383)343-34-01, e-mail: [ngi@niig.su](mailto:ngi@niig.su)

*Alina A. Samshorina*

FSFEI HE «Siberian State University of Water Transport», 630099, Russia, Novosibirsk, 33 Schetinkina St., tel. (383)222-64-68, e-mail: [info@nsawt.ru](mailto:info@nsawt.ru)

*Anna V. Suvorova*

FSFEI HE «Siberian State University of Water Transport», 630099, Russia, Novosibirsk, 33 Schetinkina St., tel. (383)222-64-68, e-mail: [info@nsawt.ru](mailto:info@nsawt.ru)

*Valentina V. Kolosnitsyna*

FSFEI HE «Siberian State University of Water Transport», 630099, Russia, Novosibirsk, 33 Schetinkina St., tel. (383)222-64-68, e-mail: [info@nsawt.ru](mailto:info@nsawt.ru)

*Irgit Chechek*

FSFEI HE «Siberian State University of Water Transport», 630099, Russia, Novosibirsk, 33 Schetinkina St., tel. (383)222-64-68, e-mail: [info@nsawt.ru](mailto:info@nsawt.ru)

The factors of formation and development of floods and GIS technology for monitoring. An ecologo-epidemiologic characteristics of catastrophic floods on the river Ob and its tributaries in the Altai region in June 2014 and floods in 2015. Set equal to the number of colony forming units (CFU) thermotolerant coliform bacteria in flood water and water supply of Barnaul. Given methods for estimating the size of floods and flooding according to satellite sensing. Built a card-scheme of flooding and identified areas of environmental risk on the water Fund lands and human settlements. Used methods of sanitary-hygienic assessment of the hydrological monitoring development of emergency situations of natural and technogenic character. Shows the importance of applying public health and epidemiological indicators in the evaluation of cadastral plots on water Fund lands and human settlements.

**Key words:** flood, emergency, sanitary-epidemiological safety, environment populated areas, rivers, water sources.

Количество чрезвычайных ситуаций, обусловленных стихийными гидрологическими явлениями на территории Российской Федерации и нанесших ущерб отраслям экономики, из года в год сохраняет устойчивую тенденцию роста и увеличения масштабов последствий.

В среднем по стране ежегодно затопливается территория площадью около 50 тыс. км<sup>2</sup>. На этих территориях размещается более 300 городов, десятки тысяч других населенных пунктов, множество объектов экономики. Всего в Рос-

сийской Федерации паводками затопливается территория около 150 тыс. км<sup>2</sup> с населением более 4,5 млн. человек [1, 2].

Общее число чрезвычайных ситуаций, вызванных прохождением весеннего половодья, колеблется от 28 до 67 (средний показатель за 7 лет – 50 чрезвычайных ситуаций), что составляет 3–4 % от общего числа чрезвычайных ситуаций всех уровней. Однако по своим масштабам и последствиям (площадь зоны чрезвычайной ситуации, время ее развития, характер воздействия на территориально-хозяйственные комплексы, нанесенные ущербы) это наиболее тяжелый вид чрезвычайных ситуаций [3].

В зависимости от масштабов затопления и наносимого ущерба, наводнения разделяют на четыре группы [4]:

а) I группа – низкие наводнения. Наблюдаются на равнинных реках. Площадь затопления небольшая, обычно нет угрозы здоровью людей;

б) II группа – высокие наводнения. Возникает угроза жизни людей, что обуславливает необходимость частичной эвакуации населения;

в) III группа – выдающиеся наводнения. Затопление распространяется на речные бассейны. Возникает необходимость эвакуации значительной части населения;

г) IV группа – катастрофические наводнения – приводят к значительному материальному ущербу и большим потерям среди населения.

Ежегодно от одной до четырех чрезвычайных ситуаций, связанных с паводковыми явлениями, достигают федерального уровня (от 30 до 90 % от общего числа чрезвычайных ситуаций). Именно эти чрезвычайные ситуации в соответствии с международными нормами котируются как стихийные бедствия.

Остальные чрезвычайные события в период половодья имеют локальный, местный, реже территориальный уровень. Если развитие чрезвычайных ситуаций федерального уровня напрямую зависит от гидрологических и погодных особенностей сезона (паводки редкой обеспеченности – объективная причина), то причины чрезвычайных ситуаций более низкого порядка имеют, в основном, субъективный характер, выражающийся в неадаптированности территорий, объектов, управленческих решений к существующей гидрологической обстановке и ее ежегодным сезонным вариациям [5].

На протяжении последних лет тенденция увеличения ущерба экономики независимо от силы и масштабов наводнений сохраняется Среднегодовой минимальный прямой материальный ущерб от чрезвычайных ситуаций при паводках (повреждение и разрушение жилых и производственных зданий, железных и автомобильных дорог, линий электропередачи и связи, мелиоративных систем; уничтожение, порча сырья, топлива, продуктов питания, кормов, удобрений; смыв плодородного слоя почвы; затраты на временную эвакуацию населения и пр.) составляет около 3–5 млрд. руб. Косвенный же ущерб (ухудшение условий жизни и здоровья людей; сокращение выработки промышленной и сельскохозяйственной продукции и замедление темпов развития экономики; повышенный износ капитальных зданий и сооружений; невозможность рационального использования территорий, подверженных затоплению и пр.) в на-

стоящее время не поддается оценке. Обычно прямой и косвенный ущербы находятся в соотношении 70 и 30 %, из них 35 % приходится на коммунальное хозяйство, 27 % – на сельское хозяйство, 14 % – на промышленность, 8 % – на автомобильные, железные дороги и мосты [6].

Важное значение в ликвидации медико-санитарных последствий имеет санитарно-эпидемическое состояние зоны бедствия [7]. Природные катастрофы влекут за собой и такие непрямые последствия, как увеличение численности комаров в результате затопления территорий, активизация клещей и других переносчиков инфекций, увеличение периода их потенциальной инфекционной опасности, рост нарушений нормальной работы водопроводно-канализационных сооружений. В связи с этим возрастает и риск повышения кишечной инфекционной заболеваемости. Наводнения всегда означают повышенный риск инфекции [8, 9]. Часто предприятия химической промышленности или очистные сооружения также заливаются. Многочисленные возбудители и ядовитые химикалии попадают в воду и донные отложения.

Влияние наводнений на здоровье населения столь велико, что Европейское бюро ВОЗ издало материалы специальной международной встречи по этому вопросу – *Floods Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*. Социальные последствия наводнений очевидны – это разрушение жилищного хозяйства, инженерных сооружений и устройств инфраструктуры, производственных помещений, энергосетей. Сход воды в областях наводнения оставляет после себя проблемы в общей инфраструктуре населенных пунктов (домах, садах, складах, магазинах). Люди не имеют возможности проживания в своих домах, все существование находится под угрозой [10]. Наводнения также могут привести к загрязнению источников питьевого водоснабжения опасными химическими веществами из складских помещений ядохимикатов, хранилищ горюче-смазочных средств, нефтехранилищ и т. д.

В зонах катастрофического затопления могут разрушаться (размываться) системы водоснабжения, канализации, сливных коммуникаций, банно-прачечных сточных вод, места сбора мусора, нечистот и прочих отбросов, которые загрязняют зоны затопления и распространяются по течению затапливающей волной [11]. В этих зонах возрастает опасность возникновения и распространения инфекционных заболеваний в результате скопления населения на ограниченной территории при значительном ухудшении материально-бытовых условий жизни.

Во время наводнения погибает готовый к уборке урожай, заливаются животноводческие фермы, пастбища. Все смешивается в единую массу. Условия для возникновения эпидемий, ранений, гнойных и анаэробных инфекций оказываются в этот период самыми благоприятными. Вместе с тем, инфекционные последствия наводнения подчиняются вполне определенным закономерностям [12]. Вслед за развитием катастрофического затопления одними из первых заполняются инфекционные стационары желудочно-кишечного профиля.

В массовом количестве могут поступать больные с традиционными кишечными инфекциями – дизентерией, колиэнтеритами, дисбактериозом, сальмонеллезом. Вырастает уровень заболеваемости гепатитом А. Вслед за этим мо-

жет появиться волна зоонозов – лептоспироз, туляремия. Значительно увеличивается количество пациентов в хирургических клиниках и стационарах. В детских инфекционных стационарах растет нагрузка за счет больных с менингококковой инфекцией.

Организация санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий зависит от нанесенного ущерба на затопливаемой территории, создавшихся социально-бытовых условий и других факторов жизнеобеспечения населения [13].

Эффективность организации санитарно-эпидемиологической помощи пострадавшему населению, использования сил и средств санитарно-эпидемиологической службы зависит от появления на затопливаемой территории четырех зон катастрофического затопления. В результате резкого осложнения санитарно-эпидемиологической обстановки в зонах затопления может появиться значительное число санитарных и безвозвратных потерь.

Для ликвидации медико-санитарных последствий катастрофических затоплений местные органы здравоохранения и санитарно-эпидемиологической службы заблаговременно разрабатывают планы медико-санитарного обеспечения населения, проживающего в зонах возможных наводнений или катастрофических затоплений.

Но до настоящего времени ни в одной из опубликованных работ не дается представления о наводнениях в масштабе земного шара, не разработаны классификация наводнений по масштабу социального и экологического ущерба, научные основы рационального использования территорий, подверженных затоплению, системная концепция мероприятий, которые необходимо осуществить на паводкоопасных территориях в периоды до, во время и после наводнения [14].

Прогнозируемое потепление климата и неизбежный рост дальнейшего освоения речных долин, несомненно, приведут к увеличению повторяемости и увеличению разрушительной силы наводнений. Поэтому неотложной задачей является разработка действенных мер предотвращения наводнений и защиты от них, поскольку это в 50–70 раз уменьшит затраты на ликвидацию последствий от причиненных ими бедствий, в том числе и санитарно-экологических. Комплекс санитарно-противоэпидемиологических мероприятий в паводкоопасных районах, включающий прогнозирование, планирование и осуществление работ, должен проводиться до наступления наводнения, в период его прохождения и после окончания стихийного бедствия [15].

### *Катастрофический паводок июня 2014 года*

Реки Алтайского края в основном относятся к бассейну реки Оби. На западе и северо-западе края расположена область внутреннего стока – бессточный бассейн Кулундинской низменности. Речная сеть, за исключением юго-востока, хорошо развита. Реки начинаются от ледников, многочисленных озер и имеют смешанное питание: дождевое, снеговое, ледниковое и грунтовое.

В 2014 г. на Алтае и частично в Новосибирской области прошли экстремальные паводки. По масштабам проявления они классифицировались как при-

родные чрезвычайные ситуации федерального характера (рис. 1). Всего на юге Сибири пострадало более 70 тыс. человек. В зону затопления в 46 районах попало более 20 тысяч домов, разрушены и повреждены десятки автомобильных и пешеходных мостов, сотни километров автомобильных дорог, подтоплены тысячи гектаров посевов, погибло несколько сотен голов домашнего скота.

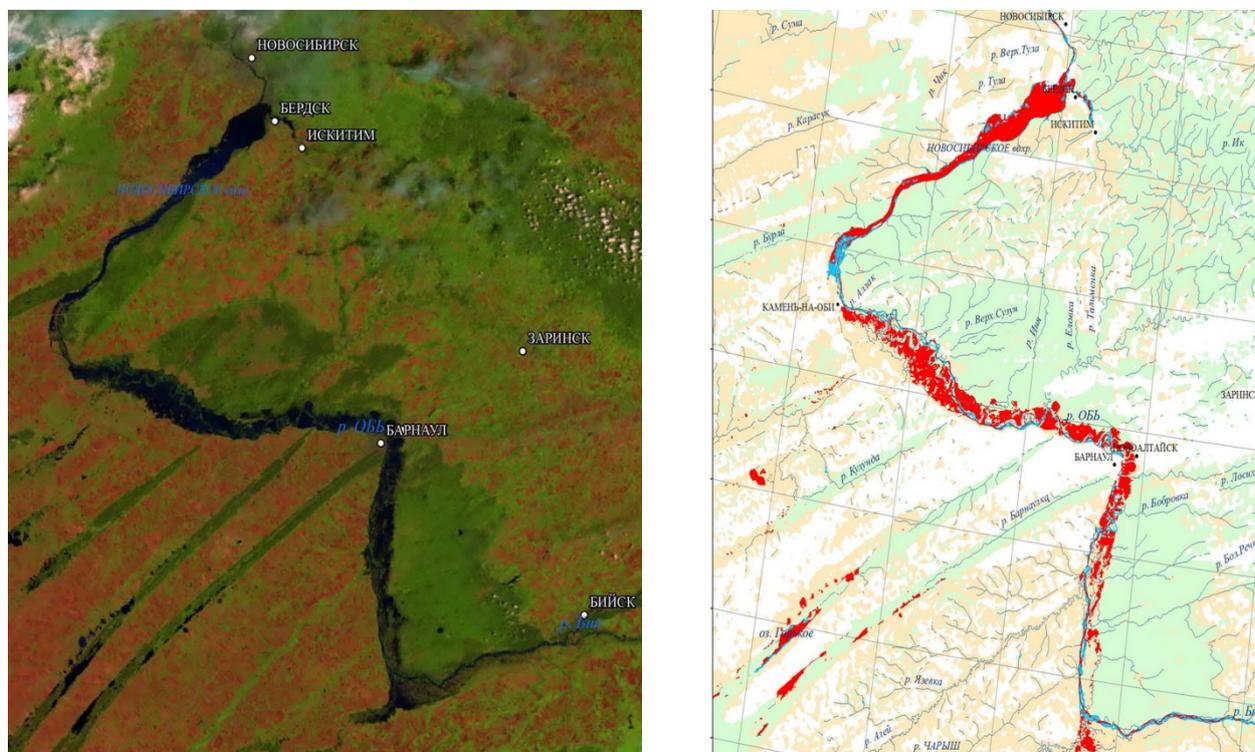


Рис. 1. Паводковая обстановка по данным спутникового зондирования, Верхняя Обь, 12 июня 2014 г.

В связи с выпадением сильных осадков по территории Республики Алтай и Алтайского края в последней пятидневке мая (от 53 до 184 мм за декаду, от 78 до 233 мм за месяц, что составляет 87–244 % от месячной нормы) подъемы уровней воды на Верхней Оби с притоками составили в пределах от 21 до 176 см в сутки, на Верхней Томи с притоками – от 13 до 112 см в сутки.

Общий подъем уровней воды на Верхней Оби с притоками (Бия, Катунь, Чарыш) составил от 3,2 до 7,4 м, превышение над опасными отметками достигало 0,82–2,93 м.

Экстремально высокие уровни воды наблюдались на реке Обь – с. Фоминское, реке Бия – с. Кебезень, реке Бия – с. Турочак, реке Бия – с. Удаловка, г. Бийск, реке Катунь – с. Сростки, реке Ануй – с. Солонешное, реке Песчаная – с. Точильное, реке Чарыш – с. Чарышское (рис. 2).

В период с мая по август 2014 г. специалистами Управления Роспотребнадзора по Алтайскому краю и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае» были проведены комплексные анализы и оценка санитарно-

эпидемиологического состояния водной среды реки Оби у г. Барнаула и качества питьевого водоснабжения (рис. 3, 4; табл. 1, 2).

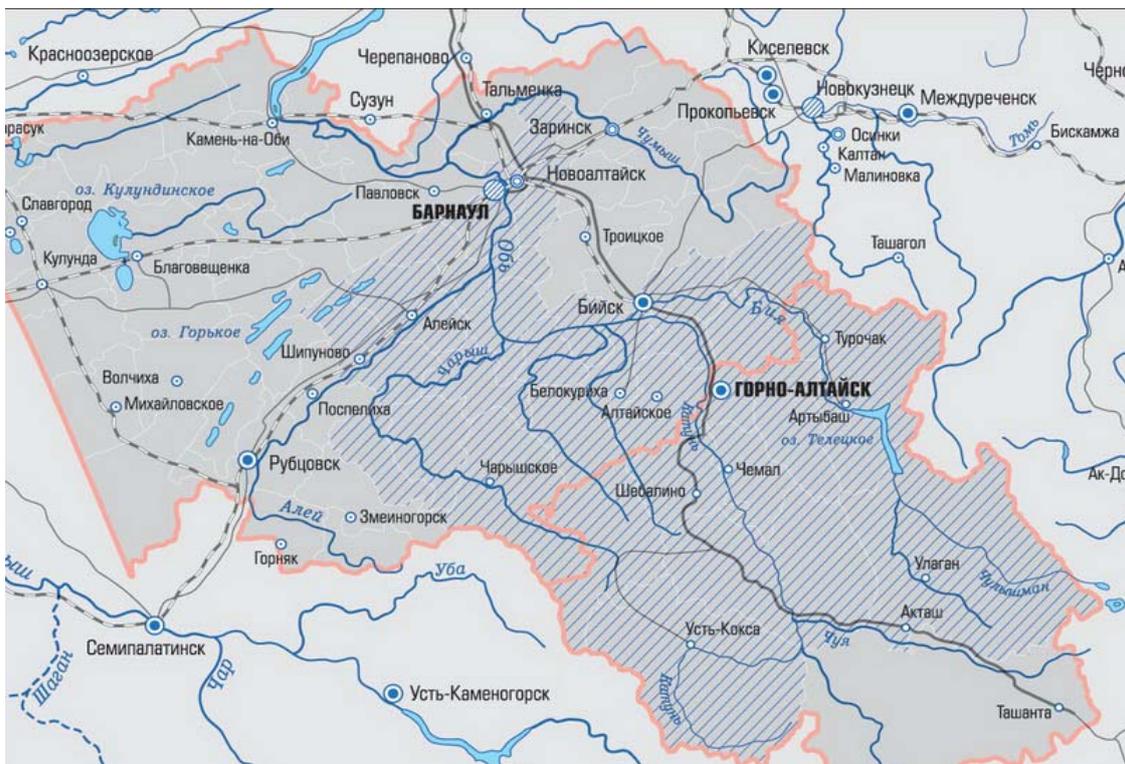


Рис. 2. Пострадавшие от наводнения районы Республики Алтай и Алтайского края

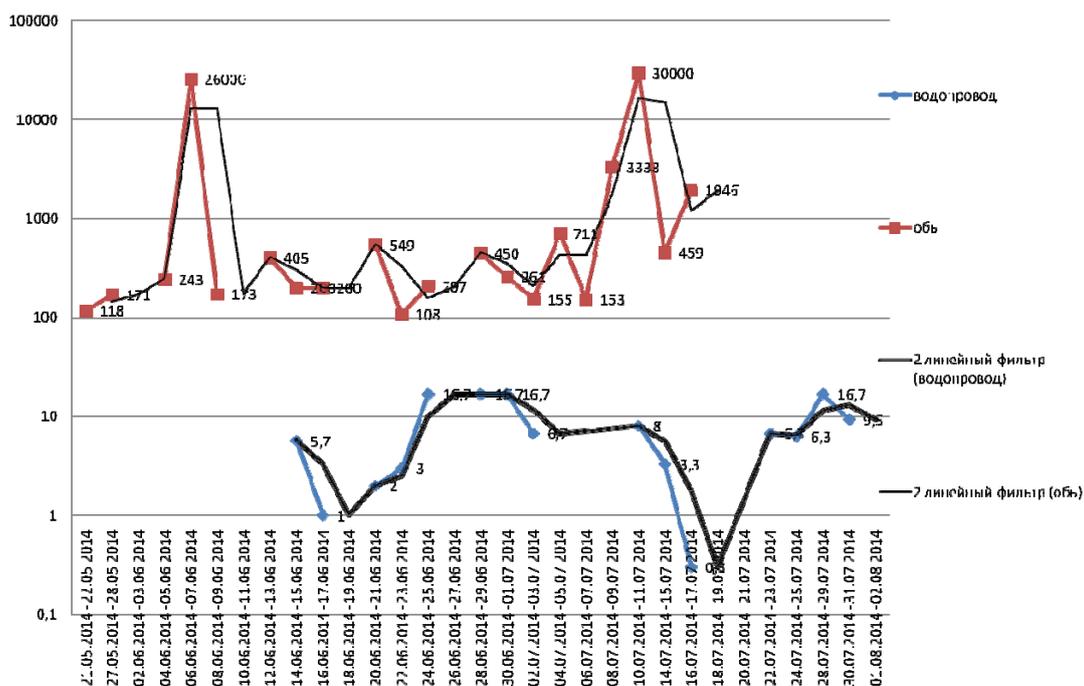


Рис. 3. Динамика термотолерантных колиформных бактерий (КОЕ на 100 мл) в период паводка в Алтайском крае в 2014 г.

