

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»  
(ФГБОУ ВПО «СГГА»)

**ВЕСТНИК**  
**СГГА**  
**(СИБИРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ**  
**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ)**

Выпуск 3 (27)

Новосибирск  
СГГА  
2014

УДК 528:535:681.7  
В387

Главный редактор

Доктор технических наук, профессор *А. П. Карник*

Редакционная коллегия:

Кандидат технических наук, профессор *В.Б. Жарников* – заместитель главного редактора;  
член-корреспондент РАН, профессор, президент МИИГАиК *В.П. Савиных*;  
доктор технических наук, профессор, ректор МИИГАиК *А.А. Майоров*;  
доктор технических наук, профессор МИИГАиК *И. Г. Журкин*; доктор технических наук,  
профессор, проректор МИИГАиК *А. Г. Чибуничев*; доктор технических наук, профессор  
МИИГАиК *Х. К. Ямбаев*; доктор физико-математических наук, профессор *Г. А. Сапожников*;  
член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук *В. Н. Опарин*;  
доктор биологических наук, директор Института почвоведения и агрохимии СО РАН  
*К. С. Байков*; кандидат экономических наук, зам. руководителя Территориального управления  
Росреестра по НСО *Д. А. Ламерт*; доктор физико-математических наук, профессор,  
зав. лабораторией Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН *В. Ю. Тимофеев*;  
доктор технических наук, профессор *А. И. Каленицкий*; доктор технических наук, профессор  
*Д. В. Лисицкий*; кандидат технических наук, профессор *И. В. Лесных*;  
доктор технических наук, профессор *В. Н. Москвин*; кандидат технических наук,  
профессор *В. А. Середович*; доктор технических наук, профессор *Л. К. Трубина*;  
доктор технических наук, профессор *В. Я. Черепанов*; доктор технических наук,  
профессор *В. Б. Шлишевский*; кандидат технических наук, профессор *Т. А. Широкова*

В387 Вестник СГГА (Сибирской государственной геодезической академии) [Текст] :  
науч.-технич. журн. / учредитель ФГБОУ ВПО «СГГА». – Вып. 3 (27). – Новоси-  
бирск: СГГА, 2014. – 189 с. – ISSN 1818-913X

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГГА

УДК 528:535:681.7

© ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия» (СГГА), 2014

Тел. (383)343-39-37, факс (383)344-30-60

e-mail: [rektorat@ssga.ru](mailto:rektorat@ssga.ru)

Учредитель – ФГБОУ ВПО «СГГА».

Рег. свид. ПИ № ФС 77-46974 от 14.10.2011 г.

Индекс 43809 в бюллетене «Объединенный каталог. Пресса России. Газеты и журналы»,  
Internet-каталог «Российская периодика».

Журнал включен в систему РИНЦ.

Сайт журнала: <http://vestnik.ssga.ru>

# ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ

---

УДК 629.783:551.24

## КОНТРОЛЬ ФАЗОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ГНСС-ПРИЕМНИКА С АТОМНЫМИ ЧАСАМИ

*Константин Михайлович Антонович*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

*Николай Сергеевич Косарев*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант, тел. (913)706-91-95, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

*Леонид Алексеевич Липатников*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, младший научный сотрудник, тел. (923)227-89-57, e-mail: lipatnikov\_l@mail.ru

В статье описана методика контроля фазовых ГНСС-измерений, которая основана на сравнении приращений геометрических дальностей, вычисляемых по измерениям и моделируемых по координатам спутника и приемника с учетом изменений в тропосферных и ионосферных задержках. Показана возможность применения скользящего среднего в методике контроля фазовых ГНСС-измерений для обнаружения потерь счета циклов и выбросов. Приводится пример обнаружения потерь счета циклов в фазовых ГНСС-измерениях, выполненных приемником, оснащенным высокостабильным генератором частоты.

**Ключевые слова:** ГНСС, приемник, измерение, фаза несущей, скачок циклов, скользящее среднее, геометрическая дальность.

## PHASE MEASUREMENTS CONTROL OF GNSS RECEIVER WITH ATOMIC CLOCK

*Konstantin M. Antonovich*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

*Nikolay S. Kosarev*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Post-graduate student, tel. (913)706-91-95, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

**Leonid A. Lipatnikov**

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Junior researcher, tel. (923)227-89-57, e-mail: lipatnikov\_1@mail.ru

The technique for GNSS phase-measurements control is described. It is based on comparison of geometrical distances increments calculated by measurements and modeled by satellite and receiver coordinates taking into account the changes in tropospheric and ionospheric delays. It is shown that the moving average may be applied in the technique of GNSS phase-measurements control for detecting cycles and bursts counting loss. The authors present the example of detecting cycles counting loss in GNSS phase-measurements conducted by the receiver with high-stable frequency generator.

**Key words:** GNSS, receiver, measurement, carrier phase, cycle jump, moving average, geometrical distance.

### Введение

Предварительная обработка ГНСС-измерений, выполненных в режиме статистики, заключается в контроле и редактировании полученных приемником данных. Она включает обнаружение и исправление аномальных значений, не принадлежащих генеральной совокупности данных, которые в дальнейшем будем называть выбросами. Выбросы в ГНСС-измерениях могут быть вызваны, прежде всего, ионосферными возмущениями и различными видами интерференции, в том числе многолучевостью. Однако наиболее значительные ошибки происходят из-за потерь счета циклов фазы несущей, что приводит к скачкам в фазовых отсчетах. Они возникают при потере захвата сигнала приемником и могут быть явными, когда перерыв в наблюдениях продолжается в течение нескольких эпох, или скрытыми, когда возобновление слежения происходит до наступления очередной эпохи наблюдений. В первом случае в файле измерений наблюдается разрыв, во втором случае он отсутствует.