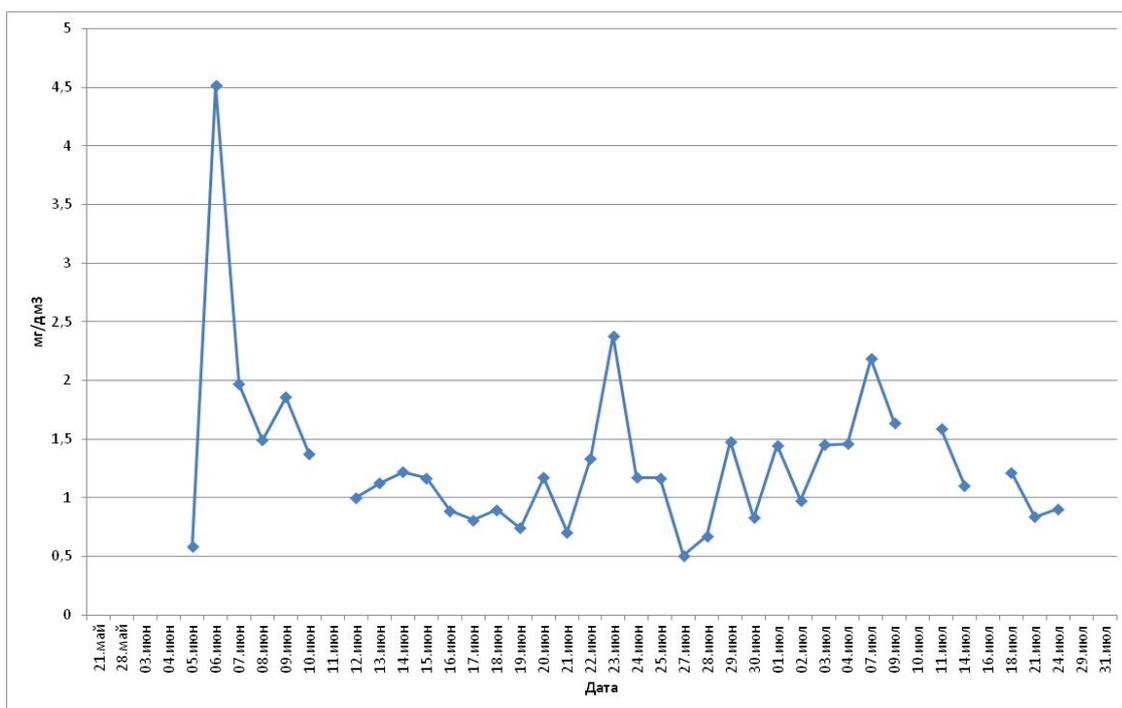


Рис. 4. Динамика концентрации железа общего в воде реки Оби в створе г. Барнаула

Таблица 1

Показатели санитарного состояния реки Оби в створах г. Барнаула

Показатели (норматив)	Статистические параметры	Створы					Общий итог
		Водо-забор 1	Водо-забор 2	м/р затон	пляж	речной вокзал	
Термотолерантные колиформные бактерии (100 КОЕ/100 мл)	Число проб	15	13	1	2	8	39
	Среднее	641	2 441	153	15 081	817	2 005,3
	Максимум	4 182	26 000	153	30 000	2 909	30 000
Общие колиформные бактерии (1 000 КОЕ/100 мл)	Число проб	1	4		1	4	10
	Среднее	4 182	7 544		30 000	1 720	7 124,2
	Максимум	4 182	26 000		30 000	2 909	30 000
Колифаги (10 БОЕ/100 мл)	Число проб	1				1	2
	Максимум	200				200	200
Аммиак (1,5 мг/дм³)	Число проб			1			1
	Максимум			0,49			0,49
БПК <sub>5</sub> (2,0 мг/дм³)	Число проб					2	2
	Среднее					6,64	6,64
	Максимум					6,64	6,64

Примечание. КОЕ – колониеобразующая единица, видимая колония микроорганизмов, выросшая из одной клетки или из группы клеток; БОЕ – бляшкообразующая единица, наименьшее количество вируса или бактериофага, способное вызвать образование одной негативной колонии; БПК<sub>5</sub> – биохимическое потребление кислорода за 5 суток.

Таблица 2

Показатели санитарного состояния питьевого водопровода г. Барнаула

Адрес отбора проб питьевой воды	Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл (норма отсутствует)		Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл (норма отсутствует)		Общее микробное число, КОЕ/1 мл (норма – не более 50)	
	Среднее	Максимум	Среднее	Максимум	Среднее	Максимум
50 лет СССР 8	1,30	1,30	1,30	1,30	58,00	59,00
Гвардейская 208	0,70	0,70	0,70	0,70	-	-
Гужтранспортный 91	3,40	5,70	4,86	10,00	285,00	300,00
Заозерная 23/1	-	-	-	-	300,00	300,00
Заозерная 25	16,70	16,70	16,70	16,70	300,00	300,00
Заозерная 59	16,70	16,70	16,70	16,70	300,00	300,00
Заозерная 74	16,70	16,70	16,70	16,70	300,00	300,00
Затон	6,60	16,70	6,20	16,70	130,00	300,00
Кораблики 19	16,70	16,70	16,70	16,70	300,00	300,00
Красноярская 224	6,10	16,70	6,30	16,70	209,00	300,00
п. мост 91а	1,70	1,70	1,70	1,70	105,00	105,00
Павловский тр. 277	8,00	8,00	8,00	8,00	1,00	1,00
Чехова, Горького	2,30	4,00	2,30	4,00		
Общий итог	6,90	16,70	6,70	16,70	172,00	300,00

*Половодье на Алтае 2015 года*

Для мощного половодья в 2015 г. сложился благоприятный природный фон. Снежный покров установился рано – уже в ноябре, а в январе была теплая погода. Все это способствовало промерзанию почвы на 25–35 % ниже нормы. Осень в Западной Сибири выдалась дождливая, содержание влаги в почве превысило норму, за ноябрь-декабрь выпало несколько месячных норм осадков. Обильные дожди в сентябре-октябре 2014 г. привели к чрезвычайно высокому содержанию влаги в почве.

В итоге на водосборах бассейна Верхней Оби, а особенно в равнинной части и предгорьях, накопились значительные запасы снега. В большинстве районов Алтайского края его оказалось в 1,5-2 раза больше, чем в прошлом году. Гидрологами было высказано мнение, что если весной 2015 г., в апреле-мае, будет прохладно и пасмурно, то паводок 2015 г. может оказаться еще серьезнее, чем в 2014 г. Напомним, что в 2014 г. непосредственно в Алтайском крае от весеннего половодья пострадали более 52 тыс. чел., общий материальный ущерб составил 5,6 млрд. руб. (по некоторым оценкам – до 6,5–7 млрд. руб.).

В конце первой декады апреля 2015 г. на территории юга Западной Сибири установилось тепло, и началось активное таяние снегов в лесостепной и степной зонах Алтайского края, которое ускорили сильные дожди. Это привело к значительному поверхностному стоку и разливу малых рек, часть которых не успела вскрыться ото льда. К середине апреля оказались подтопленными 43 населенных пункта в 20 муниципальных образованиях края, а также повреждено 80 автомобильных дорог. По данным Алтайского отдела бассейнового водного управления (БВУ), на максимуме половодья пострадали около 300 домов и почти 1 500 приусадебных участков.

27 апреля 2015 г., по данным МЧС, было подтоплено 27 населенных пунктов в 17 муниципальных образованиях Алтайского края (рис. 5, 6).

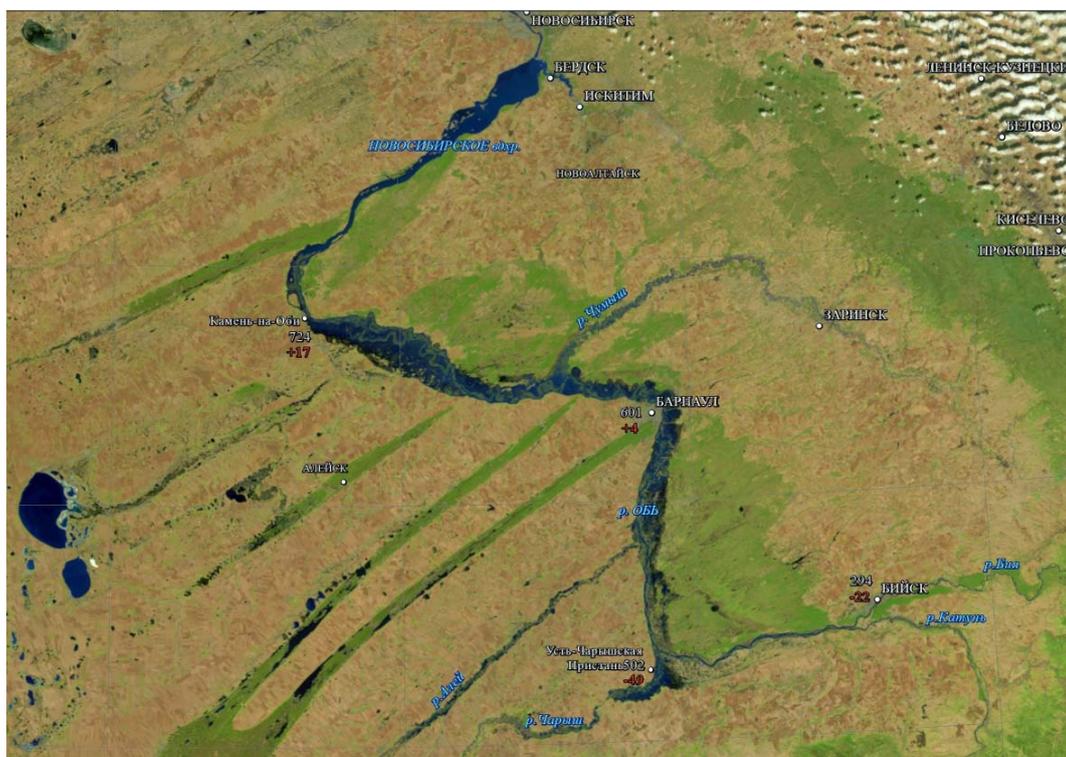


Рис. 5. Гидрологическая обстановка по данным спутникового мониторинга, Верхняя Обь, 4 мая 2015 г.

По состоянию на 30 апреля 2015 г. в Алтайском крае было подтоплено 29 населенных пунктов в 17 муниципальных образованиях (Шипуновский, Рубцовский, Топчихинский, Кытмановский, Залесовский, Ельцовский, Третьяковский, Тальменский, Усть-Калманский, Усть-Пристанский, Павловский, Курьинский районы, города Алейск, Барнаул, Рубцовск, Заринск, Новоалтайск). В зоне подтопления находились 279 жилых домов и 1 370 приусадебных участков.

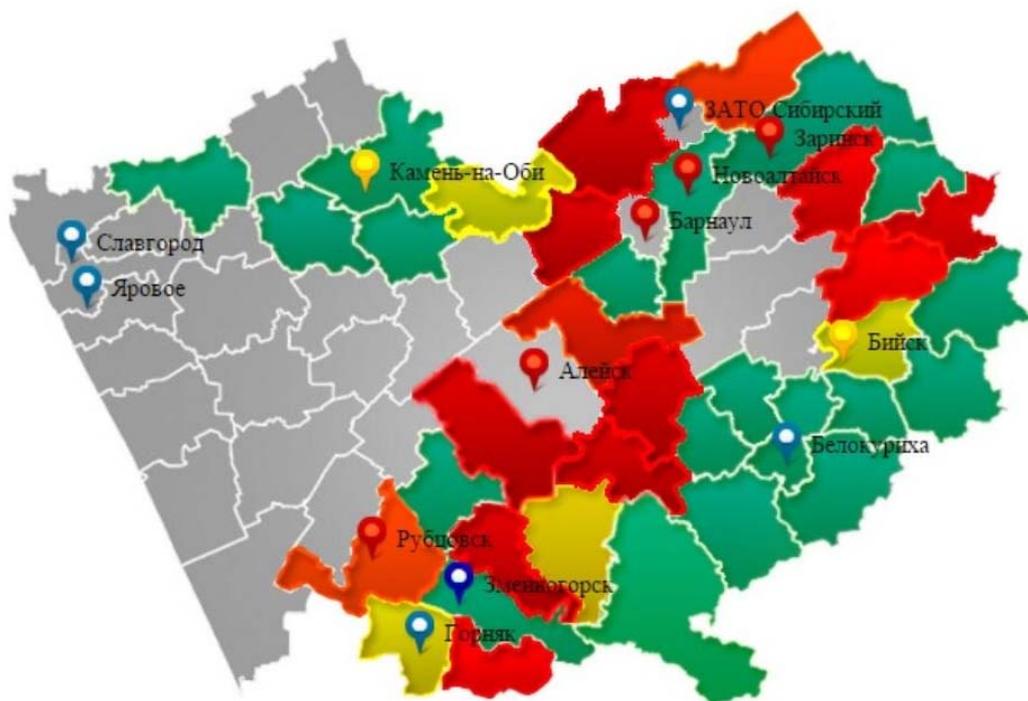


Рис. 6. Пострадавшие от половодья районы Алтайского края

### *Наводнение в Заринске*

Река Чумыш – крупный правый приток реки Оби, вышла из берегов еще 23 апреля 2015 г. Вода начала подступать к огородам жителей частных домов Заринска. В этом районе, как и в барнаульском Затоне, уже привыкли к периодическим затоплениям: в 2010 г. вода в реке Чумыш поднималась до уровня в 7 м – тогда затопило Заринский район (Старый Балиндер). Для защиты домов отметка гребня дамбы на Старом Балиндере в предыдущие годы была поднята на метр – с 650 см до 750 см уровня воды.

В результате резкого подъема уровня реки Чумыш 25 апреля вода начала поступать через улицу Полевую в обход дамбы. В связи с опасностью прорыва дамбы была объявлена эвакуация жителей микрорайона Лесокомбинат.

В укреплении дамбы на улице Энгельса приняли участие жители города. За трое суток работы сюда привезли более тысячи мешков песка. В результате спасли 225 домовладений.

27-28 апреля уровень воды в реке Чумыш (рис. 7) превысил отметку в 8 м – 809–810 см (критический уровень для Заринска – 7 м). В зону подтопления попали 173 жилых дома в микрорайонах Лесокомбинат, Слободка, Старый Балиндер, поселок Новый (рис. 8).

По состоянию на 29 апреля 2015 г. уровень реки Чумыш – 8 м 3 см. В городе подтоплено 230 жилых домов и 336 приусадебных участка, 180 человек эвакуированы. Для ликвидации ЧС в Заринск прибыли студенты Алтайского госуниверситета. К концу дня 2 мая 2015 г. уровень воды в реке упал ниже критического.

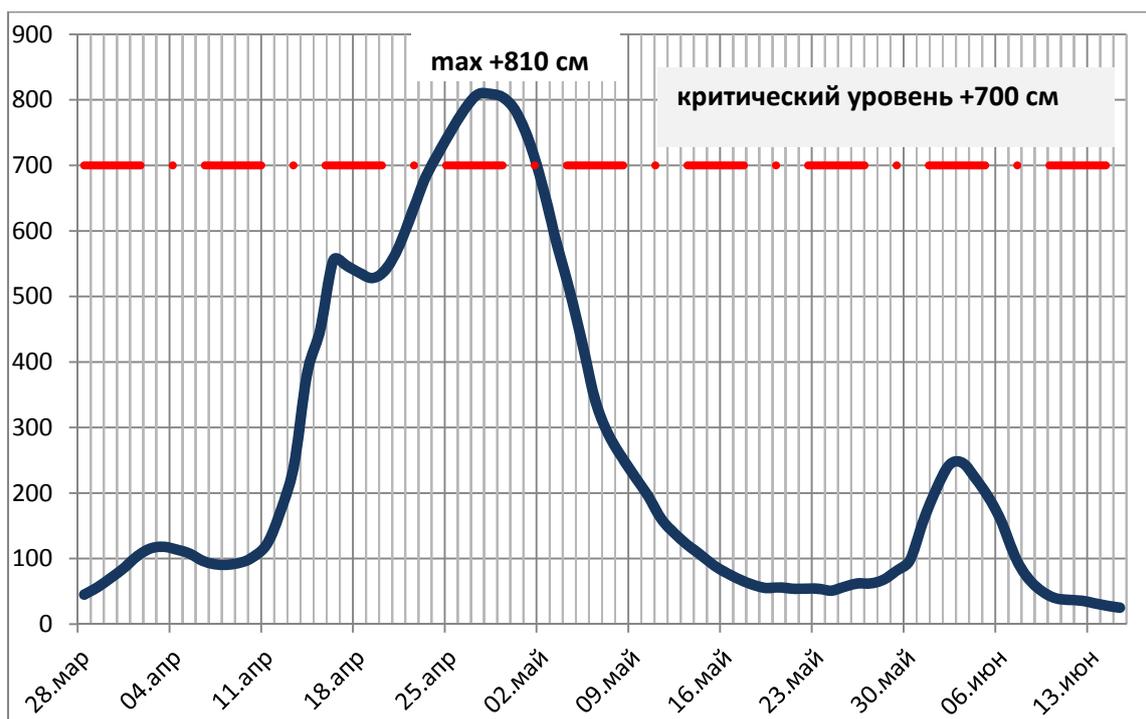


Рис. 7. График колебания уровня воды по гидропосту Заринск



Рис. 8. Подтопление жилого сектора г. Заринска

### *Санитарно-эвакуационные мероприятия*

На территории края в период половодья было развернуто 37 пунктов временного размещения населения общей вместимостью 8 558 мест.

С 25 апреля 2015 г. развернут один пункт временного размещения (ПВР) в г. Заринске на базе МАУ «Спорт». В ПВР размещены 34 человека, в том числе 11 детей, все обеспечены трехразовым горячим питанием на базе кафе ООО «Лидер», постельными принадлежностями. Водоснабжение в ПВР централизованное. Условия для соблюдения правил личной гигиены созданы. Специалистами территориального отдела Управления Роспотребнадзора по Алтайскому краю проводились ежедневные проверки ПВР с лабораторным контролем.

С 29 апреля 2015 г. был развернут ПВР в г. Рубцовске на шесть человек на базе санатория-профилактория «Тонус», питание трехразовое горячее на базе санатория, водоснабжение централизованное. В ПВР г. Заринска на 30 апреля был размещен 31 человек, в ПВР г. Рубцовска были размещены семь человек.

На 6 мая 2015 г. в крае функционировало три ПВР: в г. Заринске, где был размещен 21 человек (в том числе семь детей), в г. Рубцовске на семь человек (в том числе один ребенок) и в г. Камень-на-Оби, где с 5 мая было размещено двое взрослых.

Во всех пунктах временного размещения было организовано трехразовое горячее питание, централизованное водоснабжение. ПВР обеспечены постельными принадлежностями, созданы условия для соблюдения правил личной гигиены. Специалистами территориальных отделов Управления Роспотребнадзора по Алтайскому краю проводились ежедневные проверки ПВР с лабораторным контролем пищевых продуктов, питьевой воды.

### *Противоэпидемические мероприятия*

С целью оказания практической помощи и организации профилактических мероприятий в пострадавших от паводка административных территориях было задействовано 73 специалиста Управления Роспотребнадзора по Алтайскому краю и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае».

С 16 апреля 2015 г. на территориях края, попавших в зону подтопления, под контролем специалистов территориальных отделов Управления проводились дезинфекционные мероприятия силами администраций муниципальных образований и специализированных учреждений. Проведена дезинфекция 900 домов, 125 индивидуальных трубчатых колодцев, используемых для питьевых целей, 901 выгребных ям, что составляет 100 % от подлежащих.

Проведена экстренная профилактика дизентерии – фагированы 2 361 человек, в том числе 544 ребенка (100 % от подлежащих).

Привито против вирусного гепатита А – 1 010 человек, в том числе 314 детей.

На попавших в зону подтопления территориях проведена дезинфекция 591 дома, 38 индивидуальных трубчатых колодцев, 462 выгребных ям.

Управлением и ФБУЗ разработано, тиражировано и распространено на пострадавших территориях края 4 200 экземпляров памяток для населения.

На 18 июня 2015 г. развернутых в крае ПВР нет. Санитарно-эпидемиологическая обстановка в крае стабильная. Случаев заболеваний кишечными инфекциями среди пострадавшего населения не зарегистрировано. Ситуация по ликвидации последствий паводка находится на особом контроле.

#### *Мероприятия на источниках и сетях водоснабжения*

С 14 апреля 2015 г. было отобрано из источников водоснабжения 178 проб питьевой воды, в том числе на санитарно-химические – 89 проб; микробиологические – 89, пробы соответствуют гигиеническим нормативам; из разводящей водопроводной сети отобрано 766 проб, в том числе на санитарно-химические – 383 пробы, на микробиологические показатели – 383 пробы, из которых 5 проб – 0,65 % не соответствовали гигиеническим нормативам. По результатам неудовлетворительных проб проведена промывка и дезинфекция водопроводных сооружений и сетей, исследованные после проведенной дезинфекции на микробиологические показатели пять проб воды соответствуют гигиеническим нормативам.

На водопроводе в г. Барнауле в соответствии с предписаниями Управления Роспотребнадзора по Алтайскому краю проводились дополнительные меры по очистке и обеззараживанию воды: увеличена концентрация остаточного свободного хлора на выходе из водоочистных сооружений, усилен контроль качества воды.

На водопроводе из подземных источников г. Заринска была предусмотрена водоподготовка с обеззараживанием, на время паводка на выходе из водоочистных сооружений концентрация свободного хлора составила не менее 0,75 мг/л (в обычном режиме 0,3 мг/л). В ходе наводнения была отключена электроэнергия в затопленных районах города, поскольку речная вода стала поступать в канализационный коллектор, в целях предотвращения полного отключения водоснабжения города была отключена подача горячей воды. Также существовала угроза затопления очистных сооружений г. Заринска.

#### *Заключение*

По данным МЧС, за весь период половодья был подтоплен 91 населенный пункт в 39 муниципальных образованиях. В зону подтопления попали районы: Локтевский, Поспелихинский, Курьинский, Шипуновский, Каменский, Змеиногорский, Залесовский, Краснощековский, Родинский, Хабарский, Крутихинский, Немецкий Национальный, Рубцовский, Кытмановский, Баевский, Усть-Калманский, Павловский, Новичихинский, Табунский, Быстроистокский, Тюменцевский, Усть-Пристанский, Топчихинский, Красногорский, Угловский, Панкрушихинский, Солтонский, Ельцовский, Третьяковский, Целинный, Гальменский, Первомайский; города: Алейск, Барнаул, Славгород, Рубцовск, Заринск, Новоалтайск, Камень-на-Оби.

Общее количество подтопленных домов – 986; количество приусадебных участков – 4 169; количество проживающих в подтопленных домах – 2 446 человек, в том числе детей – 430; социально-значимых объектов – 1.

Всего было отселено 369 человек, из них 65 детей, в том числе в ПВР было размещено 73 человека, из них 21 ребенок.

19 июня 2015 г. Главное управление МЧС России по Алтайскому краю и подчиненные ему подразделения были переведены в режим повседневной деятельности, санитарно-эпидемиологическая обстановка в крае стабильная.

*Выводы.* Масштабы наводнений отражают, насколько территориальное планирование в интересах экономической деятельности учитывает экологическую роль водотоков [16, 17]. Санитарно-эпидемиологические условия водопользования формируют возможности территориального планирования и судьбу земельных участков в понимании римского права и Земельного кодекса России [18].

Катастрофический паводок в бассейне реки Оби 2014 г. и половодье 2015 г. сопровождались экстремально высоким уровнем загрязнения речной воды колIFORMными бактериями, вирусным загрязнением по данным содержания колифагов, а также свежим органическим загрязнением по величине БПК<sub>5</sub>.