Решение проблемы контроля ГНСС-измерений идет в двух принципиально разных направлениях. С одной стороны – это совершенствование аппаратурной части средств измерений, с другой – разработка математических методов обнаружения и исправления ошибок.

Совершенствование аппаратурной части спутниковых ГНСС-приемников происходит в основном за счет постоянного улучшения конструкции принимающих антенн и методов цифровой обработки сигналов. В основу математических методов контроля положено свойство детерминированности результатов одновременно выполненных различных видов ГНСС-измерений, что подразумевает подбор функций, аппроксимирующих результаты измерений, анализ комбинаций кодовых и фазовых псевдодальностей и др. [13].

В работе [41] описаны методы обнаружения выбросов, базирующиеся на разностях кодовых и фазовых псевдодальностей, разностях фазовых псевдодальностей и ионо-свободных комбинаций, а также разностях измерений по времени. В работах [21, 23, 24, 27, 28, 30, 33, 37] приведены методы обнаружения потерь счета циклов и выбросов, основанные на анализе двойных разно-

стей. Явным недостатком этих методов является невозможность их применения для одиночных ГНСС-приемников. Использование инерциальных навигационных систем (ИНС) позволяет обнаруживать потери циклов фазы несущей при кинематических измерениях [28, 31, 37]. Недостаток этих методов – дорогостоящее оборудование (ИНС-система) и сложные алгоритмы обработки совместной информации. В работах [8, 25, 26, 32, 36, 39, 40] приведены методы обнаружения выбросов для одиночных приемников.

В работах А. С. Толстикова и Д. В. Стубарева [15–20] представлены методы поиска выбросов на основе применения имитационного моделирования, с помощью разработанного в Сибирском научно-исследовательском институте метрологии имитатора измерительной информации ModBis24. В качестве основного алгоритма поиска выбросов используется контроль величины отклонения фазовых измерений от опорной траектории с последующим сглаживанием полиномами Чебышева и применением адаптивного рекуррентного фильтра Калмана, а также робастных процедур.

Для обнаружения и редактирования потерь счета циклов и выбросов авторами статьи была разработана методика контроля ГНСС-измерений, основанная на расчете приращений геометрических дальностей, причем приращения геометрических дальностей определяются по приближенным координатам пункта и эфемеридам спутника. В отличие от указанных выше работ, предлагаемая методика контроля построена на сравнении разностей ГНСС-измерений между смежными эпохами с их моделируемыми значениями, которые при определенных условиях можно получать точнее, чем непосредственно выполненные измерения. Эти условия касаются дискретности измерений, точности координат приемника и элементов орбиты. Однако для реализации данной методики необходимо, чтобы приемник был оснащен высокостабильным генератором частоты [4, 5, 6].

### Теоретическая часть

Файл измерений двухчастотного ГНСС-приемника содержит кодовые псевдодальности  $P_i$  (в метрах) и фазы несущей  $\varphi_i$  (в циклах) для частотных диапазонов L1, L2 на моменты  $t_i, i = 1, \dots, n$  с шагом  $\Delta t$ . Уравнения приращений фаз (в линейной мере)  $\Delta\varphi$  для частотного диапазона L1 за интервал времени  $\Delta t$  имеют вид [5, 6]:

$$\Delta\varphi_{i,i+1}(L1) = \varphi_{i+1} - \varphi_i = \frac{1}{\lambda_{L1}} [\Delta\rho_{i,i+1} - \Delta I_{i,i+1} + \Delta T_{i,i+1} + \Delta\delta m_{i,i+1} + (A1(r)_{i,i+1} - A1(s)_{i,i+1}) \cdot \Delta t], \quad (1)$$

где  $\Delta\rho, \Delta I, \Delta T$  – изменения соответственно в геометрической дальности, ионосферной задержке и тропосферной задержке;  $\Delta\delta m$  – изменение влияния многолучевости на фазовые измерения;  $A1(r), A1(s)$  – дрейф частоты соответственно для часов приемника и спутника;  $\lambda$  – длина волны.

Рассмотрим компоненты уравнения (1). Для вычисления геометрических дальностей потребуется вектор положения пункта  $\mathbf{R} = (X, Y, Z)^T$  в земной геоцентрической системе отсчета, например, ITRS. Векторы положений спутника  $\mathbf{r}_i = (X_i, Y_i, Z_i)^T$  в этой системе вычисляются на моменты излучения сигнала по шкале системного времени  $t_i$ . По определению

$$P_i = c(t'_i - t''_i), \quad (2)$$

где  $t'_i$  – номинальный момент измерений по шкале времени приемника потребителя;  $t''_i$  – моменты выхода сигнала по бортовой шкале времени спутника;  $c$  – скорость света в вакууме. Поэтому моменты  $t_i$  находятся по формуле:

$$t_i = t'_i - P_i / c + dt_i^s. \quad (3)$$

Здесь  $dt_i^s$  – сдвиг бортовой шкалы времени спутника относительно шкалы системного времени в момент генерации сигнала. Алгоритмы для вычисления векторов  $\mathbf{r}_i$  даются в [7, 35]. При их вычислении необходимо учитывать поворот общеземной системы координат вокруг оси  $Z$  за время прохождения сигнала (эффект Саньяка) [2].