Очистка речной воды на водозаборных сооружениях в значительной мере обеспечивала снижение уровня микробного загрязнения, но ее эффективность была недостаточной, особенно на территориях поймы, подверженных затоплению, подвергая население повышенным эпидемиологическим рискам для здоровья.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Марченко Ю. Г., Тенешева Г. Ю. Экологическое состояние мира на рубеже веков: не востребуемые резервы предотвращения катастрофы // Вестник СГГА. – 2001. – Вып. 6. – С. 138–143.
2. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Катастрофические наводнения начала XXI века: Уроки и выводы. – М. : ДЭКС-ПРЕСС, 2003. – 352 с.
3. Истомина М. Н., Кочарян А. Г., Лебедева И. П. Наводнения: Генезис, социально-экономические и экологические последствия // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32, № 4. – С. 389–398.
4. Нежиховский Р. А. Наводнения на реках и озерах. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 183 с.
5. Малик Л. К. Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений // Проблемы безопасности. – М. : Наука, 2005. – 354 с.
6. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. СанПиН 2.1.4.1110-02. – М., 2002. – 15 с.
7. Шапошников А. А., Карниз А. Ф. Организация санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий в чрезвычайных ситуациях на современном этапе. – М., 1999. – 236 с.
8. Авалиани С. Л., Ревич Б. А., Тихонова Г. И. Экологическая эпидемиология. – М. : Academia. – 2004. – 384 с.
9. Организация и проведение первичных противоэпидемических мероприятий в случаях выявления больного, подозрительного на заболевания инфекционными болезнями, вызывающими ЧС в области санэпидблагополучия населения. МУ 3.4.2552-09. – М., 1999. – 33 с.

10. Турбинский В. В., Хмелев В. А., Ушаков А. А. Гигиенические проблемы последствия наводнений в поселениях Обского бассейна в 2014 году // Сиббезопасность-Спасиб. – 2014. – № 1. – С. 75–81.
11. Турбинский В. В., Новикова И. И., Крига А. С. Гигиенические основы безопасности водного фактора в современных условиях // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 1 (250). – С. 30–33.
12. Ушаков А. А., Турбинский В. В., Катунина А. С. Гигиенический анализ социальных и санитарно-эпидемиологических условий жизнедеятельности населения Алтайского края // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 38–44.
13. Невидимова О. Г., Янкович Е. П. Геоинформационное исследование региональных природно-климатических особенностей // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 88–95.
14. Шарикалов А. Г., Якутин М. В. Геоэкологический анализ состояния антропогенных экосистем // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 95–101.
15. Серебряков С. В., Гусев В. В., Зраенко Ю. Д. Опыт создания геоинформационной системы управления рисками чрезвычайных ситуаций в Свердловской области // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 139–144.
16. Креймер М. А. Экономические и территориальное планирование по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 77–93.
17. Креймер М. А. Экономические и территориальное планирование по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 146–163.
18. Креймер М. А. Экономические задачи территориального планирования и экологическое обоснование судьбы земли // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 78–88.

Получено 09.11.2015

*© В. А. Хмелев, В. В. Турбинский, А. А. Самшорина,  
А. В. Суворова, В. В. Колосницына, И. Чечек, 2015*

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

---

УДК 528.44: 528.91

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

*Дмитрий Андреевич Ламерт*

Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Новосибирской области, 630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Державина, 28, кандидат экономических наук, заместитель руководителя, e-mail: Lamert@ngs.ru

*Ирина Викторовна Филимонова*

Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой политической экономии, тел. (383)333-28-14, факс (383)330-25-80, e-mail: FilimonovaIV@list.ru

*Леонтий Викторович Эдер*

Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, кандидат экономических наук, доцент, руководитель специализации «Экономика и управление в энергетическом секторе», тел. (383)333-28-14, факс (383)3302580, e-mail: EderLV@yandex.ru

В статье на основе современной нормативно-правовой базы выделены два направления трактовки понятия экономической оценки полезных ископаемых. Были выделены основные методические и организационные проблемы проведения экономической оценки углеводородов в России, определены цель, задачи и объекты геолого-экономической оценки запасов и ресурсов углеводородов. На основании анализа этапов, объектов и целей оценки была составлена классификация направлений геолого-экономической оценки. В результате проведенного исследования авторами были составлены и представлены принципиальная и расширенная схема методического подхода к геолого-экономической оценке запасов и ресурсов и были выдвинуты предложения по совершенствованию методических основ геолого-экономической оценки на государственном уровне.

**Ключевые слова:** нефть, газ, запасы, ресурсы, нефтегазовый комплекс, геолого-экономическая оценка углеводородов.

### **ADVANCEMENT OF ECONOMIC ESTIMATION METHOD OF HYDROCARBON RAW RESOURCES**

*Dmitrij A. Lamert*

The Department of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography of Novosibirsk region, 630091, Russia, Novosibirsk, 28 Derzhavina St., Ph. D., Deputy Chief, e-mail: Lamert@ngs.ru

**Irina V. Filimonova**

Novosibirsk State University, 630090, Russia, 17 Academica Lavrentieva prospect, Ph. D., Head of Department Politic Economy Chair, tel. (383)333-28-14, факс (383)330-25-80, e-mail: FilimonovaIV@list.ru

**Leontij V. Jeder**

Novosibirsk State University, 630090, Russia, 17 Academica Lavrentieva prospect, Ph. D., Docent, Chief of specialization «Economics and management in energetic sector», tel. (383)333-28-14, факс (383)330-25-80, e-mail: EderLV@yandex.ru

The article points out two directions of economic estimation term definition of earth's resources. There were emphasized basic methodological and organizational problems of carrying out economic estimation in Russia, defined the purpose, tasks and objects of geologic and economic estimation of hydrocarbon resources. On the basis of stage, object and estimation purpose analysis the geologic and economic estimation directions classification was created. As the result of conveyed research the authors created and presented basic and extended scheme of methodological approach to geologic and economic resource estimation and put forward the improving proposals for geologic and economic estimation methodological basis on the state level.

**Key words:** oil, gas, resources, oil and gas complex, geologic and economic estimation of hydrocarbons.

Экономическая оценка ресурсной базы – важнейшее условие выбора наиболее эффективных направлений развития добывающих отраслей. Роль экономической оценки в условиях конкуренции за право освоения того или иного участка недр существенно повышается. Она становится реальным инструментом принятия решений по оформлению лицензий на право поисков, разведки и разработки месторождений. Общепринятая методика экономической оценки нефтегазовых объектов в условиях современного недропользования еще не сложилась. Существует ряд методических разработок, однако чаще всего они касаются отдельных аспектов этой проблемы, требующей охвата широкого круга вопросов и системного подхода к их решению [1–4].

Многие годы приоритет отдавался обоснованию эффективности освоения разведанных запасов, запасов уже открытых месторождений [5]. По мере истощения нефтегазового потенциала европейской части страны, перемещения геологоразведочных работ в труднодоступные районы и акватории, ухудшения горно-геологических параметров разработки и, следовательно, повышения издержек эксплуатации месторождений возникла острая потребность в экономической оценке новых территорий, располагающих прогнозными и перспективными ресурсами нефти и газа.

**Методические и организационные проблемы.** Экономическая оценка месторождений полезных ископаемых и участков недр как основной инструмент принятия решений в области государственного регулирования отношений недропользования и развития минерально-сырьевой базы зафиксирована в главном документе, регулирующем вопросы недропользования в России – Законе РФ «О недрах» от 21 февраля 1992 г. № 2395-1, в ред. от 23 июля 2013 г., статье 23.1.

«Геолого-экономическая и стоимостная оценка месторождений полезных ископаемых и участков недр».

Однако в настоящее время МПР РФ не утверждена ни одна из методик по геолого-экономической и стоимостной оценке месторождений полезных ископаемых и участков недр, существует только набор временных руководств и методических рекомендаций, регламентирующих в общих чертах проведение подобных оценок. Поэтому экономические расчеты производятся различными организациями и в каждом случае исполнитель работ применяет свою методику, что затрудняет проверку достоверности и правильности сделанного расчета.

Вместе с тем, экономическая оценка запасов и ресурсов полезных ископаемых должна проводиться на каждом этапе развития минерально-сырьевого комплекса для целей повышения обоснованности принятия решений и формирования комплексной стратегии развития, начиная с оценки эффективности функционирования отрасли в целом, и служить основой выбора приоритетных направлений ее развития на всех этапах геологоразведочных работ и эксплуатации объектов недропользования. Но наиболее проработанным остается направление оценки запасов, в то время как официальная методика экономической оценки ресурсов полностью отсутствует, а ее проведение основано на методических рекомендациях отраслевых и академических институтов.

На современном этапе развития нормативно-правовой базы понятие экономической оценки полезных ископаемых можно трактовать, *во-первых*, в соответствии с первоначальной редакцией статьи 23.1, как «геолого-экономическая оценка, осуществляемая для определения промышленной ценности месторождений полезных ископаемых при геологическом изучении недр и при постановке запасов полезных ископаемых на государственный баланс». Необходимость проведения такой оценки закреплена во «Временном регламенте проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых, геологической, экономической и экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр» (в ред. приказов Роснедра от 11.09.2009 г. № 887). Документ разработан Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых с целью адаптации существующего механизма геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых к требованиям рыночной экономики и Закона РФ «О недрах» с учетом особенностей формирования новых отношений недропользования.

Выполнение такой оценки регламентируется «Временным руководством по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу технико-экономических обоснований (ТЭО) кондиций на минеральное сырье» (утв. приказом МПР РФ от 21 июля 1997 г. № 128). Результатирующими документами являются:

1) «Технико-экономическое обоснование разведочных (оценочных) кондиций», в котором обосновываются требования к качеству и горнотехническим условиям отработки запасов, позволяющие разделить их на «балансовые» (рентабельные) и «забалансовые» (условно рентабельные). На основе этого документа принимается решение о целесообразности финансирования дальнейших

разведочных работ (предварительное ТЭО) и экономической эффективности промышленного освоения разведанных запасов (заключительное ТЭО);

2) «Технико-экономическое обоснование эксплуатационных кондиций» проводится для выделения первоочередных и коммерчески эффективных для добычи запасов, подлежит государственной экспертизе. На его основе Роснедра контролируют полноту отработки недр и соблюдение условий лицензии недропользователем. В процессе эксплуатации месторождения расчеты ТЭО уточняют показатели кондиций, обосновывают изменения в добыче для достижения максимального экономического эффекта с учетом новых геологических, технологических, конъюнктурных и внешнеэкономических факторов.

Применительно к нефтяным месторождениям используется составление «Технико-экономического обоснования коэффициентов извлечения нефти» (ТЭО КИН). Требования к составу и правилам оформления представленных на государственную экспертизу материалов по ТЭО КИН разработаны МПР РФ, и также касаются обоснования только разведываемых и разрабатываемых запасов месторождений.

*Во-вторых*, в соответствии с дополнениями к статье 23.1 закона РФ «О недрах» от 2 января 2000 г. № 20-ФЗ, предусмотрено проведение стоимостной оценки месторождений полезных ископаемых, которая будет служить основой для определения размера платы за пользование недрами, в том числе стартовых размеров платежей при подготовке условий конкурсов и аукционов. Необходимость проведения такой оценки закреплена в Законе РФ «О недрах» в статье 13.1 «Конкурсы или аукционы на право пользования участками недр» и статье 40 «Разовые платежи за пользование недрами при наступлении определенных событий, оговоренных в лицензии».

Выполнение такой оценки регламентируется приказом Минприроды России от 30 сентября 2008 г. № 232 «Об утверждении Методики по определению стартового размера разового платежа за пользование недрами». Особенностью методики является упрощенный подход к определению стоимости потенциально добытого полезного ископаемого с использованием переводных и поправочных коэффициентов, поэтому ее распространение ограничено целями проведения подобной стоимостной оценки и направлено строго на решение задачи обоснования стартового размера разового платежа за пользование недрами.

**Цель и задачи геолого-экономической оценки.** Представленная в статье методика геолого-экономической оценки запасов и ресурсов углеводородов может быть использована в качестве универсального инструментария в целях экономического обоснования перспективных направлений воспроизводства минерально-сырьевой базы и целесообразности освоения разномасштабных нефтегазовых объектов.

Основные задачи геолого-экономической оценки определяются целями этапов ее проведения (таблица) [6]:

- планирование доходов государства от освоения месторождений полезных ископаемых (прогноз поступлений в федеральный бюджет, специализированные фонды, международные резервы);

- прогноз целевых показателей программы воспроизводства минерально-сырьевой базы России (обоснование приоритетных направлений геологоразведочных работ, оценка прироста запасов и ассигнований на программу геологоразведочных работ, стоимость подготовки запасов);

- экономическое обоснование эффективности и направлений региональных, поисково-оценочных и разведочных геологоразведочных работ нефтегазодносных территорий как за счет средств государства, так и недропользователей;

- формирование направлений лицензионной политики и контроль за выполнением лицензионных соглашений с целью достижения максимального социально-экономического эффекта от освоения участков недр на государственном, региональном и корпоративном уровне;

- классификация рентабельных для разработки запасов и ресурсов при условии наиболее полного извлечения из недр, учитывая как достигнутый уровень развития техники и технологии разработки месторождений, так и перспективы применения новых методов разработки и интенсификации добычи нефти.

Представленная методика геолого-экономической оценки ориентирована, прежде всего, на оценку начальных суммарных ресурсов в целом и с детализацией до прогнозных ресурсов категорий  $D_1$ ,  $D_2$ , локализованных ресурсов  $D_1$  и перспективных ресурсов  $C_3$ , а также на комплексную оценку нефтегазового комплекса России или отдельных регионов нового хозяйственного освоения.

*Принципиальная схема методического подхода к геолого-экономической оценке запасов и ресурсов.*

Последовательность проведения геолого-экономической оценки ресурсов сопоставима со стадийностью оценки запасов, но главной ее особенностью является высокая степень неопределенности в исходных геологических данных, при прогнозировании технологических и стоимостных показателей.

*Этап 1. Прогноз запасов и добывных возможностей.*

Прогноз уровня добычи основан на анализе всего комплекса природных факторов – величины запасов, физико-химических свойств флюида, условий и глубины залегания залежей, фильтрационно-емкостных параметрах пласта и т. д. На основе этих данных составляется проект или технологическая схема разработки месторождения и прогноз возможного уровня добычи. Однако при разработке долгосрочных стратегических программ развития нефтегазового комплекса региона задача прогноза «добывных» возможностей встает уже на начальном этапе разработки, когда территория относится еще к слабоизученной в смысле нефтегазоносности. В этом случае, в распоряжении разработчика имеется ограниченная информация с высокой долей неопределенности, таких сведений недостаточно для составления схем разработки месторождений. Поэтому, располагая в качестве исходной информации структурой начальных суммарных ресурсов объекта, можно оценить добывные возможности на основе расчета потенциально возможных извлекаемых запасов месторождения (залежи), прогнозируемого к открытию.

## Классификация направлений геолого-экономической оценки запасов и ресурсов углеводородов

№ п/п	Этап геолого-экономической оценки	Объект геолого-экономической оценки	Цель геолого-экономической оценки	Результирующие документы
<b><i>Геолого-экономическая оценка на макроуровне</i></b>				
I	Планирование доходов государства от освоения месторождений полезных ископаемых	Нефтегазовый комплекс	Прогноз поступлений в федеральный бюджет, специализированные фонды, международные резервы	Прогноз социально-экономического развития России; Энергетическая стратегия России
II	Обоснование направлений воспроизводства минерально-сырьевой базы нефтегазоносных провинций (областей, регионов)	Нефтегазоносная провинция, область, район	Прогноз целевых показателей программы воспроизводства минерально-сырьевой базы нефтегазоносных провинций (областей, регионов)	Программа воспроизводства минерально-сырьевой базы России
III	Региональный этап геологоразведочных работ	Зона нефтегазонакопления (прогнозные ресурсы $D_2$ и частично $D_1$ )	Экономическое обоснование направлений геологоразведочных работ и эффективности освоения нефтегазоносных территорий в целом	
<b><i>Геолого-экономическая оценка отдельных нефтегазоносных объектов</i></b>				
IV	Аукцион на право пользования недрами	Участок недр, подлежащий лицензированию	Определение стартового размера разового платежа за пользование недрами, предварительная оценка инвестиционной привлекательности участка недр	Обоснование максимального размера разового платежа за пользование недрами

№ п/п	Этап геолого-экономической оценки	Объект геолого-экономической оценки	Цель геолого-экономической оценки	Результирующие документы
V	Поисково-оценочный этап геологоразведочных работ	Зона нефтегазонакопления и выявленная ловушка (прогнозные локализованные ресурсы $D_{1л}$ , перспективные ресурсы $C_3$ ), подготовленная ловушка, месторождение, залежь (предварительно оцененные запасы $C_1$ и частично разведанные запасы $C_2$ )	Экономическая оценка открытых запасов и эффективности поисково-оценочных работ, обоснование экономической целесообразности финансирования дальнейших поисково-оценочных работ	Программа проведения геологоразведочных работ, включая оценку эффективности выполненных и запланированных работ
VI	Разведочный этап геологоразведочных работ	Месторождение, залежь (разведанные запасы $C_2$ и оцененные запасы $C_1$ )	Технико-экономическое обоснование коэффициентов извлечения, целесообразности финансирования дальнейших разведочных работ и эффективности промышленного освоения разведанных запасов	Проект пробной эксплуатации; ТЭО разведочных кондиций (ТЭО КИН)
VII	Опытно-промышленная эксплуатация месторождения	Месторождение, залежь (разведанные и оцененные запасы $C_2$ и $C_1$ )	Расчет экономической эффективности промышленных испытаний новой техники и технологий разработки в конкретных геолого-физических условиях, составление проекта опытно-промышленной эксплуатации	Технологическая схема опытно-промышленной разработки, ТЭО эксплуатационных кондиций (ТЭО КИН)
VIII	Разработка месторождения	Месторождение, залежь (подготовленные к промышленному освоению $C_1$ , В, А)	Технико-экономическое обоснование выбора варианта промышленного освоения месторождения, уточнение коэффициента извлечения	Технологическая схема разработки, ТЭО эксплуатационных кондиций (ТЭО КИН)
IX	Эксплуатационная разведка	Месторождение, залежь (разведанные запасы $C_2$ и оцененные запасы $C_1$ )	Технико-экономическое обоснование методов, направленных на поддержание и увеличение нефтеотдачи	Технологическая схема применения

Потенциально возможные запасы промышленных категорий на месторождении определяются, исходя из величины извлекаемых начальных суммарных ресурсов, детализированных по категориям, и коэффициентов перевода соответствующих категорий запасов и ресурсов из категории в категорию.

Коэффициенты перевода более низких категорий запасов и ресурсов в более высокие приняты с учетом выявленных устойчивых закономерностей и тенденций, установленных на основе статистического анализа реальной практики поиска, оценки и разведки месторождений. Территориально коэффициенты существенно разнятся, что связано с дифференциацией регионов по степени изученности – хорошо геологически изученные районы Западной Сибири имеют более высокие коэффициенты перевода по сравнению с нефтегазоносными областями Восточной Сибири, Дальнего Востока и шельфовых месторождений, имеющими низкую степень разведанности, часто наблюдается отсутствие опыта разработки и объектов-аналогов или эталонов для сравнительного анализа.

Обобщенный опыт применения коэффициентов перевода запасов и ресурсов для прогноза использован в государственной методике подсчета разового платежа за пользование недрами на участках недр, которые предоставляются в пользование для геологического изучения, разведки и добычи полезных ископаемых.

#### *Этап 2. Геолого-промысловая модель.*

Для прогноза уровней добычи углеводородов используется оптимизационная математическая модель, в основе которой лежит представление о постадийном характере динамики добычи, где выделяются стадия нарастающей добычи, стадия стабильной добычи и стадия падения добычи и вид кривой добычи имеет  $\pi$ -образную форму; максимальный уровень добычи в «полке» составляет для нефти – 4–6 %, для газа – 2,5–3,5 % от величины начальных запасов; период нарастающей добычи составляет 3–5 лет, «полка» держится около 4–7 лет в зависимости от крупности разрабатываемого месторождения, средний срок разработки участка – 20–30 лет [7]. Решается оптимизационная задача, где добыча за все годы разработки месторождения не может превышать потенциально возможные извлекаемые запасы промышленных категорий.

Ежегодный объем добычи определяется последовательным умножением и интегрированием числа ежегодно вводимых добывающих скважин и величины добытых ими углеводородов в соответствующем году. Дополнительными уравнениями для целевой функции служат также уравнения для определения начального дебита жидкости добывающей скважины и динамики его падения в течение эксплуатации, динамики ежегодно вводимых добывающих скважин и суммарного фонда скважин.

Падение дебита задается без периода стабильной добычи и описывается экспоненциальной функцией.

Скважины вводятся постепенно. Ограничением на суммарное количество ежегодно вводимых скважин служит размещение скважин по площади с заданной плотностью сетки скважин.

*Этап 3. В производственно-экономической модели* осуществляется обоснование технологических и экономических показателей освоения перспективного участка недр, включая составление программы геологоразведочных работ (с детализацией по видам и обоснованием объема работ и ассигнований на их проведение), проекта разработки (в том числе бурение эксплуатационных скважин и обустройство промысла), формирование системы внешнего транспорта. Проводится расчет всех капитальных затрат, а также осуществляется оценка эксплуатационных затрат, связанных непосредственно с добычей и транспортировкой сырья и продуктов его переработки [8].

**Программа и ассигнования на проведение геологоразведочных работ.** Оценка затрат на глубокое бурение скважин, полевые и камеральные виды сейсморазведочных работ выполняется, исходя из сложившихся стоимостей геологоразведочных работ в сходных по геологии и природно-климатическим условиям регионах хозяйственного освоения. В структуре ассигнований на программу ГРП входят капитальные затраты на переинтерпретацию сейсморазведочных работ 2D прошлых лет, проведение новых сейсморазведочных работ 2D, сейсморазведочных работ 3D, бурение поисково-оценочных и разведочных скважин.

**Бурение скважин.** В проекте разработки месторождений, прогнозируемых к открытию, принята схема освоения, предполагающая разработку залежей с применением равномерной сетки скважин. Рассматривается бурение вертикальных и наклонно-направленных нефтяных скважин с применением горизонтального ствола у 50 % добывающих скважин. Нагнетательные скважины бурятся вертикальными и наклонно-направленными.

В составе капитальных вложений в бурение входят затраты на бурение эксплуатационных нефтяных, газовых и нагнетательных скважин. При определении капитальных вложений в бурение одной скважины учитываются ее тип и глубина.