Векторы  $\mathbf{R}$  и  $\mathbf{r}_i$  дают возможность рассчитать геометрические дальности (топоцентрические расстояния):

$$\rho_i = \sqrt{(X - X_i)^2 + (Y - Y_i)^2 + (Z - Z_i)^2}. \quad (4)$$

Приращение геометрической дальности  $\Delta\rho$  будет определяться формулой:

$$\Delta\rho_{i,i+1} = \rho_{i+1} - \rho_i. \quad (5)$$

В работах [4–6] было предложено для вычисления приращений геометрических дальностей использовать приближенные координаты пункта наблюдения и координаты спутника, вычисленные по данным навигационного сообщения. Чтобы показать возможность применения разностей геометрических дальностей для контроля фазовых измерений, введем в рассмотрение геоцентрическую систему координат  $O\xi\eta\zeta$  (рис. 1). Для упрощения выводов основная плоскость  $O\xi\eta$  совмещена с плоскостью орбиты спутника, находящегося в зените пункта наблюдений. На рис. 1:

- $O$  – центр масс Земли (геоцентр);
- ось  $\xi$  направлена по радиус-вектору  $\mathbf{R}$  пункта наблюдений  $A$ ;
- ось  $\eta$  – лежит в плоскости орбиты перпендикулярно к радиус-вектору пункта;
- ось  $\zeta$  перпендикулярна плоскости орбиты.

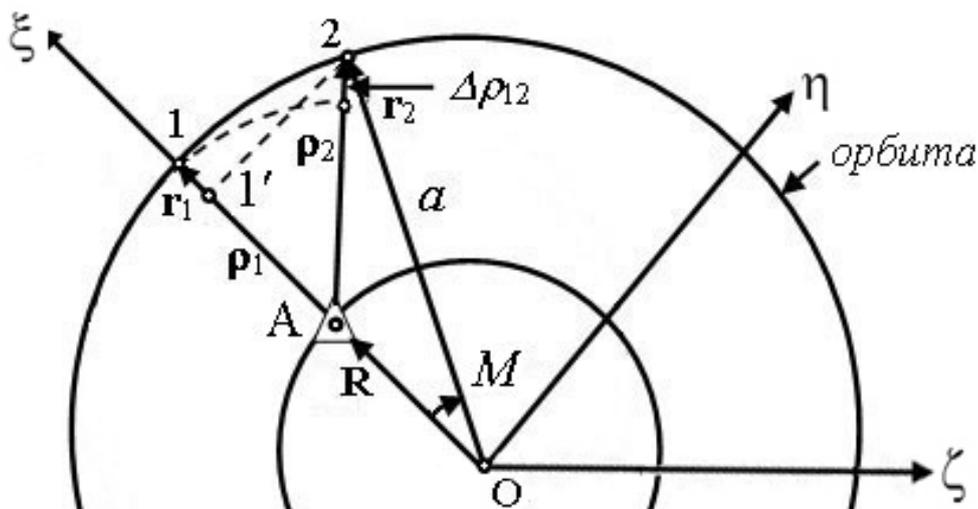


Рис. 1. Геометрия топоцентрических разностей

Орбита спутника круговая, с радиусом равным  $a$ . Влиянием возмущений в движении спутника пренебрегаем, тогда положения пункта  $\mathbf{R}$  и спутника  $\mathbf{r}_1$  в момент  $t_1$  представляются как:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{r}_1 = \begin{bmatrix} a \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Положение спутника в момент  $t_2$  получается из выражений:

$$\mathbf{r}_2 = \begin{bmatrix} a \cdot \cos M \\ a \cdot \sin M \\ 0 \end{bmatrix}; \quad (7)$$

$$M = n \cdot \Delta t, \quad (8)$$

где  $n$  – среднее движение спутника;  $\Delta t = t_2 - t_1$ ;  $M$  – центральный угол, аналогичный средней аномалии.

Для топоцентрических радиус-векторов спутника  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  в моменты  $t_1$ ,  $t_2$  имеем:

$$\rho_1 = \mathbf{r}_1 - \mathbf{R} = \begin{bmatrix} a - R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad \rho_2 = \mathbf{r}_2 - \mathbf{R} = \begin{bmatrix} a \cdot \cos M - R \\ a \cdot \sin M \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Модули этих векторов, то есть геометрические дальности, равны:

$$\rho_1 = |a - R|; \quad \rho_2 = \left| [a^2 - 2aR \cos M + R^2]^{1/2} \right|, \quad (10)$$

а их изменение за время  $\Delta t$  представляется как

$$\Delta \rho = \rho_2 - \rho_1 = [a^2 - 2aR \cos M + R^2]^{1/2} - (a - R). \quad (11)$$

Введем в положение пункта наблюдений малые по величине погрешности  $d\xi$ ,  $d\eta$  и  $d\zeta$ , то есть теперь положение пункта выражается как

$$\mathbf{R}' = \begin{bmatrix} R + d\xi \\ d\eta \\ d\zeta \end{bmatrix}. \quad (12)$$

Новые топоцентрические векторы будут равны

$$\rho'_1 = \mathbf{r}_1 - \mathbf{R}' = \begin{bmatrix} a - R - d\xi \\ -d\eta \\ -d\zeta \end{bmatrix}; \quad (13)$$

$$\rho'_2 = \mathbf{r}_2 - \mathbf{R}' = \begin{bmatrix} a \cdot \cos M - R - d\xi \\ a \cdot \sin M - d\eta \\ -d\zeta \end{bmatrix}, \quad (14)$$

а их модули

$$\rho'_1 = |\mathbf{r}_1 - \mathbf{R}'| = \left[ (a - R - d\xi)^2 + d\eta^2 + d\zeta^2 \right]^{1/2} \quad (15)$$

$$\rho'_2 = |\mathbf{r}_2 - \mathbf{R}'| = \{ [a \cos M - R - d\xi]^2 + (a \sin M - d\eta)^2 + d\zeta^2 \}^{1/2}. \quad (16)$$

После разложения выражений (15) и (16) в ряды Тейлора относительно  $d\xi$ ,  $d\eta$ ,  $d\zeta$ , ограничиваясь членами первого порядка, получаем:

$$\rho'_1 = \rho_1 - d\xi; \quad (17)$$

$$\rho'_2 = \rho_2 - d\xi(a \cos M - R) / \rho_2 - d\eta a \sin M / \rho_2. \quad (18)$$

Из формулы (18) видно, что влияние погрешности  $d\zeta$  в членах первого порядка отсутствует.