При этом по опыту работ в регионах с развитой нефтяной и газовой промышленностью может приниматься, что стоимость бурения горизонтального участка ствола скважины определяется с помощью коэффициента удорожания на этой глубине к вертикальному участку, и составляет 2,1–3,5.

Капитальные вложения в бурение скважин рассчитываются по удельным стоимостям 1 м проходки. Возрастание стоимости бурения каждого последующего метра скважины экспоненциально зависит от увеличения глубины залегания продуктивного пласта. Значение коэффициентов при экспоненте определяется статистическим путем или по аналогии.

**Обустройство промысла.** Расчет капитальных вложений в объекты нефтепромыслового обустройства производится с учетом существующего обустройства, необходимых плановых объектов строительства на основе бизнес-плана недропользователя, а в случае отсутствия информации – по аналогии с обустройством месторождений со схожими природно-климатическими и горно-геологическими условиями разработки.

Расчет капитальных вложений в обустройство месторождения производится на базе удельных показателей и прямым счетом, исходя из площади, рельефности обустраиваемого участка, выбранного типа разбуривания залежей. Согласно «Регламенту составления проектов и технологических схем разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений. РД-153-39-007-96» учитываются следующие показатели: нефтепроводы, водоводы, кустовые площадки, автоматизация и связь, промводоснабжение, базы производственного обслуживания, дороги, ЛЭП, объекты подготовки нефти, природоохранные мероприятия.

Плановые затраты рассчитываются, исходя из средних показателей, приходящихся на 1 скважину, 1 куст, 1 километр линейных объектов обустройства, рассчитанных по укрупненным показателям стоимости строительства.

**Эксплуатационные затраты** на добычу полезных ископаемых рассчитываются в соответствии с планируемыми удельными затратами и прогнозируемыми объемными технологическими показателями разработки. При отсутствии необходимой исходной информации используются фактические показатели эксплуатационных затрат по месторождению-аналогу с применением корректирующего коэффициента цен.

**Налоговая система.** Недропользователь выплачивает все налоги, предусмотренные действующим налоговым законодательством РФ, с учетом поправок, вступивших в силу на момент проведения оценки экономической эффективности.

#### *Этап 4. Финансово-экономическая модель.*

Основными регламентирующими документами при оценке коммерческой эффективности являются Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газонефтяных месторождений (РД 153-39-007-96), утвержденный Минтопэнерго РФ 23 сентября 1996 г., «Методические рекомендации по проектированию разработки нефтяных и газонефтяных месторождений» (приложение к приказу МПР России от 21.03.2007 г. № 61) [9].

В соответствии с регламентирующими документами коммерческая эффективность проекта оценивается по следующим показателям:

- дисконтированный поток денежной наличности;
- рентабельный срок разработки;
- внутренняя норма возврата капитальных вложений (IRR);
- индекс доходности дисконтированных инвестиций (PI);
- доход государства;
- экономическая оценка разработки месторождения.

*Этап 5. Анализ чувствительности основных показателей финансово-экономической модели.*

С целью уменьшения неопределенности проводится анализ чувствительности, основной задачей которого является определение степени влияния основных переменных параметров проекта на показатели эффективности разра-

ботки месторождения. В качестве переменных параметров используются цена реализации нефти, объем добычи нефти, объем эксплуатационных затрат, а также размер капитальных вложений. Анализ чувствительности проекта при изменении цены на нефть, изменении объема капитальных и эксплуатационных затрат проводится в диапазоне от  $\pm 20$  до  $\pm 40$  %, при изменении объема добычи нефти – в диапазоне от  $\pm 15$  до  $\pm 30$  %.

На современном этапе развития законодательного и организационно-правового обеспечения вопросов регулирования недропользования в России, а также учитывая тенденцию сближения российских методологических основ подсчета и оценки запасов и ресурсов углеводородов с международными стандартами, принципиально важно своевременно на государственном уровне:

- разработать, апробировать и утвердить методику геолого-экономической оценки нефти и газа с привлечением широкого круга специалистов, отраслевых и академических институтов в области нефтегазовой геологии, проектирования разработки месторождений и сопутствующей инфраструктуры, обоснования экономической эффективности инвестиционных проектов;
- создать единую информационную базу данных стоимостных, технологических, нормативных показателей геолого-экономической оценки, дифференцированную по видам работ и субъектам РФ.

Это позволит провести массовую оценку запасов и ресурсов нефти и газа на всех территории России, которая станет основой государственной политики планирования геологоразведочных работ, направленной на расширенное воспроизводство; лицензирования недр по принципу комплексного освоения территорий; планирования доходов государства от освоения месторождений полезных ископаемых (прогноз поступлений в федеральный бюджет, специализированные фонды, международные резервы).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: монография. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.
2. Нитяго И. В. Экономическое будущее Сибири: проблемы и перспективы // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 118–125.
3. Никитенко В. Г., Ларионов Ю. С. О роли инноваций в современном производстве // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 72–79.
4. Креймер М. А. Экономическое и территориальное планирование по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (22). – С. 146–163.
5. Ампилов Ю. П. Многофакторная система оценки месторождений углеводородов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – Вып. 4. – С. 35–43.
6. Оценка стоимости запасов и ресурсов нефти объектов, находящихся на разных стадиях изучения и освоения (на примере Западной Сибири) / А. А. Герт, М. Б. Келлер, П. Н. Мельников, О. Г. Немова, Н. А. Супрунчик, А. М. Хитров // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2000. – Вып. 3. – С. 2–10.
7. Состояние и проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы углеводородов в Восточной Сибири и Республике Саха (Якутия) / А. Э. Конторович, Л. В. Эдер, И. В. Фи-

лимонова, С. А. Моисеев // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2014. – Вып. 6. – С. 15–27.

8. Стоимостная оценка запасов и ресурсов углеводородного сырья / А. А. Герт, О. Г. Немова, Н. А. Супрунчик, К. Н. Волкова // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2006. – Вып. 2. – С. 54–60.

9. Нефтяная промышленность Дальнего Востока: современное состояние и перспективы развития / А. Э. Конторович, Л. В. Эдер, И. В. Филимонова, В. Ю. Немов, И. В. Проворная // Бурение и нефть. – Вып. 7–8. – 2013. – С. 3–9.

Получено 14.10.2015

© Д. А. Ламерт, И. В. Филимонова, Л. В. Эдер, 2015

УДК 332.62

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

*Валерий Павлович Ануфриев*

Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина, 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики производственных и энергетических систем, тел. (343)374-15-74, e-mail: mail@ucee.ru

*Виктория Александровна Юрлова*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент кафедры управления бизнес-процессами, тел. (383)210-95-87, e-mail: yurlova\_vika@mail.ru

Представлены результаты разработки системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий. Для построения системы оценки использовались три метода: метод капитализации земельной ренты, метод оценки по доходности на единицу почвенно-экологического индекса, метод оценки по затратам на замещение/восстановление земельного участка. Приведено обоснование включения методов в систему оценки. Показана взаимосвязь лежащих в их основе математических моделей. Рассмотрены задачи, которые могут решаться с применением разработанной системы. Описаны возможности применения системы оценки для согласования интересов участников земельных отношений и принятия управленческих решений в целях повышения эффективности сельскохозяйственного землепользования и охраны земель.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные угодья, эколого-экономическая оценка, разработка системы оценки, почвенно-экологический индекс, экологический ущерб, земельная рента, капитализация, регулирование землепользования, математическая модель.

## DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LANDS

*Valery P. Anufriev*

Ural Federal University, 620002, Russia, Ekaterinburg, 19 Mira St., D. Sc., Professor of Department Economics of Industrial and Energy Systems, tel. (343)374-15-74, e-mail: mail@ucee.ru

*Victoriya A. Yurlova*

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Assistant Lecturer, Department of Business Process Management, tel. (383)210-95-87, e-mail: yurlova\_vika@mail.ru

Results of development of the system for environmental and economic assessment of agricultural lands are presented. Three methods were used as a base for the assessment system: ground rent capitalization method, evaluation by profitability per unit of soil-environmental index, evaluation by land substitution/ restoration costs. The basis for introduction of the three methods into the system of assessment is provided. Interconnection of the underlying mathematical models is shown. Different tasks which can be accomplished using the system are considered. Particularly, the assessment system can be applied for reconciliation of goals of land relations participants and also for decision-making support to improve efficiency of agricultural land use and land protection.

**Key words:** agricultural lands, environmental and economic assessment, development of assessment system, soil-environmental index, ecological damage, ground rent, capitalization, land use regulation, mathematical model.

Теоретические, методические и прикладные вопросы эколого-экономической оценки отдельных видов ресурсов и эффективного управления территорией содержатся во многих работах [1–8]. В настоящей статье намеренно используется термин «сельскохозяйственные угодья». Это подчеркивает отсутствие привязанности к классификации земель по категориям, что особенно актуально в связи с распоряжением Правительства РФ от 03.03.2012 № 297-р (ред. 28.08.2014) «Об утверждении Основ государственной политики использования земельного фонда РФ на 2012–2010 гг.». Из земельного законодательства планируется исключить принцип деления земель по целевому назначению на категории в целях совершенствования порядка определения правового режима земельных участков. Поэтому в статье речь ведется не о категории земель сельскохозяйственного назначения, а о любых земельных участках, которые используются или могут быть использованы для производства сельскохозяйственной продукции, главным образом продукции растениеводства, т. е. о сельскохозяйственных угодьях. Указанный документ также основной целью государственной земельной политики определяет повышение эффективности использования и охрану земель как основного компонента окружающей среды и главного средства производства в сельском хозяйстве при обеспечении продовольственной безопасности страны. Таким образом, исследования в области оценки земель сельскохозяйственного использования являются своевременными, отвечающими интересам политики государства.

Актуальность выбранного направления работы также подтверждается следующими положениями:

- во-первых, отсутствием четкого определения эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий на уровне понятийного содержания;
- во-вторых, отсутствием ясного подхода к эколого-экономической оценке.

Целью работы является разработка системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий. В соответствии с целью сформулированы задачи исследования:

- 1) дать определение понятию «эколого-экономическая оценка сельскохозяйственных угодий»;
- 2) обосновать подход и методы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий, которые будут адекватны цели, преследуемой оценкой;
- 3) выявить взаимосвязи между предложенными методами с применением приемов математического моделирования;
- 4) доказать возможность применения полученных уравнений связи для решения частных задач сельскохозяйственного землепользования и для согласования интересов участников земельных отношений.

Общеизвестно, что основным принципом государственного управления земельно-имущественными отношениями в условиях рыночной экономики

является платность землепользования. Реализация принципа платности осуществляется через денежную оценку земли путем определения рыночной, кадастровой и иной стоимости земли, а также арендной платы с использованием специальных процедур на основе Федерального закона «Об оценочной деятельности в РФ» № 135-ФЗ от 29.07.1998 г. Как показала более чем пятнадцатилетняя практика, денежная оценка не решила проблемы эффективного землепользования и охраны земель. Стоит отметить, что такой цели перед ней и не ставилось. В соответствии с Федеральным стандартом оценки «Общие понятия оценки, подходы и требования к проведению оценки (ФСО № 1)», являющимся обязательным к применению на территории РФ, результат оценки (величина стоимости) может использоваться при определении сторонами цены для совершения сделок на рынке, страховании, кредитовании, внесении в уставной капитал, для целей налогообложения и др. [9]. Поэтому требуется принципиально другой подход к оценке земли, использование которого способствовало бы согласованию интересов субъектов земельных отношений для выработки управленческих решений по повышению эффективности землепользования и охраны земель.

В предметной области экономики природопользования понятие эффективности землепользования связано с удовлетворением будущих человеческих потребностей на устойчивой основе. Для этого в настоящем требуется выработать варианты урегулирования конфликтов и увязать социально-экономическое развитие с улучшением состояния окружающей среды и ее охраной. Подробнее об этом написано в десятой главе программного документа ООН «Повестка дня на XXI в.».

Урегулирование конфликтов в сельскохозяйственном землепользовании связано с несовпадением интересов субъектов земельных отношений. Очевидно, что для хозяйствующих субъектов (физические, юридические лица) проблема достижения устойчивого развития не является приоритетной, а понятие эффективности связано, прежде всего, с максимизацией прибыли, снижением издержек производства, уменьшением величины земельного налога. Государство в федеральных целевых программах и нормативно-правовых актах провозглашает необходимость сохранения и восстановления почвенного плодородия, повышения эффективности землепользования и охраны земель. При этом в стране слабо развит экологический мониторинг земельных ресурсов, несмотря на то, что современные технические средства дают большие возможности [10–14]. Муниципальные образования дублируют основные положения федеральных целевых программ с учетом региональной специфики. При этом присутствует фискальный интерес [15], так как земельный налог относится к числу местных налогов и сборов. То есть интересы субъектов земельных отношений в области аграрного землепользования противоречивы. Поэтому авторы при разработке системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий руководствовались соображением, что методы оценки, заложенные в систему, должны служить разрешению этих противоречий.

Под эколого-экономической оценкой сельскохозяйственных угодий предлагается понимать совокупность процессов, в ходе которых определяется взаимосвязь между экологическими и экономическими условиями использования земельных участков для производства сельскохозяйственной продукции с целью согласования интересов участников земельных отношений для выработки управленческих решений по повышению эффективности землепользования и охране земель.

По мнению авторов, следует говорить о композитном подходе к эколого-экономической оценке сельскохозяйственных угодий. Под подходом к оценке понимают совокупность методов оценки, объединенных общей методологией [9]. Применительно к настоящему исследованию суть композитного подхода состоит в том, что построение системы оценки осуществляется посредством моделирования взаимосвязей методов оценки для согласования интересов субъектов земельных отношений. В ходе анализа существующих методов оценки сельскохозяйственных земель было выделено три, которые, по мнению авторов, отвечают цели эколого-экономической оценки и могут быть объединены в систему оценки.

Первый – это метод капитализации земельной ренты. Так как сельскохозяйственные угодья генерируют доход путем производства и продажи на рынке сельскохозяйственной продукции, то именно этот метод является ключевым в денежной оценке стоимости земли [16, 17], в том числе в государственной кадастровой оценке сельскохозяйственных земель [18]. Однако рассматриваемый метод не отражает взаимосвязи между рыночной стоимостью земельного участка и его качеством, а также экологическими условиями его местоположения. Безусловно, эти характеристики влияют на величину земельной ренты, однако для принятия управленческих решений в части сохранения, восстановления, поддержания плодородия почв применения данного метода недостаточно. Также рекомендуется учитывать экологический риск при кумулятивном построении ставки капитализации, но нет четких указаний по его определению. Формула расчета рыночной стоимости земельного участка методом капитализации земельной ренты:

$$C_{pz} = \frac{P}{C_k}, \quad (1)$$

где  $C_{pz}$  – рыночная стоимость земельного участка, руб.;

$P$  – земельная рента, руб.;

$C_k$  – ставка капитализации.

Второй – это метод оценки по доходности на единицу почвенно-экологического индекса (ПЭИ). Расчет рассматриваемым методом предполагает применение методики оценки плодородия почв (комплексной агрономической оценки) и их стоимости, разработанной в Почвенном институте им. В. В. Докучаева. Почвенные, агрохимические и климатические характеристики местопо-

ложения земельного участка являются основными параметрами в методике оценки отдельно взятого земельного участка по тарифу за 1 балл бонитета по категориям зональных почв (по доходности на единицу ПЭИ), разработанной в 1991 г. специалистами Почвенного института им. В. В. Докучаева. Оценка уровня плодородия почв, полученная на основе данной методики, позволяет наиболее полно определять ресурсный потенциал сельскохозяйственного производства, а также служит основой для денежной оценки почв, определения рентных платежей и степени перераспределения доходов для их выравнивания в условиях различного почвенно-климатического потенциала [19, 20]. Привязка к местным условиям сделана по методике ООО «Институт оценки природных ресурсов» [21]. Формула расчета рыночной стоимости земельного участка методом оценки по доходности на единицу ПЭИ:

$$C_{pz} = T \times \text{ПЭИ} \times K_{пт} \times S \times K_m \times K_3 \times \frac{1,2}{\sqrt{T_k}} \times K_{уг} \times K_{от} \times K_{кул} \times I_{инф} \times I_{спр}, \quad (2)$$

где  $T$  – тариф за 1 балл бонитета почвы;

ПЭИ – почвенно-экологический индекс оцениваемого участка (балл бонитета);

$S$  – площадь участка, га;

$K_m$  – поправочный коэффициент на местоположение участка;

$K_3$  – поправочный коэффициент к стоимости участка в зависимости от нахождения;

$\frac{1,2}{\sqrt{T_k}}$  – поправка к стоимости земельного участка на технологические свойства;

свойства;

$T_k$  – технологический коэффициент;

$K_{уг}$  – поправочный коэффициент к стоимости участка в зависимости от использования угодья;

$K_{от}$  – поправочный (или понижающий) коэффициент к стоимости земельного участка в зависимости от цели отвода;

$K_{кул}$  – коэффициент к стоимости земли в зависимости от культурно-технического состояния участков кормовых угодий;

$I_{инф}$  – инфляционный индекс к определенному году;

$I_{спр}$  – индекс спроса и предложения.

Третий – это метод оценки по затратам на замещение/восстановление земельного участка. В оценочной практике затратный подход к оценке незастроенных земельных участков не применяется. Обосновано это тем, что земля – продукт природы. Однако в систему эколого-экономической оценки земель сельскохозяйственного использования предлагается ввести метод, суть которого состоял бы в расчете затрат на освоение нового участка либо рекультивацию

уже используемого. Рассматриваемый метод целесообразно применять в том случае, когда участку был нанесен вред и стоит вопрос о том, целесообразно ли восстановление свойств участка либо замещение его путем освоения нового. Требуется пояснить, что рассматривая данную ситуацию, авторы намеренно отказались от использования метода сравнения продаж по той причине, что покупка аналогичного участка взамен нарушенного по рыночной стоимости противоречит принципам эффективного землепользования в контексте устойчивого развития. Хотя с позиции экспертной денежной оценки здесь будет нарушаться принцип замещения, гласящий, что рыночная стоимость земельного участка определяется наименьшей стоимостью участка с аналогичной полезностью.

На основании формул (1), (2) легко установить связь между параметрами, характеризующими качество участка, и земельной рентой:

$$P = C_k \times T \times ПЭИ \times K_{пт} \times S \times K_m \times K_3 \times \frac{1,2}{\sqrt{T_k}} \times K_{уг} \times K_{от} \times K_{кул} \times I_{инф} \times I_{спр}. \quad (3)$$

Можно конкретизировать формулу (3), подставив в нее выражения, связывающие, например, ПЭИ и конкретные показатели качества почвы, такие как содержание основных элементов питания:

$$ПЭИ = ПИ \times КИ \times АИ = ПИ \times КИ \times K_{p205} \times K_{k20} \times K_{pH}. \quad (3a)$$

Таким образом, земельная рента представляется в виде произведения  $n$  множителей. Обозначим их  $m_i$ , например  $m_i = C_k$ , для удобства записи, представим уравнения (1), (3) в форме:

$$C_{pz} = \prod_{i=2}^n m_i; \quad (4)$$

$$P = \prod_{i=1}^n m_i. \quad (5)$$

Формулы (4), (5) представляют математическую модель, являющуюся основой системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий.

На основании рассмотренной модели можно решить задачу по обоснованию инвестиций в улучшение участка, которое приведет к увеличению рыночной стоимости. Эффект от инвестиций можно оценить следующим образом:

$$\mathcal{E}_ф = \Delta C_{pz} - И, \quad (6)$$

где  $\mathcal{E}_ф$  – эффект от инвестиций в земельный участок, руб.;

$И$  – инвестиции, руб.

В числе параметров модели можно выделить те, на которые землепользователь способен влиять: ПЭИ,  $T_k$ ,  $K_{уг}$ ,  $K_{кул}$  и т. д. Размер эффекта от инвестиций, направленных, на увеличение  $i$ -го множителя в формуле (4) в линейном приближении можно вычислить следующим образом:

$$\mathcal{E}_{\phi_i} = \frac{\partial C_{pz}}{\partial m_i} \times \frac{\partial m_i}{\partial I_i} \times I_i - I_i, \quad (7)$$

где  $\frac{\partial C_{pz}}{\partial m_i}$  – частная производная по  $i$ -му параметру, которая находится путем дифференцирования уравнения (4);

$\frac{\Delta m_i}{\Delta I_i}$  – стоимость планируемых работ по улучшению  $i$ -го параметра участка, руб.;

$I_i$  – размер предполагаемой инвестиции в улучшение  $i$ -го параметра, руб.

Например, инвестиции могут быть направлены на создание системы ирригации, что изменит коэффициент, учитывающий влияние полива, соответственно, увеличит поправку к стоимости земельного участка на технологические свойства  $1,2/\sqrt{T_k}$  и, в конечном итоге, увеличит стоимость участка.

Соотношение эффекта  $\mathcal{E}_{\phi_i}$  и инвестиций  $I_i$  позволяет оценить целесообразность предлагаемых мер по улучшению участка.

Рассмотрим задачу, связанную с увеличением рентного дохода. Земельная рента пашни определяется урожайностью, ценой на сельхозпродукцию, затратами на производство и прибылью предпринимателя:

$$P = (\Pi \times Y - Z) - k \times (\Pi \times Y - Z), \quad (8)$$

где  $Y$  – урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га;

$\Pi$  – цена реализации, руб./ц;

$Z$  – затраты на производство сельскохозяйственной культуры, руб.;

$k$  – коэффициент, отражающий прибыль предпринимателя.

Чтобы оценить влияние  $i$ -го фактора качества участка на величину земельной ренты, продифференцируем формулу (8) по  $i$ -му множителю, учитывая, что цена продукции не зависит от характеристик участка:

$$\frac{\partial P}{\partial m_i} = (1 - k) \times \Pi \times \frac{\partial Y}{\partial m_i} - \frac{\partial Z}{\partial m_i}. \quad (9)$$

Производная  $\frac{\partial P}{\partial m_i}$ , выражающая влияние параметра  $m_i$  на величину земельной ренты, может быть вычислена путем дифференцирования формулы (5) либо напрямую с помощью формулы (9).

Производная  $\frac{\partial Z}{\partial m_i}$  отражает изменение затрат в зависимости от изменения  $i$ -го фактора. Затраты могут уменьшаться вследствие применения более совершенных технологических решений либо возрасти, например, при увеличении объема закупок расходных материалов, в том числе удобрений и др.  $\frac{\partial Y}{\partial m_i}$  отражает влияние изменения фактора  $m_i$  на урожайность. Заметим, что в некоторых случаях все элементы формулы (9) могут быть вычислены независимо, а сама формула в таких случаях может использоваться для контроля корректности модели.

Для оценки эффекта от инвестиций в рационализацию землепользования может быть применена следующая формула:

$$\Delta_{\Phi i} = \frac{1}{C_k} \times \frac{\partial P}{\partial m_i} \times \frac{\Delta m_i}{\Delta I_i} \times I_i - I_i. \quad (10)$$

Следующая задача связана с экологическим вредом, конкретнее – с минимизацией затрат на его устранение. Является частным случаем задачи максимизации рентного дохода, однако, требует отдельного рассмотрения.

Предположим, под влиянием негативных факторов, природных или антропогенных, состояние почвы на участке ухудшилось, то есть был нанесен вред. Это приведет к снижению урожайности и уменьшению величины земельной ренты. В этом случае возникает задача обоснования мер по восстановлению свойств почвы. Эта задача эквивалентна рассмотренной выше. Эффект от инвестиций в восстановление свойств почвы может быть оценен по формуле (10).

Если вред был нанесен с нарушением экологического законодательства и прав собственника, то возникают также дополнительные затраты, связанные с возмещением ущерба и штрафами (III). Возмещаемый ущерб от вреда рассчитывается по установленным методикам [22–24].

Зачастую вред может быть предсказан и предотвращен. В этом случае возникает задача обоснования соответствующих затрат. Следует отметить, что у собственника земли будет следующий выбор:

– принять меры по предотвращению вреда, которые будут сопряжены с дополнительными ежегодными затратами  $\Delta ZП$ , эквивалентными снижению годового рентного дохода, а также с инвестициями  $I_{\Pi}$  в улучшения участка, препятствующие деградации почв (ветрозащитные полосы и т. д.);

– периодически устранять вред после его нанесения (в этом случае рентный доход будет снижаться в связи со снижением урожайности  $\Delta Y$  и с дополнительными затратами на восстановление почв  $\Delta ZЛ$ ).

Изменение земельной ренты под влиянием дополнительных затрат на меры по предотвращению потенциального вреда, а также на ликвидацию реального вреда, из-за которого снижается урожайность, рассчитывается:

$$\Delta P = \Pi \times \Delta Y - \Delta ЗП - \Delta ЗЛ. \quad (11)$$

Помимо текущих ежегодных затрат, могут понадобиться разовые капиталовложения. В том случае, если инвестиции направлены на компенсацию уже нанесенного вреда, задача их обоснования эквивалентна задаче, максимизации величины земельной ренты, рассмотренной выше. Если речь идет о предотвращении потенциального вреда, то перед  $\Delta P$  изменится знак:

$$\Delta_{\phi i} = \frac{-\Delta P}{C_k} - I_i. \quad (12)$$

Инвестиции в восстановление свойств почв, т. е. ликвидацию вреда ( $I_L$ ), и инвестиции в меры по предотвращению потенциального вреда также могут быть включены в формулу (11). Задача обоснования защитных мер по предотвращению и ликвидации вреда может быть сведена к максимизации выражения, учитывая, что здесь  $\Delta Y \leq 0$ :

$$\Delta P' = \Pi \times \Delta Y - \Delta ЗЛ - Ш - \Delta ЗП - I_L \times C_k - I_{\Pi} \times C_k = \max. \quad (13)$$

Отличие рассмотренной задачи состоит в том, что в данном случае инвестиции и ежегодные затраты нужны не для увеличения величины земельной ренты, а для того, чтобы избежать ее значительного снижения. Для землепользователя задача заключается в разработке и реализации такого плана мер по предотвращению и ликвидации вреда, чтобы значение  $\Delta P' \leq 0$  было максимально, то есть как можно ближе к нулю.

Формула (13) дает математическую основу для сравнения всего спектра возможных решений по ликвидации и предотвращению экологического вреда. Например, могут быть рассмотрены случаи, когда меры по предотвращению не предпринимаются ( $\Delta ЗП = 0, I_{\Pi} = 0$ ), либо вред полностью предотвращен ( $\Delta Y = 0, \Delta ЗЛ = 0, Ш = 0, I_L = 0$ ), а также другие комбинации.

Уменьшение земельной ренты будет приводить к соответствующему уменьшению рыночной стоимости участка земли как средства аграрного производства:

$$\Delta C_{pz} = \frac{\Delta P'}{C_k}. \quad (14)$$

Важно отметить, что могут существовать альтернативные возможности использования земли, не связанные с земледелием, при которых стоимость зем-

ли выше рассмотренной. Или рыночная стоимость аналогичных земельных участков может быть занижена при наличии значительного количества земель, пригодных для аграрного землепользования, и невысоком спросе. В этих случаях снижение рыночной стоимости участка именно как средства аграрного производства может оказаться несущественным для собственника и не будет стимулировать его к принятию мер по сохранению качества почвы. Вполне возможна ситуация, в которой собственнику может оказаться более выгодно эксплуатировать участок, не заботясь о сохранении его почвенного потенциала. Отчасти такому подходу может способствовать сложившаяся практика, при которой земли сельскохозяйственного назначения, зачастую с использованием «серых» схем, переводятся в категорию земель, позволяющую малоэтажную застройку, и продаются по многократно более высоким ценам.

С точки зрения хозяйствующего субъекта, наилучшим вариантом реагирования на потенциальный (или реальный) вред является тот, который позволяет минимизировать затраты и максимизировать прибыль. Однако это может идти вразрез с целями достижения эффективного землепользования на устойчивой основе. Поэтому следующая задача связана с государственным регулированием сельскохозяйственного землепользования. Смысл в том, чтобы регулировать деятельность хозяйствующего субъекта таким образом, чтобы обеспечение долговременной устойчивости землепользования было ему выгодно. Это может достигаться за счет совершенствования экологического законодательства и разработки механизмов стимуляции ответственного землепользования. Предложенная система эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий может быть инструментом для обоснования конкретных стоимостных значений субсидий ( $C_{уб}$ ) или штрафов.

Рациональное землепользование, гарантирующее соблюдение требований развития на устойчивой основе, должно субсидироваться таким образом, чтобы стоимость земельного участка как средства аграрного производства была выше стоимости этого участка при альтернативных вариантах его использования ( $C_A$ ):

$$\frac{P_{рац} + C_{уб}}{C_k} > C_A. \quad (15)$$

И, наоборот, при снижении экологических показателей земельного участка штрафные санкции должны быть такими, чтобы землепользователю было невыгодно наносить вред участку, независимо от снижения урожайности:

$$\Delta ЗЛ - I_{л} \times C_k - Ш > I_{п} \times C_k - \Delta ЗП. \quad (16)$$

На основе вышесказанного, авторами была сформирована система эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий. Структура системы представлена на рис. 1.



Рис. 1. Система эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий

С одной стороны, предложенная система является инструментом выработки и обоснования решений хозяйствующим субъектом. С другой стороны, она позволяет государству прогнозировать поведение хозяйствующего субъекта и вырабатывать меры по регулированию землепользования в целях повышения эффективности сельскохозяйственного землепользования и охраны земель. Методы, лежащие в основе системы, учитывают основные характеристики земельного участка как средства аграрного производства, в том числе его качество, экологические и экономические условия местоположения, способность генерировать доход. Стоит отметить, что в настоящей работе использовалась формула расчета величины земельной ренты для пахотных земель. Для оценки других видов сельскохозяйственных угодий принцип моделирования взаимосвязей останется таким же, только изменится формула для определения величины земельной ренты.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Быкова О. Г. Оценка территориальных особенностей функционирования агроландшафтов Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 51–56.
2. Жарников В. Б., Гагарин А. И., Лебедева Т. А. О приоритете индикаторов устойчивого развития территорий // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 57–65.
3. Карпик А. П., Осипов А. Г., Мурзинцев П. П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе : монография. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 280 с.
4. Кудряшова С. Я. Экологические факторы эколого-экономической оценки земель // 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. 27-31.
5. Макаров О. А., Редько М. В., Гучко М. В. Эколого-экономическая и эколого-бонитировочная оценка почв и земель Московского региона : монография. – М. : МАКС Пресс, 2011. – 264 с.
6. Методические положения рационального использования сельскохозяйственных земель с учетом агроэкологических, экономических и ресурсных ограничений в регионах России / А. М. Югай, А. В. Колесников, М. П. Тушканов и др. – М. : ООО «НИПКЦ Восход-А», 2009. – 204 с.
7. Мещанинова Е. Г., Ткачева О. А. Эколого-экономическая оценка земли // Экономика сельского хозяйства России. – 2010. – № 3. – С. 79–84.
8. Социо-, эколого-экономическая оценка состояния территории / С. В. Карелов, И. С. Белик, Л. А. Бурмакина и др. – Екатеринбург : УРФУ им. Б. Н. Ельцина, 2013. – 257 с.
9. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Общие понятия оценки, подходы и требования к проведению оценки (ФСО № 1)» [Электронный ресурс] : приказ Минэкономразвития России от 20.05.2015 г. № 297 // Министерство экономического развития Российской Федерации. – Режим доступа: <http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/CorpManagement/activity/201505218>. – Загл. с экрана.
10. Гиниятов И. А., Ильиных А. Л. Геоинформационное обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 33–39.
11. Гиниятов И. А., Ильиных А. Л. Формирование информационной модели автоматизированной информационной системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования,

землеустройство, лесостроительство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 3. – С. 38–42.

12. Павлова А. И., Кубасов А. В., Нагибин А. Г. Изучение структуры почвенного покрова с использованием материалов космической съемки и ГИС // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесостроительство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 4. – С. 174–177.

13. Трубина Л. К., Селезнев Б. В., Панов Д. В. Геоинформационный анализ форм рельефа для оценки земель г. Новосибирска // 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. 54–58.

14. Хорошилов В. С., Гагарин А. И., Юрлова В. А. Проблема информационного обеспечения эколого-экономической оценки земельных ресурсов // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 184–187.

15. Москвин В. Н., Соколова Т. А. Проблемы и перспективы переоценки кадастровой стоимости земельных участков в судебном порядке // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 82–89.

16. Методические подходы к оценке рыночной стоимости земель сельскохозяйственного назначения и средств производства субъектов АПК и организаций аграрной науки / Т. Г. Бондаренко, Н. А. Борхунов, В. П. Арашуков, Э. А. Сагайдак и др. – М. : ГНУ ВНИИЭСХ, 2008. – 80 с.

17. Ушаков Е. П., Охрименко С. Е., Охрименко Е. В. Оценка стоимости важнейших видов природных ресурсов : метод. рекомендации. – М. : РОО, 1999. – 72 с.

18. Об утверждении Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения : приказ Минэкономразвития РФ от 20.09.2010 г. № 445 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

19. Карманов И. И. Почвенно-экологическая оценка. // Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. – М. : Агропромиздат, 1991. – С. 161–233.

20. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв / Л. Л. Шишов, Д. Н. Дурманов, И. И. Карманов, В. В. Ефремов. – М. : Агропромиздат, 1991. – 304 с.

21. Оценка земельных ресурсов : учеб. пособие / Под общей редакцией В. П. Антонова, П. Ф. Лойко и др. – М. : Институт оценки природных ресурсов, 1999. – 364 с.

22. Письмо Роскомзема от 29.07.1994 № 3-14-2/1139 «О Методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

23. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Роскомземом 10.11.1993 г. и Минприроды РФ 18.11.1993 г.) [Электронный ресурс] : обзор документа. – Режим доступа : <http://base.garant.ru/2107926/>. – Загл. с экрана.

24. Приказ Минприроды России от 08.07.2010 № 238 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» [Электронный ресурс] : обзор документа. – Режим доступа : <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2072837/>. – Загл. с экрана.

Получено 03.11.2015

© В. П. Ануфриев, В. А. Юрлова, 2015

## СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

---

УДК 821.161.1

### ЛЕСНОЙ ЛОКУС В «НЕМЕЦКИХ» СТИХОТВОРЕНИЯХ 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 образ леса, который представлен в стихотворениях Саши Черного, относящихся к двум его посещениям Германии в доэмигрантский и эмигрантский периоды творчества. Соответственно, лес в «немецких» текстах художника выступает в двух своих ипостасях: это лес-убежище, где герой-мечтатель находит укрытие от суеты человеческого мира, а также лес-пустыня, пространство медитаций, созерцания и встречи с божественным началом. При этом в разные периоды творчества поэта образ леса меняется. Во время эмиграции он становится более трагичным и связывается с мотивом утраченной родины. Следует отметить, что лес также выступает в качестве детского и звериного пространств, т. е. локуса естественности, который противопоставлен миру человеческой цивилизации.

**Ключевые слова:** русская литература XX века, поэзия Серебряного века, Саша Черный, хронотоп, лес, идиллия, рассказчик, странник.

### FOREST LOCUS IN SASHA CHORNY'S «GERMAN» RHYMES

*Sergey S. Zhdanov*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Head of Foreign Languages and Intercultural Communications Department, tel. (383)343-29-33, e-mail: fstud2008@yandex.ru

The article deals with an image of forest presented in Sasha Chorny's rhymes which belong to the time of poet's visiting Germany in the pre-emigration and emigration periods of his work. The forest locus in the artist's "German" texts has two main incarnations. There is firstly a forest-asylum where the dreaming persona finds a hiding place from vanity of the human world and secondly a forest-desert, space of meditation, contemplation and meeting the Divine. The image of forest changes besides in various periods of the poet's work. During the emigration it gets more tragically and is connected with a motif of the lost homeland. It's worth mentioning that forest is also marked as a children and animal space, i. e. a locus of naturalness which is confronted with civilization.

**Key words:** Russian literature of the XX century, Silver Age of Russian poetry, Sasha Chorny, chronotope, forest, idyll, narrator, traveller.

Посвященные Германии стихотворения Саши Черного выступают своеобразным травелогом, в котором предстают различные пространственные образы, маркированные немецкостью. Они объединены темой путешествия.

Именно в путешествии, как подчеркивает О. А. Лавренова, «...ярче, чем при других видах... взаимодействия, происходит символизация пространства культурой» [1, с. 39]. Порождаемые путешествием в спатиуме и фиксируемые в художественных произведениях образы, с одной стороны, будучи плодом авторского сознания, индивидуальны, а с другой – помещены в определенный историко-культурный контекст. В результате семиотической перекодировки реальное географическое пространство трансформируется в художественный хронотоп, функционирующий по собственным внутренним законам. Это пространство воображения, как пишет Г. Башляр, «...не может оставаться индифферентным, измеряемым и осмысляемым в категориях геометрии» [2, с. 21–22]. Оно в силу своего авторского «происхождения» является пристрастным, субъективно оцениваемым, обладая особым «притяжением» [2, с. 22]. Автор травелога отбирает из множества заложенных в том или ином типе пространства смыслов важные для него, создавая собственный вариант хронотопа.

Это приводит нас к еще одному связующему «немецкие» тексты звену повествования о путешествии – рассказчику, стоящему для читателя как бы «перед» личностью автора. Нарратор может выходить на первый план или растворяться в тексте, но в любом случае выступать тем фокусом, в котором будет концентрироваться изображаемое пространство.

В стихотворных «немецких» текстах Саши Черного образ рассказчика достаточно однороден. На наш взгляд, этот лирический герой – мечтатель-путешественник, обладающий, по выражению Н. П. Анциферова, свойством «бескорыстного созерцания», «того интереса ко всему окружающему, который довлеет себе» [3, с. 333]. Город, лес, река, горы – все становится для него объектом наблюдения и описания. Недаром многие стихотворения Саши Черного о Германии представляют собой бессюжетные лирические зарисовки, предмет интереса в котором – само пространство и порождаемые его созерцанием чувства, ассоциации.

В образе «одержимого» пространством мечтателя-странника сходится множество смыслов. С одной стороны, это отражение жизненного опыта самого автора, казалось, обреченного на постоянные скитания с юных лет (в Германии поэт побывал дважды, второй раз – во время своего вынужденного бегства из России после революции). С другой – подобным образом реализовалось такое особое явление русской духовной культуры, как странничество, «...в котором сосредотачивалась неизбывная тоска по иному пространству...» [1, с. 44]. Как указывает С. В. Сботова, «тип беглеца, отщепенца, странника, скитальца через огромное количество вариантов появляется в русской литературе» [4, с. 4]. У Саши Черного образы Германии нередко имеют идиллические черты, воплощают мечту о приюте. Впрочем, в различные периоды творчества поэта, как будет показано ниже, изображение чужой земли разнится.

Наконец, на образ скитальца накладывается европейская и, в частности, немецкая культурная традиция. Так, в немецкой литературе «странничество изображается как протест героя-бунтаря против «пыли и тлена» мещанской жизни <...> Странник, скиталец, бродяга Гете противопоставляется оседлому человеку – домоседу, обывателю, мещанину» [4, с. 83]. Этот образ, придающий динамику статичному по своей природе идиллическому немецкому хронотопу, мы встречаем еще в повести И. С. Тургенева «Ася», в которой патриархальную статичную картину «чистеньких деревенок с почтенными старыми церквями и деревьями» дополняют «молодые длинноволосые странники по чистым дорогам» [5, с. 166]. Путешествующий по Германии Саша Черный тоже рефлексировал на эту тему. В его «немецких» стихотворениях встречаются такие самохарактеристики лирического героя: «странник чужой» [6, с. 278]; «кочующий поэт» [6, с. 307]; «...безработным менестрелем, я слоняюсь...» [6, с. 281]. Соответственно, на него проецируются черты скитальца, наследованные русской литературой у западного романтизма. Характерно в связи с этим упоминание «менестреля» как образа, четко маркированного отношением к культуре Запада. В связи с образом странника на восприятие немецкого пространства у С. Черного накладывается и гетевская литературная традиция, о которой поэт напоминает в стихотворении 1932 года «Гете». В качестве одной из составляющих гетевского художественного «оперного мира» здесь называются «путники, юные бурши (вечнонемецкая тема)» [7, с. 248].

При этом в «немецких» стихотворениях, относящихся к времени второго, эмигрантского, пребывания С. Черного в Германии, тема странничества видоизменяется. В ней пробиваются трагические тона. Кочующий поэт становится изгнанником, тоскующим об утраченной родине. Характерно, что в произведениях, связанных с первым визитом С. Черного в Германию, тема чужбины явно раскрывается лишь в стихотворении «Предместье»: «Давит серая чужбина...» [6, с. 277]; «...и у странника чужого сердце тянется к чужим» [6, с. 278]. В это время поэт еще турист, познающий чужое пространство, но всегда могущий вернуться домой. Во второй визит в Германию С. Черный – эмигрант, потерявший возможность вернуться назад. Отсюда в его лирике возникают мотивы одиночества и разрыва связей между русским и немецким пространствами: «Друга нет – и нет путей назад» [7, с. 79]. В связи с этим возрастает и частотность маркирования немецкого локуса как чужого: «чужие люди из окрестных деревень» [7, с. 72] («С приятелем»<sup>1</sup>); «в лабиринте тесном и чужом»

---

<sup>1</sup> В этом смысле ситуация в стихотворении «С приятелем» (эмигрантского периода) зеркально противоположна ситуации в стихотворении «Предместье» (доэмигрантский период). Если во втором произведении приветствующие героя немцы вызывают в нем чувство сердечной теплоты («"Добрый вечер!" Это слово, словно светлый серафим... И у странника чужого сердце тянется к чужим» [6, с. 277–278]), то в первом приветливость чужаков лишь усугубляет одиночество героя, ощущение утраты родины: «Каждый встречный на дороге говорит нам: "Добрый день!" <...> но тоска непримирима, но в душе глухой отказ» [7, с. 72].

[7, с. 78] («В старом Ганновере»); «чужие поля», «чужие слова» [7, с. 87] («Над всем»); «чужих сокровищ ряд» [7, с. 95] («Игрушки»). Носители русскости также показаны с точки зрения носителей немецкости: («Чужестранцы эти, словно птицы» [7, с. 74] («Поденщица»). Наконец, лирический герой рефлексировал о себе как чужаке в представлениях другого: «...мне, скифу чужому...» [7, с. 249] («Гете»). Характерные образы двух последних примеров непосредственно связаны с мотивом странничества, отсутствия постоянного дома: скифы-кочевники<sup>2</sup> и птицы, создания воздушной стихии, создающие временные дома-гнезда.

Итак, переходя к рассмотрению конкретных локусов в «немецких» стихотворениях С. Черного, мы будем иметь в виду заявленную выше относительную общность образа одинокого лирического героя-скитальца<sup>3</sup> в различных произведениях поэта, равно как и вариации трактовки мотива странничества в доэмигрантский и эмигрантский периоды творчества художника. В рамках данной работы анализу подвергается лесной хронотоп, занимающий значительное место среди пространственных образов в лирике С. Черного.

В семиотическом плане лесной локус вбирает в себя значительное количество значений, подчас прямо противоположных. Он может рассматриваться как «отражение мира»<sup>4</sup> [10, с. 234] в целом, объединяя черты верхнего, срединного и нижнего пространств. Так, возникает сакральный образ «леса вечной радости», связанный с «поиском божественного начала» и переживанием «мистической любви» [10, с. 233]. С другой стороны, данный локус в мифопоэтике часто наделяется чертами нижнего мира: это «тенева, хаотичная сторона мира» [11, с. 97], полная опасностей «пугающая преисподняя» [10, с. 233], населенная хищниками и разбойниками. Лесное пространство как «неизученное, неуправляемое место» [12, с. 193], находящееся вне человеческого контроля и агрикультурного возделывания [13, с. 199], противопоставляется человеческому миру.

В то же время это локус-медиатор, «пограничная зона между миром мертвых и миром живых» [14, с. 151], где проходят обряды инициации. Отсюда из

---

<sup>2</sup> Образ скифов отличается в творчестве С. Черного амбивалентностью. С одной стороны, лирический герой, носитель русской культуры, в стихотворении «Гете» обозначает себя как скифа, представителя Востока с точки зрения носителя западной культуры. Это топоним в русской литературе рубежа веков. Ср. у А. А. Блока: «Да, Скифы – мы! Да, азиаты – мы...» [8, с. 77]. Как указывает Н. М. Солнцева, в русской литературной традиции рубежа XX века скифское начало романтизировалось и рассматривалось как «бунтарское, обращенное к первоуродным силам, оппозиционное западничеству, но не отталкивающее Запад» [9, с. 151]. С другой стороны, поэт дистанцируется от скифов-большевиков, устанавливающих свои дикие азиатские порядки в России: «Сегодня письмо отправляю далекому другу – заложнику скифов...» [7, с. 77]. В этом проявляется двойственность эмигрантского пограничного существования между двумя мирами – своим и чужим.