Теперь разность новых топоцентрических дальностей будет равна

$$\Delta\rho' = \rho'_2 - \rho'_1 = \rho_2 - \rho_1 - d\xi(a \cos M - R) / \rho_2 + d\xi - d\eta a \sin M / \rho_2, \quad (19)$$

а изменение этой разности из-за погрешности во взаимных положениях пункта и орбиты будет равно

$$\nabla\Delta\rho = \Delta\rho' - \Delta\rho = -d\xi(a \cos M - R) / \rho_2 + d\xi - d\eta a \sin M / \rho_2. \quad (20)$$

Разложим тригонометрические функции от угла  $M$  в ряды, используя (20):

$$\nabla\Delta\rho = \Delta\rho' - \Delta\rho = -d\xi(a [1 - (n\Delta t)^2 / 2 - R] / \rho_2) + d\xi - d\eta a (n\Delta t) / \rho_2. \quad (21)$$

В табл. 1 приводятся значения в изменении топоцентрической дальности  $\nabla\Delta\rho$  в зависимости от погрешностей  $d\xi$  и  $d\eta$ , а также значения  $\Delta t$ . При расчетах было принято: большая полуось  $a = 26\,560$  км,  $R = 6\,378$  км,  $n = 30$  °/час.

Таблица 1

Абсолютные значения погрешностей приращений геометрических дальностей в зависимости от погрешностей во взаимном положении пункта и спутника и длительности интервала времени  $\Delta t$

Погрешности во взаимном положении пункта и спутника (м)	Абсолютные значения погрешностей приращения геометрической дальности при интервале времени $\Delta t$ (мм)							
	$\Delta t = 1^s$	$\Delta t = 2^s$	$\Delta t = 5^s$	$\Delta t = 10^s$	$\Delta t = 20^s$	$\Delta t = 30^s$	$\Delta t = 60^s$	$\Delta t = 600^s$
$d\xi = d\eta = 1$ м	0,2	0,5	1	2	4	6	11	107
$d\xi = d\eta = 5$ м	1	2	5	10	19	29	57	540
$d\xi = d\eta = 10$ м	1,9	3,8	9,5	19	38	57	114	1 079

Из табл. 1 видно, что во многих случаях влияние погрешностей координат не превосходит уровня шума Р-кодовых измерений (около 300 мм).

Для учета изменения тропосферной задержки необходимо вначале рассчитать среднее значение некоторой полной зенитной задержки (суммы гидростатической и влажной задержек) и привести его к углу возвышения  $h_i$ , а затем образовать разности этих величин между смежными эпохами. Согласно [29], зенитная гидростатическая задержка в линейной мере аппроксимируется выражением:

$$T_{z, h} = \frac{[0,002\,276\,8 \pm 0,000\,000\,5] \cdot p}{1 - 0,002\,66 \cdot \cos 2B - 0,000\,28 \cdot H}, \quad (22)$$

где  $B$  – геодезическая широта пункта наблюдения;  $H$  – геодезическая высота пункта в километрах;  $p$  – атмосферное давление, в миллибарах, у опорной точки на антенне. При отсутствии метеоданных давление можно найти, используя модель стандартной атмосферы [1, 3]:

$$p = 1\,013,25 \cdot (1 - 0,022\,6 \cdot H)^{5,226}. \quad (23)$$

Зенитную влажную задержку  $T_{z,w}$ , изменяющуюся в пределах от 0,1 до 0,4 м [1, 3], принимаем равной 0,1 м. Тогда полная зенитная задержка  $T_z$  находится как

$$T_z = T_{z,h} + T_{z,w}. \quad (24)$$

Переход от полной зенитной задержки к соответствующим наклонным задержкам выполняется с помощью формулы:

$$T_i = T_z \operatorname{cosec} h_i, \quad (25)$$

а изменение в тропосферной задержке между эпохами находится по формуле:

$$\Delta T_{i,i+1} = T_z (\operatorname{cosec} h_{i+1} - \operatorname{cosec} h_i) \quad (26)$$

со среднеквадратическим отклонением

$$\sigma_{\Delta T} = \sigma_{T_z} (\operatorname{cosec} h_{i+1} - \operatorname{cosec} h_i), \quad (27)$$

в которой  $\sigma_{T_z}$  имеет порядок 0,2–0,4 м [3].

Учет изменения ионосферной задержки производим по измерениям кодовых псевдодальностей на диапазонах L1 и L2, пренебрегая при этом дифференциальными кодовыми смещениями в аппаратуре спутника и приемника [22]:

$$I_{L1,i} = k \cdot (P_{L2,i} - P_{L1,i}), \quad (28)$$

$$k = f_{L2}^2 / (f_{L1}^2 - f_{L2}^2), \quad (29)$$

где  $f_{L1}, f_{L2}$  – несущие частоты.