<sup>3</sup> А. С. Иванов выводит из псевдонима С. Черного «Сам-по-себе» среди прочего такие важнейшие черты образа поэта, как «отъединенность», «замкнутость», «гордость и одиночество» [18, с. 8].

<sup>4</sup> Здесь и далее перевод на русский наш – С. Ж.

мифологии в литературу проникает мотив леса-испытания. Таким образом, лесное пространство является периферийным, маргинальным и в то же время связанным с человеческим миром. Как пишет Ж. ле Гофф, «это окраинные земли...», которые в то же время «...не являются ни абсолютно первозданными, ни совершенно безлюдными краями» [15, с. 97]. Закономерным образом литературный герой, бегущий от человеческого мира, скрывается в лесу. Последний в этом случае принимает на себя функцию убежища, становится «укрытием для невинно гонимых» [16, с. 49] либо местом аскезы, т. е. «созерцания и духовного совершенствования» [12, с. 194], т. е. аналогом пустыни для ближневосточных отшельников. Это позволяет Ж. ле Гоффу обозначить лес как «универсум одиночек», противопоставленный «универсуму коллектива» [15, с. 100].

Образ данного «универсума одиночек» мы встречаем в стихотворениях С. Черного. В произведении «День воскресный» в уста лирического героя вкладывается признание: «Я не аскет и не злодей, но раз в неделю без людей – такая ванна для души! Где ж нет людей? В глуши» [7, с. 143]. В целом лесной локус в стихотворениях поэта часто имеет идиллические черты, что подразумевает «сочетание человеческой жизни с жизнью природы, единство их ритма, общий язык для явлений природы и событий человеческой жизни» [17, с. 375].

В лесу герой-странник С. Черного может, наконец, влиться в неторопливый природный ритм, отдохнуть от сует человеческого общежития, от «безумных городов», где «друг другу головы срывают и горы лжи нагромождают...» [7, с. 89], от филистерского существования в «пасти дола» [6, с. 248]. Здесь человек цивилизованный становится человеком естественным в руссоистском духе, предаваясь «растительным» грезам, по Г. Башляру, «самым медлительным, самым спокойным, самым успокаивающим», хранящим воспоминания о блаженстве [19, с. 267].

Такой мечтательный «бескорыстный» созерцатель предстает перед нами в стихотворении С. Черного «Дамоклов меч». Герой находит свое убежище «под пышной липой»: пышная листва обеспечивает укрытие<sup>5</sup>, а характеристика тепла («Под пышной липой так тепло мне...» [6, с. 248]) добавляет уюта. Аналогичный образ возникает в стихотворении «В саксонских горах». Здесь герой лежит в «горной чаше», «приникнув к теплому стволу» ивы [7, с. 234]. В этом образе, возможно, проглядывается упоительная греза о лесном жилище странника-одиночки-мечтателя, ведь, как замечает Г. Башляр, тот, кто мечтает о доме, находит дома повсюду» [2, с. 63]. В стихотворении «В саксонских горах» мотив уединенности, интимной уюта и домашности еще более заострен с помощью образа соловья, который поет, укрываясь «в груди пушистой желтой ивы» [7, с. 234]. Эпитет «пушистая» также усиливает ощущение уюта. Если же принять во внимание, что соловей нередко выступает как символ певца-

---

<sup>5</sup> Функцию укрытия выполняет и горная роша с «деревьями в укрытой низине» [6, с. 283] в стихотворении «Почти перед домом...».

поэта, то становится ясно, что здесь перед нами разворачивается греза<sup>6</sup> скитальца о доме.

При этом древесное пространство укрывает наблюдателя от мира, но не закрывает мир от него. Мечтатель видит вползающего по веревке на скалу немца-альпиниста, слышит пение соловья, любителю плещущейся в ручье форелью. Сходным образом липа-убежище из стихотворения «Дамоклов меч» обладает проницаемостью изнутри, становясь отличным местом для созерцания. Отсюда, как из окон дома, можно «...смотреть... во все концы» [6, с. 248].

Следует сказать, что липа в «немецких» стихотворениях С. Черного часто маркирует идиллическое и медитативное пространство. См. также: «Сладок запах от лип расцветающих!» [6, с. 240] («Немецкий лес»); «С лип слетает дождь сережек» [6, с. 256] («В пути»); «...расцветают на липах душистые серьги...» [6, с. 257] («В полдень тенью и миром полны переулки...»); «Под липой сидел я вдали и думал, как к брату, к столу прислонившись...» [7, с. 249] (Гете)). Именно липа соотносится с «символикой деревенской (т. е. идиллической – С. Ж.) жизни, преимущественно в Германии, где липа особенно распространена в сельской местности...» [12, с. 196].

В то же время образ пышной липы приобретает черты мирового дерева. Намеком на змея, обитающего в его корнях (пространственный низ), выступает образ «пасти дола» [6, с. 248] с краснеющими пятнами черепиц<sup>7</sup>. Здесь городское пространство маркируется негативно, выступает угрозой («дамокловым мечом») бытию мечтателя-одиночки. Причем двойственность сентименталистского естественного человека состоит в том, что он по своей природе не может остаться навсегда в лесу и возвращается к цивилизации, испытывая, если можно так выразиться, «комплекс Энкиду», отвергнутого дикими зверями. Ушедший в лес, будь то отшельник, разбойник или просто праздный мечтатель, не равен лесному человеку, т. е. дикарю в полном смысле этого слова, и вынужден тем или иным образом контактировать с миром людей.

С кроной мирового дерева, т. е. пространственным верхом, оказываются связаны образы птиц<sup>8</sup> и пчел («Не умолкая свищут птицы», «Кишит жужжаньем желтый цвет» [6, с. 248]). Также следует иметь в виду, что перед нами

---

<sup>6</sup> О том, что лесной локус – это онирическое пространство для С. Черного, свидетельствует строчка их стихотворения «С приятелем»: «...леса под солнцем, как зеленый сон» [7, с. 69].

<sup>7</sup> Город (=человеческое пространство) никогда полностью не отпускает героя, ушедшего в лесной локус. Ср. с ситуацией из стихотворения «Глушь», где из леса видно, как «черепица рдеет за рекой» [7, с. 80]. Река здесь еще и граница, разделяющая лесной и человеческий миры. Аналогичное членение пространства можно проследить и в стихотворении «Над всем»: «Сквозь зеленые буки желтеют чужие поля. Черепицей немецкой покрыты высокие кровли» [7, с. 87]. Подчеркнем, если поля и черепица крыш маркируют локус как чужой/немецкий, то лесное пространство зеленых буков такой атрибуции лишено.

<sup>8</sup> Лесное пространство как птичье, т. е. переходное к воздушному, описывается и в стихотворении С. Черного «Немецкий лес»: «Воробьи сидят на орешнике, соловьи на толстых каштанах, только вороны, старые грешники, на березах, дубах и платанах» [6, с. 240].

не только лесной, но и горный хронотоп. Горная вершина выступает «медиальным пространством, соединяющим небесный и земной миры» [20, с. 139]. Дерево же, усиливая функцию медиатора, выступает здесь той осью динамических грез, «...по которой грезовидец... переходит от земного к воздушному...» [19, с. 281]. Небо под липой в горах становится ближе: «Присело небо на обрыв» [6, с. 248]. Аналогичный переход от древесного к небесному началу мы встречаем и в других стихотворениях С. Черного: «Деревья ропщут. Мягко и лениво смеется в небе белый хоровод...» [6, с. 241] («Как францы гуляют»); «В горах у обрыва теперь расцветают на липах душистые серьги и пролет голубеет, как райская дверь» [6, с. 257] («В полдень тенью и миром полны переулки...»); «Лес растет стеной, взбираясь вверх по кручам, беспокояно порываясь к дальним тучам» [6, с. 275] («Осень в горах»); «Там... шум ветвей и ширь небес» [7, с. 72] («С приятелем»); «Руки буков расцвели просинь» [7, с. 79] («Глушь»); «Лесов тенистые покровы взбегают вверх до облаков» [7, с. 89] («Лесов тенистые покровы...»).

Еще один мотив, встречающийся в стихотворении «Дамоклов меч», – это опьянение героя, которое также можно отнести к кругу сакральных мотивов: «...смотреть, пьянясь, во все концы» [6, с. 248]. Чувство блаженной радости жизни переполняет созерцателя, расположившегося под липой. Зрительные, обонятельные и слуховые ощущения сливаются и перемешиваются в его сознании: «Томится сладкий ладан липы... Лесного матового скрипа напьюсь, как зверь, на много лет!» [Там же]. Упоминание в качестве характеристики сладкого ладана придает бытовой зарисовке оттенок священнодействия. В этом контексте образ роящихся вокруг липы пчел также приобретает дополнительные значения, если вспомнить, что пчелы<sup>9</sup> в мифологии нередко выступают «атрибутами или спутниками многих богов», а также «символом воскрешения» и обновления [12, с. 298]. Ладан липы (=нектар) томится, т. е. настаивается как опьяняющий напиток. Кстати, один из первых подобных священных напитков готовился на основе меда – отсюда берет свое начало, например, «мед поэзии» в скандинавской мифопоэтической традиции. Можно вспомнить и «амброзию, пищу богов» из дикого меда [12].

Соседство мотивов липы, влаги/напитка и божественного места мы встречаем также в стихотворении «В пути»: «С лип слетает дождь сережек. Пить!»; «Стол под липой... пиво с пеной через край... Рай!» [6, с. 256]. Этот же сладкий липовый запах связывается с лесным блаженным локусом в стихотворении «Немецкий лес»: «Сладок запах от лип расцветающих!» [6, с. 240]. В произведении же «В саксонских горах» ветви деревьев уподобляются курящемуся сладкому дымку, а гудение пчел напоминает пение храмового хора: «...и пчелы басом распевают над сладкой дымкою ветвей» [7, с. 234].

---

<sup>9</sup> Здесь можно увидеть и отголосок мифологического сюжета о божественном «верхнем саде и небесных пчелах» [21, с. 151], поскольку граница между священным лесом и райским садом весьма зыбка. См. образ Эдема.

В стихотворении «Дамоклов меч» мотив опьяняющего напитка также связан с идеей обновления, продления жизни, подобно функции амброзии, нектара: лирический герой желает напиться лесом «на много лет» [6, с. 248]. Несколько иначе обстоит дело в произведении «В саксонских горах» эмигрантского периода. Здесь описывается весенний возрождающийся природный локус: «Опять сияет в горной чаще расцветший радостью апрель!» [7, с. 234]. Отметим эпитет «расцветший», который связывает пространство с фитообразами. Ведь, как отмечают Т. М. Судник и Т. В. Цивьян, именно «...растительный код в наибольшей степени подходит под схему уничтожение/возрождение в новой ипостаси...» [22, с. 301]. Но весна в стихотворении С. Черного возвращает силы «поникшей иве, мхам средь скал» [7, с. 234]. Человек же оказывается исключен из этого круга возрождения жизни.

На смену пантеистической радости «Дамоклова меча» приходит сожаление и обращение с жалобой-мольбой к единому Богу:

Ах, если б Ты, вернувший силы поникшей иве, мхам средь скал,  
Весною снова человека рукою щедрой обновлял:

Чтоб равнодушная усталость исчезла, как февральский снег,

Чтоб вновь проснувшаяся жажда до звезд стремилась свой разбег,

Чтоб зачернел над лбом упрямым, как в дни былые, дерзкий чуб,

Чтоб соловьи любви и гнева слетали вновь с безумных губ... [7].

Если для природы наступила весна в рамках циклического повторяющегося времени, то герой остается внутри зимнего индивидуального времени линейной конечной жизни, что передается через образ февральского снега. Герой не утоляет божественную жажду («жажда до звезд») поэтической дионисийской одержимости (слетающие с безумных губ «соловьи любви и гнева»), а лишь сожалеет о ее утрате. К идиллии примешиваются элегические нотки.

В стихотворении «В саксонских горах» актуализируется образ леса как пустыни, т. е. места, куда бегут от мира и/или встречаются с Богом. В произведении «С приятелем» (эмигрантского периода) эта сторона образа леса как «универсума одиночек» выводится на эксплицитный план: «Мальчик мой, пойдем скорее! Вон тропинка вьется в лес: там безлюдно, как в пустыне...» [7, с. 72]. Как уже говорилось, герой бежит от приветливых чужаков, укрываясь в пространстве леса, становящемся родным<sup>10</sup>: «Улыбнемся старой елке, камню, бабочке и пню... К скалам в глушь пойдем мы в гости...» [7]. Природные объекты (елка, камень, бабочка, пень, скалы) одушевляются и кажутся ближе, чем люди (немцы). О родстве с лесом говорится и в стихотворении «У Эльбы»: «Каждый куст мудрей Сократа, каждый пень милее брата...» [7, с. 81].

Следует отметить, что лесное пространство у С. Черного является не только естественным, но и детским. Вступающий сюда взрослый должен играть по детским правилам (бескорыстная любознательность мечтателя, на наш взгляд,

---

<sup>10</sup> Здесь можно упомянуть и особую значимость леса в контексте русской культуры. Ср.: «Бор – это древняя родина русского народа, это хранилище традиций...» [23, с. 100].

родом из детства<sup>11</sup>), чтобы понять язык леса. В другом стихотворении, озаглавленном «С приятелем» (доэмигрантского периода), герой также уходит с ребенком на природу как в самодостаточный мир: «Вон елка, мак и порей. Вон пчелка полезла под кисть винограда... Чего еще надо?» [6, с. 245]. Лес как детское пространство представлен в произведении «Над всем»: «Лента школьников вышла из рощи к дороге лесной, сквозь кусты, словно серны, сквозят загорелые ноги, свист и песни, дробясь, откликаются радостно в логе...» [7, с. 88].

Эта самодостаточность леса, живущего по собственным природным законам, и порождает мотив одиночества героя, встречающийся также в стихотворении «Глушь», где описывается осенний локус: «Никого. Вокруг цветная осень. Тишина. Густой и прелый дух» [7, с. 79]. По эмоциональной тональности это произведение печальнее ранее рассмотренных. Сезонное увядание природы усиливает одиночество героя. Осенний лес напоминает конец праздника («гирлянды вянущей лозы» [7, с. 80], когда все разошлись и остались одни декорации. Но, несмотря на свое увядание, лес остается нежным к страннику: «Пятна солнца. Ласковая тень» [7]. С образом пятен солнца связан мотив теплоты, который встречался уже в описании лесного локуса. Как и в других стихотворениях, герой-созерцатель, ложась, стремится расслабиться и максимально слиться с лесом: «Опускаюсь, скован тишиною, и лежу...» [7]. В этом отказе от прямохождения есть, возможно, знак возвращения в раннее детство. В стихотворениях «Глушь», «В саксонских горах» и «Дамоклов меч» лес, на наш взгляд, имплицитно связан с материнским нежным началом<sup>12</sup>. Но в отличие от стихотворений доэмигрантского периода ни дионисийского опьянения, ни онирического вознесения к «райской двери» в лесном локусе «Глуши» не происходит. Поэт, ушедший в лесную пустыню, оказывается богооставленным: «Бог, услышь! – В ответ смеется эхо. Даль зияет вечной пустотой» [7]. Теофания оборачивается ничем<sup>13</sup>.

Отдельного внимания заслуживает важный мотив зверя, связанный с природным пространством в «немецких» текстах С. Черного. Вообще, как пишет В. В. Набоков, «кажется, нет у него такого стихотворения, где бы не отыскался хоть один зоологический эпитет... Маленькое животное в углу стихотворения – марка Саша Черного...» [24, с. 703]. Действительно, рассматриваемые нами произведения наполнены образами животных: зверей, птиц, рыб, насекомых

---

<sup>11</sup> Мир природы и мир детства как варианты естественного пространства нередко накладываются друг на друга в поэтике С. Черного, порождая идиллические картины деревенской жизни в духе Горация: «Здесь мир в полях, в лесах, в садах... В извечных медленных трудах. ...и люди чисты – словно дети» [7, с. 89]. Ср. с мотивом очищения «глушью» – «ванной для души» [7, с. 143].

<sup>12</sup> Согласно древним представлениям, лес, связанный с идеей произрастания и, следовательно, рождения вообще, воплощает в себе «женский принцип, Великую мать» [13, с. 199].

<sup>13</sup> Мотив молчания природы как разрыва связи с родиной встречается также в стихотворении эмигрантского периода «Над всем»: «Может быть, наше черное горе нам только приснилось? Даль молчит. Облака в голубеющей мгле...» [7, с. 87].

и т. д.: «Улитки гуляют с улитками» [6, с. 239] («Немецкий лес»); «Под сосной хлопочет ежик» [6, с. 256] («В пути»); «Кролик вынырнул из норки под сосною» [7, с. 80] («Глушь»); «...лягушонок уходит в канаву припрыжкой смешной» [7, с. 256] («Над всем»). Всех их подмечает детски внимательным взглядом странник-мечтатель.

Более того, герой сам уподобляется животным, преодолевая «комплекс Энкиду». Как пишет Ж. ле Гофф, «чтобы достичь полного одиночества или состояния дикости, надо сойти с ума» [15, с. 97–98]. Герой С. Черного грезит об этом синкретичном состоянии, когда грань между человеческим и природным стирается. В стихотворении «Дамоклов меч» странник-мечтатель уподобляется зверю в момент опьянения жизнью леса: «Лесного матового скрипа напыюсь, как зверь...» [6, с. 248]. В произведении «С приятелем» (доэмигрантский период) происходит, как уже было сказано, наложение детского и природного миров: и герой, взрослый, и его приятель, маленький Фриц, превращаются в «пару ленивых зверей», которым теперь нет нужды в человеческих языках, чтобы понять друг друга, – оба общаются на языке природы: «Фриц, без слов мы скорей пойдем друг друга...» [6, с. 245]. Заодно с «комплексом Энкиду» преодолеваются и последствия вавилонского разделения языков – персонажи возвращаются в адамическое, идеальное состояние. В стихотворении «В саксонских горах» герой, блаженный созерцатель, сравнивает себя с кошкой: «А я лежу ленивей кошки...» [7, с. 234]. Наконец, в полном внутренней тревоги локусе произведения «Глушь» странник, лишенный родины, уподобляется «загнанному оленю»<sup>14</sup> [7, с. 80]. Лес здесь амбивалентен. С одной стороны, он служит убежищем беглецу. С другой – это лес-ловушка, который сковывает человека-оленья «тишиной» [7]. В некотором смысле локус затягивает в себя героя, который бросает человеческий мир во имя лесного одиночества. В стихотворении «С приятелем» также описывается онирический образ леса-ловушки: «Слышишь, какой в орешнике гул? Это вечер запутался в листьях» [6, с. 245–246]. Данный образ, который возникает в эмигрантский период творчества С. Черного, более мрачен. Он связан с тяжелыми воспоминаниями и чувством утраты родины. Не случайно идиллическое описание лесного локуса в стихотворении «С приятелем» внезапно оканчивается жестко и трагично: «Никогда я не забуду, никогда я не прощу!» [7, с. 72].

В эмигрантский период творчества С. Черного лирический герой ищет укрытия от горя в лесу, который связывается с образом утраченной родины: «Если тихо смотреть из травы, – ничего не случилось...» (здесь трава – лес-убежище в миниатюре); «...поверить на миг, что за ельником русские дети...»; «Если чаще к обрыву уйти, – ничего не случилось...» [7, с. 88]. Но и лес не дает спрятаться от «черного горя», окрашиваясь в цвета скорби и смерти:

<sup>14</sup> Можно предположить в этом образе загнанного оленя-человека и наличие мифологических отголосков. Вспомним судьбу охотника Актеона, превращенного в оленя и затравленного собаками. См. о мифе, например, в работе Р. Грейвса, посвященной древнегреческой мифологии [25, с. 106].

«...угрюмо... бормочет трава, и зеленые ветви свисают, как черные плети...»; «Словно саван белеет газета под темным стволом» [7].

Следует отметить, что, хотя светлые образы леса преобладают в «немецких» текстах С. Черного, встречаются здесь и амбивалентные трактовки данного локуса. Так, в стихотворении «Остров» лесная харчевня, маркируемая как идиллическое родовое уютное пространство, наполненное светом, теплом и людьми, сравнивается с островом посреди моря, в качестве которого выступает лес. Последний отмечен темнотой, тишиной, водностью и страхом, т. е. хаотическими, враждебными людям свойствами: «ночная тишина», «дождливая ночь», «испуг» [6, с. 276]. Однако, как видим, акцент здесь делается не столько на лесном, сколько на ночном характере пространства. Кроме того, обратим внимание на ту относительную легкость, с которой растительные образы в поэзии С. Черного сливаются со стихийными, в частности с водными: «темнеющих лесов безумные лавины» [6, с. 254] («На Рейне»); «...бор зубчатой кущей все дали затопил» [7, с. 81] («У Эльбы»). Может быть и обратный процесс, когда водные образы трансформируются в растительные: «В чаще моря застыл белокрылый хребет корабля» [7, с. 87].

Пространство леса может представляться как хаотическое, чуждое человеческому миру<sup>15</sup>. Отсюда эпитет «безумные» («темнеющих лесов безумные лавины»). Наиболее ярко эта чужеродность локуса профанному пространству цивилизации проявляется в стихотворении «Осень в горах», имеющем романтическую окраску. Описание строится на контрастах: мрачные ели и платаны [6, с. 274] – «желтый фон из листьев павших», «на деревьях задремавших все окраски», «Зелень, золото, багрянец – словно пятна...» [6, с. 275]; пологие площадки – обрывы [6, с. 274]. Подчеркивается фантастический и хаотический характер локуса, чуждый упорядочивающего человеческого влияния: «краски странны», «фантастичный беспорядок» [6], «ярче сказки», «дикий танец» [6, с. 275]. Это не картина осеннего тихого увядания природы, как в стихотворении эмигрантского периода «Глушь», а финальный аккорд дионисийского безумия-опьянения: «непонятной игры», «вакханалии нестройной» [6]. Все описание горного леса с его стремнинами и «диким танцем» наполнено динамикой восхождения к небесному пространству, которое изображается на контрасте с пестротой и буйством медиального локуса: «Только неба цвет спокойный, густо-синий, однотонный, и прозрачный, и глубокий, и ликующий, и брачный, и далекий» [6]. Таким образом, созерцающий пейзаж одинокий странник оказывается свидетелем иерогамии небесного и земного начал («брачный» цвет), выходящих за пределы человеческого мира.

В заключение следует рассмотреть случай вторжения «универсума коллектива» (мир филистеров) в «универсум одиночек» (лесное пространство). Такое

---

<sup>15</sup> Необходимо оговориться, что безумие и дикость леса не являются в рассмотренных стихотворениях С. Черного негативной характеристикой, а лишь подчеркивают чуждость лесного пространства человеческому миру. Лес – это иное место, территория Другого.

вторжение всегда описывается С. Черным иронически. Если для одинокого мечтателя-странника лес выступает как место блаженства, уединенной радости, приобщения к естественному и сакральному, то немецкие персонажи-филистеры относятся к природе потребительски. Они «идут за полной порцией природы» [6, с. 241] как за порцией еды в пивную либо относятся к прогулке как к физическому упражнению мускулов, шествуя «гигиеническим, упорно мерным шагом» [6, с. 240]. В любом случае общение филистера с природой в поэзии С. Черного утилитарно и низведено до физиологического уровня. Грубое потребительское вторжение общества в мир одиночки разрушает онирическое пространство и заставляет мечтателя в сердцах воскликнуть: «От ваших плоских слов, от вашей гадкой прозы исчез мой дикий лес, поблек цветной поток...» [6, с. 254].

В этом плане атрибуция лесного, дикого локуса как немецкого представляется весьма сомнительной. С. Черный обыгрывает данную ситуацию в стихотворении «Немецкий лес», в самом названии которого заключается вопрос, будет ли лес, произрастающий на территории Германии, автоматически делаться немецким<sup>16</sup>. В этом произведении стихийное лесное пространство показывается упорядоченным, усмирённым<sup>17</sup> и рационализированным путем вмешательства человека: «прилизанная ровная дорожка», повсюду автоматы с шоколадными плитками, «солидно» стоящая под осиной «корзинка для рваной бумаги» [6, с. 239]. Здесь даже «улитки гуляют с улитками» [6], не нарушая общественных приличий. Лес превращается в локус, где все регламентировано и действия человека регулируются с помощью предписаний: «Через метр скамейки со спинками, с краткой надписью: "Только для взрослых"»; «Миловидного стиля уборная "Для мужчин" и "для дам"»; «На орешнике надпись узорная: "Не ломать утесов и палок"»; «Не заблудишься! Стрелки торчащие тянут кверху, и книзу, и в стороны» [6, с. 240]. В связи с этим уместно вспомнить цитату из Ж. ле Гоффа о лесе как месте, «...где можно потеряться. Или обрести себя, как надеются стремящиеся в лес-пустыню искатели приключений...» [15, с. 102]. Если же в «немецком» лесу невозможно потеряться, то нельзя здесь и обрести себя. Лишенный естественности и одновременно онирической составляющей, локус становится одномерным.

Впрочем, естественный локус сопротивляется вмешательству человека: «...смеясь над немецкой рутинной, в беспорядке сбегают овраги» [6, с. 240]. Воздушное пространство также не терпит регламентаций: «О, свободно над лесом парящие бездорожные старые вороны!...» [6]. В срединном же мире дейст-

---

<sup>16</sup> Аналогичным образом мечтатель лишает немцев-филистеров «прав» на Рейн: «Ваш Рейн? Немецкий Рейн? Но разве он из пива, но разве из колбас прибрежный смелый склон? <...> Нет, Рейн не ваш!» [6, с. 254].

<sup>17</sup> В связи с этим вспомним недовольство и «начальническую строгость» по отношению к природе типажного немца герра Клюбера из повести И. С. Тургенева «Вешние воды»: «...он заметил про один ручей, что он слишком прямо протекает по ложбине, вместо того чтобы сделать несколько живописных изгибов...» [26, с. 282].

вует принцип «Каждому – свое». Если странника-мечтателя манит сладкий запах «от лип расцветающих», то гуляющих филистеров – «запах шницеля» от желтых столиков под липами [6]. Высмеивая своих противников, мечтатель доводит в своих фантазиях немецкую страсть к упорядочиванию до абсурда, воображая скамейки «"блондинов с блондинками", "для высоких" – "худых" – "низкорослых"» и уборные для галок [6]. Скрытое противостояние оборачивается игрой, вводя мотив детства, ведь, как помним, детское и лесное пространство в поэзии С. Черного нередко пересекаются. Мечтатель становится ребенком, бунтующим против правил взрослых: забравшись «...в чашу с азартом мальчишки», «потихоньку пошаркал подметкою и сорвал две еловые шишки» [6].

Итак, семантика образа леса в «немецких» стихотворениях С. Черного довольно широка. Этот локус, выступающий, по выражению Ж. ле Гоффа, «универсумом одиночек», выступает для лирического героя, странника-мечтателя по чужой земле, то как убежище от невзгод и суев человеческого мира, то как пустыня, место, где можно остаться наедине с собой, приобщиться к дионисийскому опьянению жизнью, встретиться с сакральным, то как аналог родного пространства. В общем и целом лес наделяется положительными характеристиками, связанными с мотивами блаженства, уюта и обновления. Последний мотив лесного пространства укладывается в общее русло мифопоэтического растительного кода. Данный локус также маркируется и как детское, и как звериное пространство, являясь вариантом естественного хронотопа, стирающего границы и в своем синкретизме выходящего за рамки обычной бинарной логики. Соответственно, вступая в лес, герой стихотворений С. Черного может наделяться чертами ребенка или зверя. Лесному пространству противопоставлен человеческий, профанный мир, который делает попытки проникнуть в лес и переделать его естественные ритмы и законы. Это нарушение пространственных границ встречает крайнее неприятие героя-одиночки, отстаивающего свое право на уединение.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лавренова О. А. Тексты путешествий и тексты о путешествиях : философский и семантический аспекты. К 85-летию Центрально-Азиатской экспедиции Н. К. Рериха (1924–1928) // География искусства. Сборник статей. – Вып. V. – М. : Институт Наследия, 2009. – С. 39–53.
2. Башляр Г. Избранное : Поэтика пространства / Пер. с фр. Н. В. Кисловой, Г. В. Волковой, М. Ю. Михеева. – М. : Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2004. – 376 с.
3. Анциферов Н. П. Радость жизни былой... Проблема урбанизма в русской художественной литературе. Опыт построения образ города – Петербурга Достоевского – на основе анализа литературных традиций / Сост., вступ. ст. Д. С. Московская. – Новосибирск : Свиньин и сыновья, 2014. – 656 с.
4. Сботова С. В. Путешествие как культурная универсалия в художественно-философской мысли Великобритании, Германии и России XVIII-XX вв. – Пенза : Издательство ПГУАС, 2011. – 123 с.
5. Тургенев И. С. Полн. собр. соч. и писем : в 30 т. Т. 5 : Повести и рассказы. 1853–1857. Рудин. Статьи и воспоминания 1855-1859. – М. : Наука, 1980. – 544 с.

6. Черный С. Собрание сочинений : в 5 т. Т. 1 : Сатиры и лирики. Стихотворения. 1905–1916 / Сост., подгот. текста и коммент. А. С. Иванова. – М. : Эллис Лак, 1996. – 464 с.
7. Черный С. Собрание сочинений : в 5 т. Т. 2 : Эмигрантский уезд. Стихотворения и поэмы. 1917–1932 / Сост., подгот. текста и коммент. А. С. Иванова. – М. : ЭллисЛак, 1996. – 496 с.
8. Блок А. А. Полн. собр. соч. и писем : в 20 т. Т. 5 : Стихотворения и поэмы (1917–1921). – М. : Наука, 1999. – 565 с.
9. Солнцева Н. М. Скиф и скифство в русской литературе // Историко-культурное наследие: ученые записки Орловского государственного университета. – 2010. – № 4. – С. 147–159.
10. Bauer W., Dümötz I., Golowin S. Lexikon der Symbole. – Wiesbaden : Fourier Verlag, 1980. – 580 S.
11. Барыкин А. В. Унифицированная метафора в стихотворении Б. Л. Пастернака «В лесу»: структурно-генетический аспект // От текста к контексту. – 2014. – Вып. 2. – С. 96–102.
12. Тресиддер Дж. Словарь символов / Пер. с англ. С. Палько. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2001. – 448 с.
13. Vries A. Dictionary of symbols and imagery. – Amsterdam : North-Holland, 1974. – 515 p.
14. Скоропадская А. А. Античные мотивы в изображении леса и сада в романе Б. Пастернака «Доктор Живаго» // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2013. – № 4. – С. 151–156.
15. Гофф Ж. Л. Средневековый мир воображаемого / Пер. с фр. Е. В. Морозовой. – М. : Издательская группа «Прогресс», 2001. – 440 с.
16. Коробейникова А. А., Пыхтина Ю. Г. О пространственных архетипах в литературе // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 11. – С. 44–50.
17. Бахтин М. М. Вопросы литературы и эстетики исследования разных лет. – М. : Художественная литература, 1975. – 504 с.
18. Иванов А. С. Театр масок Саши Черного // Черный С. Собрание сочинений : в 5 т. Т. 3 : Сумбур-трава. 1904–1932. Сатира в прозе. Бумеранг. Солдатские сказки. Статьи и памфлеты. О литературе. – М. : Эллис Лак, 1996. – С. 5–40.
19. Башляр Г. Грезы о воздухе. Опыт о воображении движения / Пер. с франц. Б. М. Скуратова. – М. : Издательство гуманитарной литературы, 1999. – 344 с.
20. Жданов С. С. Между «долом» и «вершиной»: немецкая горная идиллия и псевдоидиллия в поэзии Саши Черного // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – № 2. – Т. 4. – С. 139–143.
21. Цивьян Т. В. Verg. Georg. IV, 116–148: к мифологеме сада // Текст: семантика и структура. – М. : Наука, 1983. – С. 140–152.
22. Судник Т. М., Цивьян Т. В. Мак в растительном коде основного мифа // Балто-славянские исследования 1980. – М. : Наука, 1981. – С. 300–317.
23. Котова М. А. Смысловая динамика растительных образов в поэме Даниила Андреева «Лесная кровь» // Вестник Новгородского государственного университета. – 2015. – № 84. – С. 99–103.
24. Набоков В. В. Русский период. Собр. соч. : в 5 т. Т. 3 : 1930–1934. Соглядатай. Подвиг. Камера обскура. Отчаяние. Рассказы. Стихотворения. Эссе. Рецензии. – СПб. : Симпозиум, 2000. – 848 с.
25. Грейвс Р. Мифы Древней Греции / Пер. с англ. К. П. Лукьяненко. – Екатеринбург : У-Фактория, 2005. – 1008 с.
26. Тургенев И. С. Полн. собр. соч. и писем : в 30 т. Т. 8 : Повести и рассказы. 1868–1872. – М. : Наука, 1981. – 544 с.

Получено 21.10.2015

© С. С. Жданов, 2015

УДК 62:330

## О ПРОБЛЕМАХ СТАНОВЛЕНИЯ СОВЕТСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГЛАЗАМИ ПАРТИЙНОГО И ХОЗЯЙСТВЕННОГО РУКОВОДСТВА СССР

*Павел Вадимович Петров*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры метрологии и технологии оптического производства, тел. (383)361-07-45, e-mail: krasko.petroff@yandex.ru

*Валерия Александровна Павленко*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и предпринимательства, тел. (383)361-01-24, e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru

В статье приводятся и обсуждаются с современных позиций цитаты из выступлений руководителей партии и правительства СССР на партийных съездах и конференциях 1920-х и 1930-х гг., а также выдержки из производственного издания 1934 года, касающиеся вопросов техники, технологий и становления промышленного производства в СССР. Цитаты взяты из официальных изданий стенографических отчетов партийных форумов, опубликованных непосредственно в годы их проведения. За основу взят исторический период с 1923 по 1934 гг., как время наибольшей внутривнутрипартийной демократии и начала бурного развития промышленного производства в Советской России. Статья передает противоречивый дух эпохи строительства социализма в СССР, те трудности и проблемы, с которыми столкнулась страна в первые годы построения нового общества.

**Ключевые слова:** мировой рынок, советская промышленность, техника, производительность труда, качество продукции, кадры, съезд коммунистической партии большевиков, партийная конференция,

## ABOUT THE PROBLEMS OF SOVIET INDUSTRY DEVELOPMENT FROM THE VIEWPOINT OF POLITICAL AND ECONOMY LEADERS OF USSR

*Pavel V. Petrov*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Docent of Department Metrology and Optic Production Technology, tel. (383)361-07-45, e-mail: krasko.petroff@yandex.ru

*Valerija A. Pavlenko*

Siberian State University Geosystems and Technology, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Docent of Department Management and Entrepreneurship, tel. (383)361-01-24, e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru

The article sets and discusses from the modern viewpoint the quotations from the speeches of the USSR party and government leaders in party congresses and conferences of 20 -30-th., and also – the quotations from industrial issue of 1934, concerning the questions of technics, technologies and industrial production development in the USSR. The quotations are taken from official verbatim report issues of party forums, published at the time they were held. The taken as basic historical period is limited by years from 1923 to 1934 as it was the time of the most inner-party democracy and the start of explosive development of industrial production in soviet Russia. The article shows

controversial spirit of the epoch of building Socialism in the USSR, and those difficulties and problems that the country faced during the first years of creating new society.

**Key words:** world market, soviet industry, technics, labour productivity, product quality, staff, the Bolshviks' Communist Party Congress, party conference.

### *Общий взгляд*

Прошло почти 100 лет, как была совершена попытка построения общества на новых принципах общественной собственности. Несмотря на то, что эта попытка закончилась неудачно, обращение к опыту принципиально нового государственного устройства вполне оправдано. Во-первых, любой опыт пригодится не столько в будущем, сколько в настоящем, а во-вторых, идея построения справедливого гражданского общества не потеряла своей актуальности.

В данной работе проблемы становления советской промышленности рассматриваются на историческом отрезке от 1923 до 1934 г., как периода наибольшей внутрипартийной демократии, начала бурного, болезненного и драматического развития промышленного производства в Советской России.

Знакомясь с официальными изданиями тех лет [1–10], становишься свидетелем редкого в истории примера публичной откровенности руководителей государства о недостатках и путях совершенствования всего хозяйственного механизма в целом. Уже вскоре после 1934 г. и до 1988 г., когда состоялась XIX Всесоюзная конференция КПСС, а затем, в 1989 г. – первый Съезд народных депутатов СССР, подобные откровенные дискуссии в России будут невозможны.

Многие производственные проблемы и пути их решения, о которых идет речь, злободневны и сегодня, что делает актуальным тему обсуждения. Не исключено, что особенности российской действительности заключены не только в государственном строе, но и в менталитете русского человека [11].

### *О производственных проблемах*

Проблемы советской экономики 1920-х и 1930-х гг., публично обсуждаемые на партийных форумах, касаются «всех частей хозяйственного механизма... сверху донизу»: управления, организации, производственной дисциплины, обучения и подбора кадров, импорта и экспорта, качества и брака, технического сотрудничества с западом и т. п. Вопросы истории управленческой мысли выходят за рамки данного обсуждения и есть предмет отдельного разговора [12].

Рыков Алексей Иванович (1881–1938), член Политбюро ЦК ВКП (б) [4]: «есть препятствия крупного значения. К ним я отношу нашу техническую отсталость, которая обнаруживается во всех частях нашего хозяйственного организма... Часто не умеют составлять спецификации, чертежей, не могут использовать ввозимые к нам машины. Отсталость техники, недостаточная квалификация технического персонала, пробелы в технических знаниях, отсут-

ствие технических навыков и сноровки – все это сквозит по всему хозяйству сверху донизу».

Необходимость системного решения этих проблем ощущалась интуитивно уже в то время. Бухарин Николай Иванович (1888–1938), член Политбюро ЦК РКП (б) [8]: «Мы, например, самым внимательнейшим образом следим за тем, сколько выпущено тракторов с заводов, но гораздо меньше следим за тем, что потом случилось с этими тракторами: как они используются, как они ремонтируются, сколько из них простаивает, сколько находится в действии...».

*О противостоянии на мировой арене. О сотрудничестве с заграницей*

Троцкий Лев Давидович (1879–1940), член Политбюро ЦК РКП (б), Председатель РВС и нарком по военным делам [1]. «Промышленность существует для того, чтобы производить полезные вещи. Мы их производим ныне больше, чем год назад,... но... государственная промышленность работала в убыток. Это значит, что если взять ту сумму материальных ценностей, которые имелись у государства в области промышленности год назад и сегодня, то мы сегодня беднее... мы дьявольски бедны, а враги наши богаты. ...Наш годовой доход – 5 млрд... Доход Соединенных Штатов – 130 млрд. На душу это составляет... в Америке 1.300 руб., а у нас – 38 руб.».

Прошло больше 90 лет, а мы по-прежнему сверяем себя по США.

Красин Леонид Борисович (1870–1926), нарком Внешней торговли, полпред СССР в Лондоне [1]: «...главнейшими препятствиями для восстановления промышленности являются: обнищание страны за эти 10 лет войны, интервенции, блокады и революции,... изношенность оборудования, которая в отдельных отраслях промышленности превосходит пределы описания, разрушение самого производственного аппарата... путем только экономии мы нашу крупную промышленность возродить не сможем... Я утверждаю, товарищи, что без серьезной постановки вопроса о привлечении иностранного капитала мы не разрешим проблемы восстановления крупной индустрии... перед нами стоит задача не только восстановления материального производственного аппарата и изношенных орудий, но и кредита на оборотный капитал, на покупку сырья...получить кредит от отдельных государств..., используя противоречия капитализма... вполне реальная перспектива».

Каменев Лев Борисович (1883–1936), член Политбюро ЦК РКП (б) [2]: «Мы еще нищая страна... У нас нет другого рынка для крупной индустрии, как внутренний, на мировом рынке мы с продуктами нашей промышленности, в смысле мало-мальски серьезной конкуренции, выступать еще не можем. Следовательно, состояние внутреннего рынка... есть база развития нашего... хозяйства, а нельзя... оправдывать название Союза Советских Социалистических Республик, если крупная индустрия ... не будет развиваться».

Сталин Иосиф Виссарионович (1879–1953), Генеральный секретарь ВКП (б) [3]: «В капиталистических странах... ошибки отдельных трестов, тех или иных

групп капиталистов исправляются стихией рынка ... Ни одна сколько-нибудь крупная ошибка ... не обходится в странах капиталистических без того, чтобы ... ошибки не исправлялись в порядке того или иного кризиса ... Там мы видим кризисы ... отдельные ... У нас – другое дело... каждый серьезный просчет в нашем хозяйстве ... может превратиться у нас в общий кризис, бьющий по всему государству... Но так как мы не отличаемся ни особой прозорливостью, ни особой предусмотрительностью, ни особыми способностями безошибочного руководства хозяйством, ... то у нас ошибки бывают и будут еще впредь».

При этом вызывает недоумение логика оправдания этой нерадивости. Читаем И. В. Сталина [3]: «На предприятиях, например, Форда, работающих исправно... может быть и меньше воровства, но все-таки они работают на Форда, на капиталиста, а наши предприятия, где иногда бывает воровство и где не всегда складно идут дела, все же работают на пролетариат».

Комаров Николай Павлович (1886–1937), член ЦК ВКП (б), нарком коммунального хозяйства РСФСР [5]: «...нам нужно ввозить в нашу страну такие товары, без которых действительно мы обойтись не можем... Если мы возьмем машины, станки, оборудование, то надо ввозить то, что является последним словом техники, а мы ввозим станки и машины, которым уже 5-10 лет и совершенно устарели... мы ввозим большое количество таких изделий, которые мы прекрасно сами можем делать... хорошо было бы, если бы Наркомторг, когда обсуждает в коллегии ввоз тех или иных изделий, ... предварительно ... в печати оповещает... Пусть Наркомторг подумает о том, чтобы мысль рабочего, техника, инженера работала над тем, какие изделия мы можем произвести у себя...».

Мысли Н. П. Комарова правильны и современны, хотя «последнее слово техники», как правило, не продается, а необходимость публичного оповещения о планируемых закупках справедлива, но не реальна.

Микоян Анастас Иванович (1895-1978), член ЦК ВКП (б) [5]: «В прошлом году мы израсходовали около 3 млн. рублей на оплату иностранной технической помощи, как то: покупка чертежей, патентов, техническая консультация ... то, что уже известно и опытом проверено за границей, нам нечего вновь выдумывать... Привлечение иностранных инженеров к нашему хозяйственному строительству поможет развитию и наших инженеров, развитию нашей технической мысли... Наши инженеры часто знают за границу по каталогам 1913 года. Иногда требуют ввоза таких машин, которые в Германии перестали уже производить, – эти машины устарели. Зачастую заводы в Германии вынуждены возобновить производство этих машин, чтобы удовлетворить наш спрос».

Рыков Алексей Иванович (1881–1938), член Политбюро ЦК ВКП (б) [6]: «У нас часто просто не сознают, о каких масштабах привлечения иностранной техники должна идти речь... приглашение только одной-двух сотен иностранных специалистов не могут разрешить вопроса».

Рудзутак Ян Эрнестович (1887–1938), член Политбюро ЦК ВКП (б), председатель ЦКК-РКИ ВКП (б) [8]: «Прежде всего, необходимо остановиться на

низкой производительности труда... причина заключается в плохом техническом руководстве. У нас слишком большое количество рабочих делает ту работу, которая... может быть произведена меньшим количеством рабочих... мы не умеем правильно расставить рабочую силу... Очень часто, когда указывают на достижения заграничной техники, на повышение производительности благодаря применению... элементарных мероприятий... инженеры пожимают плечами и говорят, что в этом ничего нового нет, что они десять раз об этом слышали, но тем не менее мер никаких не принимают. Следующий момент, который задерживает развитие... производительности... это неумелое использование и не завершение до конца имеющейся механизации. Например, на заводе им. Сталина доменная печь оборудована по последнему слову американской техники, а все обслуживание печи продолжается ручным способом... В результате этого получается совершенно не американская производительность. И вот эта незначительная недоделка не позволяет надлежащим образом использовать ту механизацию, которая имеется на заводе... необходимо получать полный производственный эффект от того оборудования, которое мы с таким трудом поставили и привели в действие...».