Для вычисления изменений в ионосферной задержке воспользуемся точечной ионосферной моделью [38]:

$$I_{L1,i} = I_{L1,v,i} / \sin \theta_i = I_{L1,v,i} F_i, \quad (30)$$

где  $I_{L1,v,i}$  – вертикальные ионосферные задержки для диапазона L1, вычисляемые по наблюдениям;  $\theta_i$  – угол места спутника в ионосферной точке. Эта точка

размещается на линии визирования на спутник и находится на высоте 50 км от поверхности Земли. Коэффициент  $F_i$  называется фактором наклона. В точечной модели ионосферы он изменяется от 1 до 3. А. Лейк приводит формулу, связывающую величины  $F_i$  с углом возвышения спутника  $h_i$  (в градусах) [38]:

$$F_i = \frac{1}{\sin \theta_i} = \frac{1}{\cos[\arcsin(0,947\ 92 \cdot \cos h_i)]} \approx 1 + 2\left(\frac{96 - h_i}{90}\right)^3. \quad (31)$$

Из формулы (30) находятся вертикальные ионосферные задержки  $I_{L1,v,i}$ ,  $I_{L2,v,i}$  на эпохи  $t_i$  для частотных диапазонов L1 и L2:

$$I_{L1,v,i} = \frac{I_{L1,i}}{F_i} = k \cdot \frac{R_{L2,i} - R_{L1,i}}{F_i}; \quad I_{L2,v,i} = \frac{f_{L1}^2}{f_{L2}^2} I_{L1,v,i}. \quad (32)$$

Их можно усреднить на некотором интервале между эпохами  $t_{i_1}$  и  $t_{i_2}$ :

$$\bar{I}_{L1,v} = \frac{1}{i_2 - i_1} \sum_{i_1}^{i_2} I_{L1,v,i}; \quad \bar{I}_{L2,v} = \frac{1}{i_2 - i_1} \sum_{i_1}^{i_2} I_{L2,v,i}. \quad (33)$$

Для уменьшения погрешности расчета вертикальных ионосферных задержек можно сделать дополнительное осреднение по данным, полученным из разных спутников. Это особенно важно при отсутствии измерений по точному коду.

Изменения в ионосферной задержке находятся по формулам:

$$\Delta I_{L1,i,i+1} = \bar{I}_{L1,v}(F_{i+1} - F_i); \quad \Delta I_{L2,i,i+1} = \bar{I}_{L2,v}(F_{i+1} - F_i). \quad (34)$$

Формулы среднеквадратических отклонений  $\sigma_{\Delta,L1}$ ,  $\sigma_{\Delta,L2}$  для дифференциальных ионосферных задержек следуют из выражений (28), (30), (31)–(34):

$$\sigma_{\Delta,L1,i,i+1} = \frac{k(F_{i+1} - F_i)}{F_i \sqrt{i_2 - i_1}} \sqrt{2} \sigma_P; \quad \sigma_{\Delta,L2,i,i+1} = \frac{f_{L1}^2}{f_{L2}^2} \frac{k(F_{i+1} - F_i)}{F_i \sqrt{i_2 - i_1}} \sqrt{2} \sigma_P. \quad (35)$$

Как видно, погрешности моделирования изменений ионосферной задержки зависят, прежде всего, от среднеквадратического отклонения измерения кодовой псевдодальности  $\sigma_P$ , которая определяется шумом измерений в приемнике и типом применяемого кода [7].

Что касается влияния многолучевости, то ее моделирование очень сложное. Считается, что оно имеет квазипериодический характер. При этом ампли-

туда многолучевости в фазовых данных может достигать 5–6 см при периоде колебаний от 5 минут и более [1, 38]. В табл. 2 приводятся значения изменений в тропосферной и ионосферной задержках, а также влияния многолучевости и их среднеквадратические отклонения  $\sigma_{\Delta T}$ ,  $\sigma_{\Delta I}$ ,  $\sigma_{\Delta \delta m}$  для  $h \approx 15^\circ$ ,  $i_2 - i_1 = 1$ .

Таблица 2

Влияние тропосферной и ионосферной рефракции и многолучевости на приращения фазовых псевдодальностей (мм)

Интервал времени	Тропосферная задержка		Ионосферная задержка			Многолучевость	
	$\Delta T$	$\sigma_{\Delta T}$	$\Delta I$	$\sigma_{\Delta I}$ (по P-коду GPS)	$\sigma_{\Delta I}$ (по СТ-коду ГЛОНАСС)	$\Delta \delta m$	$\sigma_{\Delta \delta m}$
$\Delta t = 1$ с	1,3	0,4	5,2	0,1	1,6	1	1
$\Delta t = 10$ с	13	4,2	52	1,2	24,5	7	7
$\Delta t = 30$ с	40	12,4	160	3,6	72	21	21

Дополнительный вклад в дисперсию  $\sigma_{\Delta \phi}^2$  вносят нестабильности частоты часов спутника  $\sigma_f^s / f$  и приемника  $\sigma_{f,r} / f$ . Поскольку это случайные величины, то их вклад в уравнение (1) можно оценить по формуле:

$$\sigma_{\Delta t} = c \Delta t \frac{\sqrt{\sigma_{f,r}^2 + (\sigma_f^s)^2}}{f}. \quad (36)$$

Для спутников ГЛОНАСС  $\sigma_f^s / f$  имеет порядок  $(1-5) \cdot 10^{-13}$  [7], что при  $\Delta t = 30$  с вносит в  $\sigma_{\Delta t}$  погрешность от 1 до 5 мм. Чтобы влияние погрешностей часов приемника было соизмеримо с влиянием погрешностей часов спутника, необходимо использовать приемники, оснащенные высокостабильными генераторами частоты. Такие приемники применяются на некоторых станциях Международной ГНСС-службы (МГС) и на станциях подсистем контроля и управления ГНСС. Ожидается, что в ближайшем будущем малогабаритные атомные часы с относительной нестабильностью частоты  $5 \cdot 10^{-12}$  на интервале времени 1 час могут появиться в полевых геодезических приемниках [34].

Таким образом, после учета всех возможных погрешностей формула (1) преобразуется к виду:

$$\Delta \phi_{i,i+1}(L1) = \frac{1}{\lambda_{L1}} [(\rho_{i+1} - \rho_i) - \bar{I}_{L1}(F_{i+1} - F_i) + T_z(\operatorname{cosec} h_{i+1} - \operatorname{cosec} h_i)]. \quad (37)$$

Аналогичный вид будет иметь формула для диапазона L2. Шум фазовых измерений в этих уравнениях не учитывается из-за их малости (не более 3 мм).

Смоделированные по уравнению (37) приращения  $\Delta\varphi_i$  в общем случае не совпадут с приращениями  $\Delta\tilde{\varphi}_i$ , полученными по измерениям. Вычислим невязки  $v_i$  (обозначение диапазона частот опущено):

$$v_i = \Delta\varphi_i - \Delta\tilde{\varphi}_i. \quad (38)$$

Будем считать, что каждая невязка  $v_i$  имеет оценку систематической и случайной составляющей:

$$v_i = \Delta d_i + \Delta\varepsilon_i; \quad (39)$$

$$\Delta d_i = E(v_i), \quad (40)$$

где  $\Delta d_i$  – приращение оценки систематической погрешности модели фазовых ГНСС-измерений, равное математическому ожиданию невязки  $E(v)$ ;  $\Delta\varepsilon_i$  – оценка случайного изменения погрешности фазовых измерений на интервале, характеризуемом нулевым математическим ожиданием.

Оценку систематической составляющей  $\Delta d_i$  можно получить путем сглаживания ряда значений невязок  $v_i$  на скользящем интервале  $[i - k, i + k]$ :

$$\Delta d_i = \bar{v}_{[i-k, i+k]}. \quad (41)$$

Сглаживание невязок предполагается выполнять на основе скользящего среднего. При этом сглаженное значение будет определяться с запаздыванием на  $k$  интервалов. Для преодоления трудностей, связанных с наличием выбросов, изменяющих оценку математического ожидания, применяется медианная фильтрация [14, 19, 20].

Непредвиденные эффекты, обусловленные потерями счета циклов в фазе несущей, а также выбросами в ГНСС-измерениях, проявятся в оценке случайной части погрешности  $\Delta\varepsilon_i$ :

$$\Delta\varepsilon_i = v_i - \Delta d_i. \quad (42)$$

Для выявления выбросов в фазовых ГНСС-измерениях предлагается оценивать СКП  $\sigma_i$  по формуле Бесселя:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=i-k}^{i+k} \Delta\varepsilon_j^2}{2k}}. \quad (43)$$

Отбраковка наиболее грубого значения оценки случайной части погрешности  $\Delta\varepsilon_j$  производится при выполнении условий:

$$|\Delta\varepsilon_j| > 2 \cdot \sigma_i; \quad |\Delta\varepsilon_j| > \Sigma, \quad (44)$$

где  $\Sigma$  – среднеквадратическая погрешность, характеризующая точность моделирования приращений в измерениях по формуле (37):

$$\Sigma = \sqrt{\sigma_{\Delta T}^2 + \sigma_{\Delta I}^2 + \sigma_{\Delta \rho}^2 + \sigma_{\Delta t}^2}. \quad (45)$$

После выявления ошибки в измерениях производится ее исправление. Если ошибка  $\Delta\varepsilon_j$  превышает длину волны, то имела место потеря счета циклов. Известно, что при возобновлении захвата сигнала фазовый отсчет оказывается смещенным на целое число циклов, а дробная часть у него правильная. Тогда предлагается исправленный отсчет  $\bar{\varphi}_i$  находить по формуле:

$$\bar{\varphi}_i = \text{int}(\varphi_i) + \text{frac}(\tilde{\varphi}_i), \quad (46)$$

где  $\text{int}$  – оператор выделения целой части числа;  $\text{frac}$  – выделение дробной части числа.

Если же в данных измерений присутствует разрыв в течение некоторого времени, то тогда восстановить данные можно на основании следующей формулы:

$$\bar{\varphi}_{i+1} = \tilde{\varphi}_i + \Delta\varphi_{i+1} + \Delta d_{i+1}, \quad (47)$$

где  $\bar{\varphi}_{i+1}$  – сглаженное значение измеряемой величины;  $\tilde{\varphi}_i$  – измеренное значение в предыдущую эпоху. Систематическая составляющая  $\Delta d_{i+1}$  прогнозируется на последующие эпохи на основе предположения, что данная величина меняется линейно.

## Эксперимент

Для проверки правильности работы скользящего среднего для обнаружения потерь счета циклов и выбросов в фазовых ГНСС-измерениях был выполнен анализ остаточных невязок на примере данных, полученных на станции Менделеево (MDVJ) 1 января 2013 г. Файлы наблюдений доступны в Интернете на сайте Международной ГНСС-службы. Пункт оснащен двухчастотным ГНСС-приемником Topcon NetG3, подключенным к водородному стандарту частоты. Дискретность записи данных наблюдений равна 30 с. Погрешность в координатах пункта была задана 2,5 м, погрешности в координатах спутников, оцененные по расхождениям между точными и навигационными эфемеридами, составили 1,5 м для GPS и около 3 м для ГЛОНАСС. Для эксперимента

были выбраны два спутника GPS и два спутника ГЛОНАСС с продолжительностью наблюдений около одного часа и с разным расположением их траекторий относительно плоскости горизонта (табл. 3).

Таблица 3

Характеристики траекторий выбранных спутников

ГНСС	Спутник	Время UT		Угол возвышения	
		$t_{\text{нач.}}$	$t_{\text{кон.}}$	$h_{\text{нач.}}$	$h_{\text{кон.}}$
GPS	G1	22 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	23 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	17°	7°
GPS	G13	15 00	16 00	52	82
ГЛОНАСС	R1	7 00	8 00	15	48
ГЛОНАСС	R19	0 00	0 55	68	40

Вычисления были выполнены с помощью программы MATLAB 6.5. При расчете остаточных невязок применялось простое скользящее среднее с размером окна, равным 7 эпохам. На рис. 2 показана работа фильтра со спутником системы GPS, на рис. 3 – со спутником системы ГЛОНАСС.