К сожалению, техническое и технологическое преимущество заграницы, во всяком случае, в станкостроении и механообработке, имело и имеет место быть. Поэтому развитие отечественного производства шло и идет с оглядкой на другие страны. Вообще вопросы приоритета, а также технических и технологических нововведений можно рассматривать не только в производственном, но и в философском аспекте [13].

В 1934 г. вышла книга «Завод режущих инструментов им. М. И. Калинина "Советский фрезер"». Два года освоения производства (1932–1934)». В книге, в частности, дан краткий обзор международного положения в инструментальном производстве и в СССР. Интересно, что за прошедшее время мало что изменилось [10]: «По состоянию своей техники и, в частности, по металлообрабатывающей промышленности на 1-м месте стоят США. Качество продукции американских инструментальных заводов, несомненно, выше, чем в других капиталистических странах... Из европейских стран наиболее хорошо поставлено производство инструментов в Англии... Качество французских промышленных изделий в большинстве случаев ниже других заграничных стран и, тем более, интересующее нас инструментальное производство значительно хуже поставлено, чем в Америке, Англии и Германии... она принуждена ввозить инструмент из других стран и в первую очередь из Англии. На достаточной высоте стоит инструментальная промышленность Германии. Немцы стремятся использовать каждое достижение Америки (и других стран)... Необходимо отметить, что если Германия в состоянии выпускать на рынок инструмент хорошего качества, то не всегда это бывает при снабжении немецким инструментом нашей страны. Высоко стоит в Германии производство мерительного инструмента, в особенности оптического инструмента и приборов... Они «являются наилучшими и весьма распространенными не только по всей Европе, но и в Аме-

рике. Многие инструментальные заводы Германии выросли на базе перво-классных станкостроительных заводов и являются их филиалами... Из других европейских стран необходимо отметить Швецию и Чехо-Словакию, имеющих менее развитую промышленность, но, в виду наличия высококачественных инструментальных сталей, дающих хорошие инструменты. В остальных странах инструментальное производство развито слабо и не представляет для нас особого интереса... Инструментальные заводы СССР тщательно изучают современные европейские и американские конструкции инструментов и создают новые конструкции, вводя изменения и дополнения в лучшие образцы заграничной продукции... Сестрорецким заводом освоено производство плашек Лендис, ранее ввозимых из-за границы. Заводом мерительных инструментов «Калибр» полностью освоено производство гладких и резьбовых калибров, многошлицевых калибров, скоб жесткого типа и скоб типа Йогансон, освоены микроскопы типа Цейс и многие другие изделия. Заводом «Красный инструментальщик» освоено производство чрезвычайно точных и сложных эталонных плиток Йогансона, производство микрометров, штангелей, глибомеров и других мерительных инструментов». На Московском инструментальном заводе «налажено массовое производство спиральных сверл... освоено производство витых сверл, что дает на 40 % экономии быстрорежущей стали. Освоен американский способ электрической сварки хвостов и режущей части сверла, что заменяет дорогостоящий металл более дешевым... Освоено производство сборных разверток типа Келли, плашек Питлера, самораскрывающихся головок, налажено производство сборных фрезеров американского типа «Окей»... В целях экономии быстрорежущей стали завод усиленно внедряет новые конструкции разного вида инструментов со вставными ножами. Так, налаживается производство насадных разверток со вставными и впаянными ножами из быстрорежущей стали, осваиваются американские метчики со вставными и регулирующими ножами и головками к ним... Мы шагаем в ногу с мировой техникой.

Для выбора наиболее рационального технологического процесса производства были приглашены видные немецкие специалисты... этим лицам задавался ряд вопросов... Немецкие специалисты давали уклончивые ответы, не имея, по видимому, большого желания делиться с нами своим опытом. Не заинтересованные в том, чтобы мы построили завод по последнему слову техники, они стремились склонить наших работников к покупке только немецкого оборудования. Между тем, к тому времени немецкое оборудование выявило уже заметное отставание от требований современного инструментального производства. Фактически нам пришлось почти полностью прорабатывать вопросы технологии собственными силами... В соответствии с установленным технологическим процессом на заводе собрано оборудование, приобретенное нами... за границей».

В конце цитаты затронута интересная проблема «уклончивых ответов» приглашенных специалистов, т. е. технологического соперничества, технологических секретов и их утаивания, в том числе в историческом аспекте, но это отдельная тема [14].

*О подготовке кадров. О высшем и среднем образовании*

Крупская Надежда Константиновна (1869–1939), председатель Главполитпросвета [2]: «У нас... была горячка с вузами. Мы насоздали столько вузов, что... на одного подготовляемого квалифицированного рабочего приходится один подготовляемый руководитель, который выходит из наших вузов. Надо сдерживать себя в смысле развития дальнейшей сети вузов». Нынешнее руководство министерства науки и образования РФ как раз идет по этому пути, занимаясь реструктуризацией и укрупнением вузов.

Бухарин Николай Иванович [2]: «..несколько слов о высших учебных заведениях...если взять всех студентов нашего Союза, то только 3 % получают стипендию... очень большой процент промышляет тем, что работает грузчиками на складах, сторожами по ночам и т. д. Значительная часть студентов... оборвыши, которые не имеют ни крова, ни дома, ... ни заработка, которые бог знает, как живут... они перегружены занятиями и общественной работой... из РКСМ неуспевающих 80 %, а из членов РКП – 50 %... Так как бывает "социальный нажим", то профессора часто ставят удовлетворительно тем, кто ни черта не знает».

Луначарский Анатолий Васильевич (1875–1933), первый нарком просвещения РСФСР [5]: «Это трагедия, что часть нашей молодежи... идет за знаниями и не получает их, между тем как при нормальных условиях эта человеческая энергия, пока не квалифицированная, которая жаждет квалификации, должна была бы быть с величайшей заботливостью введена в свои берега». Речь идет о тех детях и взрослых людях, которым отказывают в обучении, поскольку не хватает школ и учителей, не хватает финансирования.

Отдельная проблема, которую осветил А. В. Луначарский, – трудоустройство людей труда разной квалификации. Хозяйственники жаловались на наркомат просвещения, что тот не обеспечивает предприятия нужным количеством и качеством работников, а Наркомпрос – что ни разу не получил сколько-нибудь определенного заказа от хозяйственников. К сожалению, это история повторяется в наши дни. Недаром все больше говорят о возвращении предприятий к госзаказам на выпускников вузов и ссузов.

Подчеркнул А. В. Луначарский и роль культуры в противостоянии государств и систем [5]: «Думая об обороне от наших врагов, думая о конкурирующих с нами соседях..., нам твердо нужно помнить, что культура есть весьма эффективное... грозное ... вооружение». На протяжении всех 90 лет, прошедших с тех пор, история подтвердила важность и эффективность идеологической борьбы.

Лепсе Иван Иванович (1889–1929), член ЦК ВКП (б) [5]: «Я считаю, что нам нужно было бы предусмотреть, чтобы наша высшая школа более тесно увязывала свою работу с заводом... чтобы студенчество получало максимум ... находясь на практике в заводе».

Сухомлин Кирилл Васильевич (1886–1939), кандидат в члены ЦК ВКП (б) [5]: «...вместе с т. Куйбышевым мы объехали 22-23 завода и интересовались, есть ли в цехах молодые инженеры. И ни на одном заводе молодых инженеров не нашли... причины заключаются в том, что у нас наиболее способные товарищи, находящиеся в вузах, загружаются всякой работой, всякими занятиями в комиссиях..., но только не учебой».

Микоян Анастас Иванович [5]: «нам нужны особые кадры... К ним должны быть предъявлены огромные требования: знание языков, знание рынков, техники, величайшая преданность делу... Товарищи, работающие в условиях капиталистического окружения, в разлагающихся условиях капиталистического мира, сами подвержены его воздействию... Они поэтому должны отличаться величайшей большевистской стойкостью... Мы имеем большую текучесть хозяйственного аппарата за границей...».

Кржижановский Глеб Максимилианович (1872–1959), член ЦК ВКП (б), академик, вице-президент АН СССР, член Главной редакции 1-го издания БСЭ [6]: «... Самый тип инженера, техника... должен быть другой, чем тот, который наблюдался в прошлые годы. Это должны быть люди и холодного расчета, и быстрой американской сноровки, и вместе с тем люди, которые проникнуты энтузиазмом нового строительства. Нужно уметь сочетать теоретическую подготовку с хозяйственной практикой, с приближением фронта вузов и техникумов к рядам действующего пролетариата».

И. В. Сталин [7]: «Всем известна слабая техническая подкованность наших хозяйственных кадров... Разрешение этой проблемы идет у нас по линии следующих мероприятий: 1) решительная борьба с вредителями; 2) максимум заботы и чуткости в отношении громадного большинства специалистов и техников, отмежевавшихся от вредителей...; 3) организация технической помощи из-за границы; 4) посылка наших хозяйственников за границу для учебы и вообще приобретения опыта по технике; 5) передача технических учебных заведений соответствующим хозяйственным организациям на предмет быстрой выработки достаточного количества техников и специалистов из людей рабочего класса...».

Каганович Лазарь Моисеевич (1893–1991), член ЦК и МК ВКП (б) [7]: «Проблема кадров стоит в тесной связи с обострением классовой борьбы в нашей стране... Выход в том, чтобы лучшие элементы из специалистов перевоспитать, ...выгнать негодных и вредных, расстрелять, выслать в Соловки тех, кто занимается вредительством... По темпам учебы мы отставали безобразно. Темпы у нас были 6–7 % выпуска из наших вузов. Сейчас мы добиваемся..., чтобы у нас был ежегодный выпуск в 20–25 % и чтобы не было второгодничества. Мы реорганизовали старую средневековую, многофакультетную систему вузов и создаем вузы по отраслевому, по производственному признаку. У нас вузы прикрепляются к определенным производствам. Мы перевели втузы на непрерывную производственную практику...начали строить новые формы учебы – заводы-втузы...».

Орджоникидзе Григорий (Серго) Константинович (1886–1937), член Политбюро ЦК ВКП (б), Председатель ВСНХ, нарком тяжелой промышленности [8]: «...Трудности, испытываемые нами при освоении вновь пускаемых предприятий, происходят, прежде всего, из-за недостатка кадров... Связь научно-исследовательских учреждений с практическими задачами промышленности все же крайне недостаточна... Огромное количество наших ученых, техников и инженеров... от заводов еще далеки. Один из профессоров, т. Юшкевич... совершенно правильно говорил, что «пора разрушить монастырские стены наших институтов и окунуть научных работников в реальную жизнь». «Из-за монастырских стен лабораторий и институтов на заводы» – вот что должно стать лозунгом в работе научно-исследовательских институтов в СССР. Этот лозунг профессора Юшкевича встретил довольно сильные возражения со стороны некоторой части профессуры. Отдельные профессора указали на то, что как бы вследствие этого наука не отстала... если наука оплодотворит своей работой наши заводы и фабрики, она ...не только не будет отставать, но еще быстрее двинется вперед».

Н. И. Бухарин [8]: «...У нас нет достаточных сдвигов в массовой технической литературе... плохо дело обстоит со справочной литературой... техническая пропаганда должна носить резко выраженный оперативный характер... она не должна сообщать знания на манер отрывного календаря... она должна стать орудием массовой реконструкции голов...».

Как видно из приведенных цитат, наше высшее и среднетехническое образование болеет теми же болезнями, что и 90 лет назад [15].

### *О производственном качестве и браке*

Одной из наиболее обсуждаемых тем была тема качества продукции.

И. В. Сталин [7]: «Нельзя дальше терпеть... безобразное качество продукции ряда наших предприятий... давно пора покончить с этим позорным пятном».

Я. Э. Рудзутак [8]: «неимоверно большой процент брака... в 1931 г. по сравнению с 1930 г. не уменьшился, а возрос...».

Я. Э. Рудзутак [9]: «...брак является бедствием для нашей промышленности... Возьмем завод «Станколит»... по станочному литью брак доходит до 50 с лишним процентов... Из 1872 оцинкованных сит, производимых заводом им. Письменного... все 100 % оказались браком... полуфабрикаты от завода «Красный Профинтерн» (крепежный материал и литье ковкого чугуна) на 80 % являются браком.. Почему происходит брак и плохое качество продукции?... Это зависит исключительно от нашей бесхозяйственности, от нашего неумения, а иногда и от нежелания хорошо и добросовестно работать... например в насосном цехе московского Тормозного завода работает товарищ Константинов на токарно-револьверном станке по нарезке резьбы. Для проверки точности этой резьбы он должен пользоваться калибром. Но при проверке в декабре 1933 г. ока-

залось, что он в течение месяца... ни разу не проверял точности резьбы калибром. Когда установщику товарищу Коровину было бригадой ЦКК-РКИ указано на ненормальность такого положения, он ответил, что «у нас калибров нет». Когда вместе с мастером цеха пошли в кладовую, то нашли достаточное количество этих калибров. Ни мастер, ни начальник мастерской, ни инженер не удосужились посмотреть, проверяется ли точность резьбы калибром, есть ли эти калибры... тут сказываются наша лень, нежелание вникнуть в детали. Мы руководим зачастую «вообще», а не по существу... Что эти причины брака устранимы... я приведу... пример... ленинградского завода им. Макса Гельца. Этот завод производит папиросонабивные машины, вязальные машины... Он посылает своих монтеров и своих мастеров на тот завод, где машина устанавливается, инструктора завода обучают рабочих работать на этой машине, ... устанавливают все конструктивные и технические недостатки машин для того, чтобы выпуская следующие экземпляры, их устранить. Завод устраивает общественные суды над своими машинами, приглашая на них заводы-потребители, чтобы они критиковали дефекты машин...».

Далее докладчик вновь возвращается к проблеме качества [9]. «Чрезвычайно велика аварийность... причина аварий – целый ряд технических дефектов в том оборудовании, которое мы получаем от нашей промышленности... например в турбине мощностью в 50 тыс. кВт, поставленной Ленинградским металлургическим заводом для Дубровской электростанции, пришлось переделать 25 тыс. отверстий в конденсаторе. Спрашивается: куда годится такая работа, если для... одного только конденсатора пришлось пересверлить 25 тыс. отверстий?».

Не менее вдохновенно и образно выразился Я. Э. Рудзутак о продукции из стекла [9]. «Я думаю, что очень многие из вас видели такой шедевр, как чайный стакан весом в четверть килограмма, который более пригоден в качестве ударного смертоносного орудия, чем для питья из него чая. При этом следует отметить, что стекольная промышленность вела учет своих производственных показателей, выпускала стаканы не по числу, а по весу. Таким образом, получалось, что чем тяжелее стакан, тем лучше показатели стекольных заводов... Для того, чтобы увеличить количественные показатели своего производства... промышленность допускала прямое издевательство над потребителем... например, отменяли шлифовку стекольной... продукции, чтобы выгнать более высокие показатели по производству, но получалась такая продукция, что ее иногда было просто противно в руки взять».

Киров Сергей Миронович (1886–1934), 1-й секретарь Ленинградского губкома ВКП (б), член Политбюро ЦК ВКП (б) [9]: «качество нашей работы... большое место... мы дошли... до того, что недавно наше советское правительство и наш ЦК вынуждены были издать декрет, закон, по которому за плохое качество продукции мы... будем привлекать к уголовной ответственности. Это, товарищи, как бы сказать помягче, позор для нашей работы...».

Конечно, причин такому явлению было множество. Одну из основных сформулировал Н. И. Бухарин [8]: «в русло нашей индустрии вливается огромное количество новых рабочих, идущих из деревни... технически совершенно неграмотных, впервые иногда переходящих за порог фабричного здания...» А раз дело обстояло именно так, то ни о каком быстром исправлении ситуации не могло быть и речи. Существует естественный срок созревания, через который не перепрыгнешь. Как правило, ничего хорошего быстро не делается.

### *О человеке*

Григорий Евсеевич Зиновьев (1883–1936), член Политбюро ЦК РКП (б) [2] приводит цитату из выступления делегатов на съезде инженеров в Ленинграде, недовольных Советской властью: «наш интеллект не может проявить максимум того, что он может проявить. И если при царском режиме заботились о сохранении зубров в Беловежской пуще, – охота на них запрещалась, – то мы, старое поколение инженеров, те же самые зубры... По статистике союза металлистов, средний уровень зарплаты рабочего по разным отраслям металлообрабатывающей промышленности достигает 68 % довоенного заработка, а средний заработок инженерного и технического персонала ... 25–28 % ... у нас нет видов на будущее... Коммунисты, как материалисты, считают необходимым дать людям в первую очередь предметы первой необходимости, а мы, интеллигенты, говорим, что в первую очередь нужны права человека. Сейчас мы этих прав не имеем... Кто же такой интеллигент? Интеллигент – это всякий человек, будь то крестьянин, будь то рабочий, будь то человек с дипломом, это человек, который ставит выше всего права человека, считает, что человек – высшая ценность в государстве. Этого у нас нет...».

Практически во всех выступлениях партийных функционеров сделан призыв к тому, чтобы «на всех парах устремиться...», «бешеным темпом двинуть...», но мало заботы о человеке, ради которого строилось новое общество.

Догадов Александр Иванович (1888–1937), член ЦК ВКП (б) признается, что [5]: «количество несчастных случаев на производстве, если не возрастает (а по некоторым отраслям промышленности оно растет), то, в лучшем случае, стабильно... На вновь строящихся фабриках, где вопросы техники безопасности можно было предусмотреть,... вопросы охраны труда оказываются недостаточно проработанными... Так все кредиты на мероприятия по охране труда, не использованные на этот год, ВСНХ механически закрыл, и тем самым не дал возможности закончить работы, начатые в области охраны труда... Особенно тяжелое положение с охраной труда в металлической и в угольной промышленности... количество несчастных случаев до сих пор растет. Из 36 000 паровых котлов, взятых на учет, более 50 % имеют давность свыше 25 лет. Следовательно эти котлы представляют большую угрозу для здоровья и жизни рабочих».

Л. М. Каганович настаивает [7], чтобы «выгнать негодных и вредных, расстрелять, выслать в Соловки...».

Постоянно звучит рефреном: «усилить», «утвердить», «заставить», «покончить»... Укореняется иллюзия о решении любых проблем форсированным образом, путем силовых действий с гражданским населением на хозяйственном и культурных фронтах. При этом не учитывается психология человека, его естественный консерватизм, его естественный интерес, стимулирование этого интереса. «Кто не с нами, тот против нас», а значит надо «сломать» человека, заставить беспрекословно подчиниться. И это насилие совершают вчерашние семинаристы, ремесленники, рабочие, то есть люди, сами вышедшие из среды «простолюдин». Обращает на себя, в частности, злорадная мысль, высказанная Н. И. Бухариным [8]: «было чрезвычайно приятно видеть, как прогрессирует деморализация научных капиталистических верхов и их заказчиков».

### Заключение

«Новое – это хорошо забытое старое». Другими словами, та или иная стадия развития общества периодически напоминает нам о традиционных, или так называемых системных проблемах. С одной стороны, это могут быть проблемы застарелые, в нужное время не решенные, которые периодически о себе напоминают и вполне устранимы при определенных усилиях. С другой стороны, это, возможно, «родимые пятна» человеческого общества на любой стадии развития, которые решить невозможно, однако требующие противодействия и снижения остроты. Важно отличать первое от второго.

Особо обращаем внимание на социальный аспект любых преобразований, таких как, например, индустриализация, коллективизация, интенсификация и «перестройка». Дальнейший ход событий в годы построения социализма в СССР вызывает чувство досады, горечи и сожаления о нереализованности, по большому счету, благих намерений. Сколько человеческих жизней, усилий и средств «ушли в никуда» и, несмотря на кратковременные в историческом смысле успехи, не только закончились развалом государства, но и подорвали веру в идею всеобщей справедливости и благополучия. Трагическая судьба многих талантливых и социально активных людей в советское время только усиливает чувство жуткого несоответствия декларируемых гуманистических идеалов и безжалостного массового унижения и уничтожения человеческих жизней в ходе построения «счастливого» общества.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. XII съезд РКП (б). 17–25 апреля 1923 г. Стенографический отчет. – М. : Изд. «Красная новь», Главполитпросвет, 1923.
2. XIII съезд РКП (б). 23–31 мая 1924 г. Стенографический отчет. – М. : Изд. «Красная новь», Главполитпросвет, 1924.
3. XIV съезд ВКП (б). Стенографический отчет. – М.-Л. : ГИЗ, 1926.
4. XV конференция ВКП (б). 26 октября – 3 ноября 1926 г. Стенографический отчет. – М.-Л. : ГИЗ, 1927.
5. XV съезд ВКП (б). Стенографический отчет. – М.-Л. : ГИЗ, 1928.
6. XVI конференция ВКП (б). Стенографический отчет. – М.-Л. : ГИЗ, 1929.

7. XVI съезд ВКП (б). Стенографический отчет. – М.-Л. : ГИЗ, 1930.
8. XVII конференция ВКП (б). Стенографический отчет. – М. : Партийное издательство, 1932.
9. XVII съезд ВКП (б). 20 января-10 февраля 1934 г. Стенографический отчет. – М. : Партиздат, 1934.
10. Завод режущих инструментов им. М. И. Калинина «Советский фрезер». Два года освоения производства (1932-1934). – М., 1934.
11. Твердякова Е. А. Некоторые особенности развития личности, приводящие к агрессивному поведению // Вестник СГГА. – 1999. – Вып. 4. – С. 133–136.
12. Лизунова И. В. История управленческой мысли: учеб. пособие. – Новосибирск : СГГА, 2013. – 291 с.
13. Мушич-Громыко В. Г. Философия современных технических и технологических нововведений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 105–112.
14. Петров П. В. О сущности технологии вообще и технологии оптического производства в частности // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. Т. 4, ч. 1. – С. 123–127.
15. Павленко В. А., Плотникова Е. Н., Сизова А. О. Образовательный процесс как объект управления // Интеграция образовательного пространства с реальным сектором экономики. Ч. 3: сб. материалов Междунар. научно-методич. конф., 27 февраля – 2 марта 2012 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2012. – С. 195–196.

Получено 21.10.2015

© П. В. Петров, В. А. Павленко, 2015