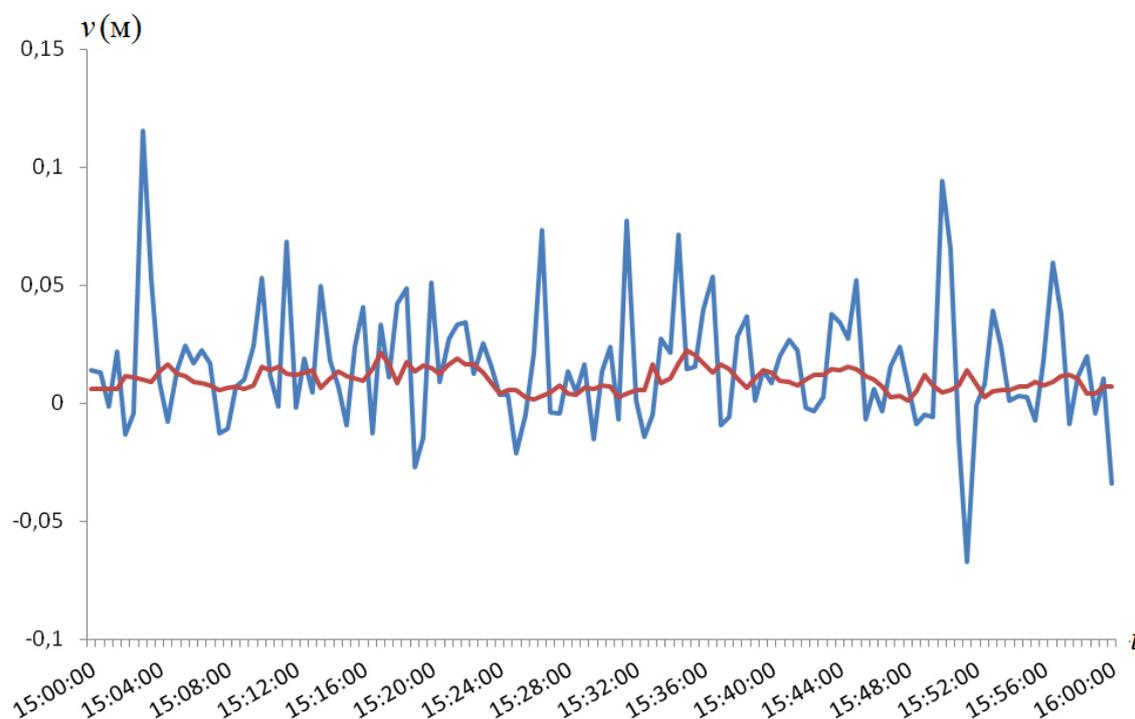


Рис. 2. Результаты фильтрации спутника GPS G13. Невязки измерений фазы (в метрах): синим цветом – измеренное минус прогноз, красным цветом – сглаженное значение невязки

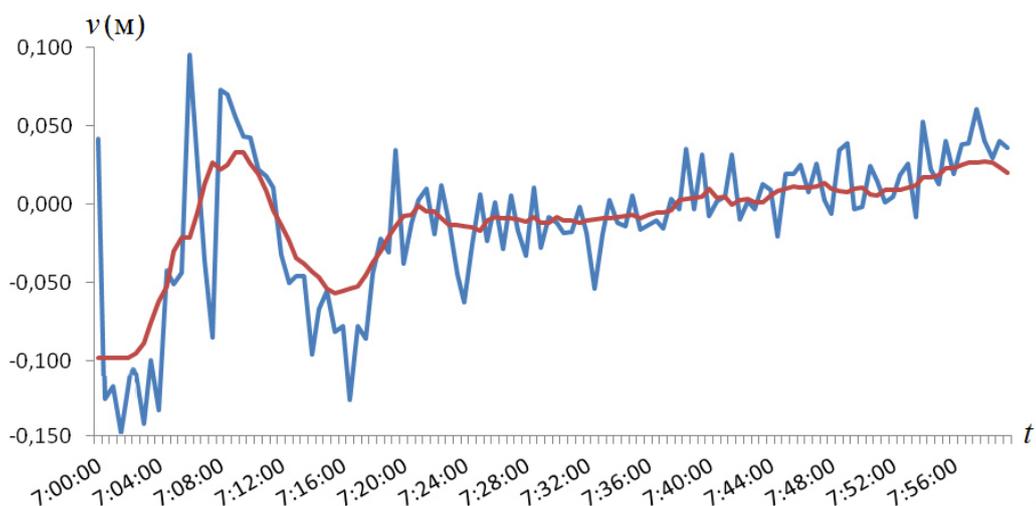


Рис. 3. Результаты фильтрации спутника ГЛОНАСС R19. Невязки измерений фазы (в метрах): синим цветом – измеренное минус прогноз, красным цветом – сглаженное значение невязки

Далее была проверена работа фильтра по выявлению и исправлению неявных и явных потерь счета циклов. Такие потери счета циклов были смоделированы. Для моделирования явной потери счета циклов в файле наблюдений спутника G13 был создан разрыв в данных продолжительностью 5 минут. Затем в фазовые данные был введен скачок на величину  $\Delta N$ :

$$\Delta N = \text{int}(P_{\text{кон.}} - P_{\text{нач.}}) / \lambda, \quad (48)$$

где  $P_{\text{кон.}}$  и  $P_{\text{нач.}}$  – значения  $P$ -кодовых псевдодальностей соответственно в конце и в начале разрыва (рис. 4, а);  $\text{int}$  – оператор выделения целой части числа. Для моделирования неявной потери счета циклов был отобран спутник ГЛОНАСС R1, моделирование производилось аналогичным образом, только  $P_{\text{кон.}}$  и  $P_{\text{нач.}}$  были выбраны соседними (рис. 4, б).

После этого данные были восстановлены с применением формулы (47). Для учета ионосферной задержки были восстановлены также кодовые псевдодальности. Расхождения  $\Delta\varphi$  между восстановленными и исходными данными фазы несущей показаны на рис. 4.

Из анализа рис. 2–5 отчетливо видно, что применение фильтра скользящего среднего позволяет делать надежный и качественный контроль и восстанавливать данные измерений, полученные как спутниками GPS, так и спутниками ГЛОНАСС. Разработанная методика контроля фазовых ГНСС-измерений с применением скользящего среднего позволяет выявлять и исключать погрешности, превышающие величину равную 5 см, то есть  $\frac{1}{4}$  от длины несущей волны.

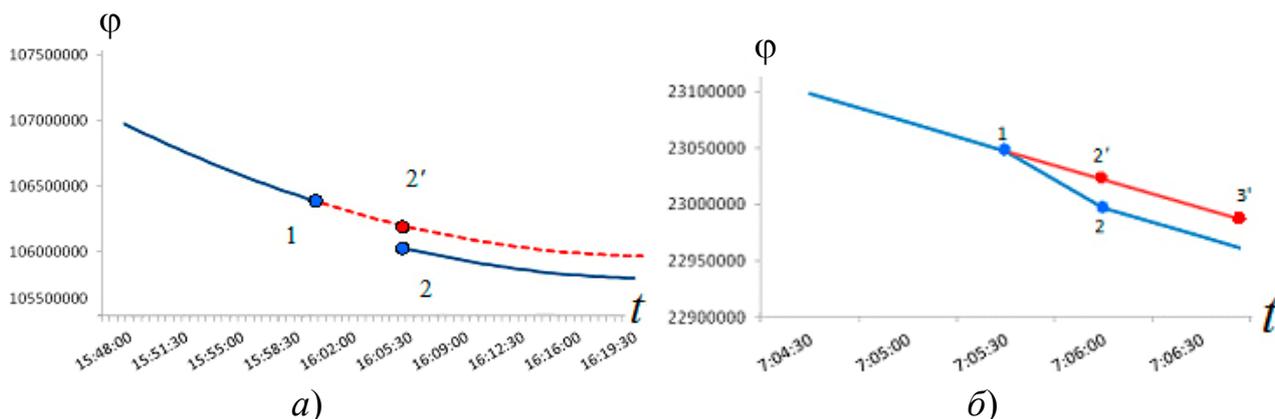


Рис. 4. Моделирование явной и неявной потери счета циклов в фазе несущей:

а) для спутника GPS G13; б) для спутника ГЛОНАСС R1.

Обозначено: 1 – точка начала разрыва в измерениях, 2 – точка возобновления измерений. Синим цветом показаны исходные данные для фильтрации, красным цветом – восстановленные данные

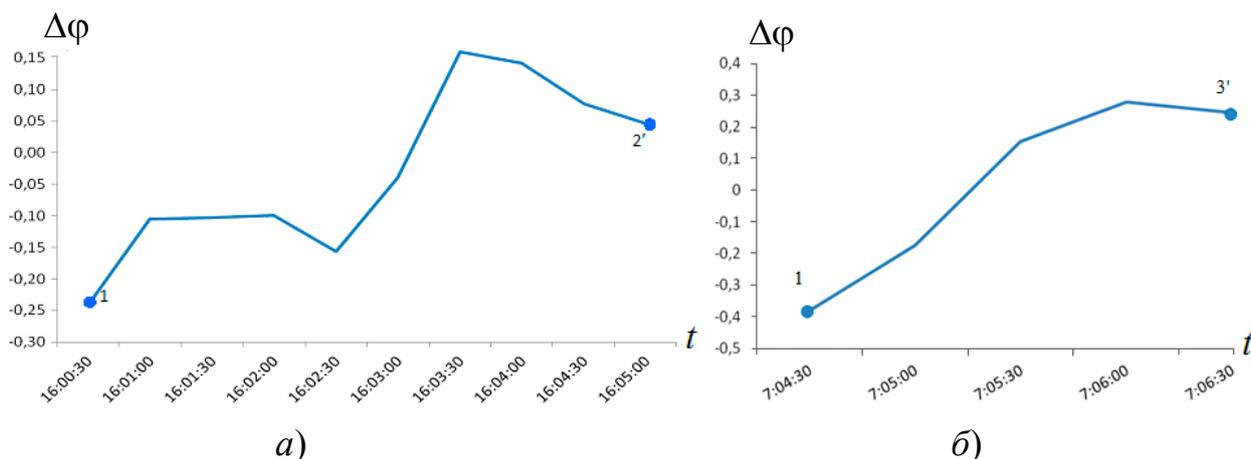


Рис. 5. Расхождения между реально измеренными и смоделированными фазами несущей (в циклах):

а) для спутника GPS G13; б) для спутника ГЛОНАСС R1

### Заключение

Применение ГНСС-приемников, оснащенных высокостабильными генераторами частоты, открывает новые возможности при контроле фазовых измерений. Разработанная методика контроля позволяет выявлять и исправлять потери счета циклов и выбросы в наблюдениях фазы несущей. В отличие от других методов контроля измерений, которые основаны на методах поиска в пространстве измерений, данная методика базируется на вычислении приращений геометрических дальностей и атмосферных задержек. Приращения геометрических

дальностей вычисляются по приближенным координатам пункта и координатам спутника из навигационного сообщения. Приращения в тропосферной и ионосферной задержке находятся с помощью простейших функций отображения. В результате контроля измерений получается файл, свободный от грубых ошибок и потерь счета циклов непрерывной фазы. Дополнительным результатом контроля ГНСС-измерений является оценка уровня шума данных, необходимая для оценки качества самих измерений. В дальнейшем эту информацию можно учесть при формировании ковариационной матрицы измерений, что позволит повысить точность решения геодезических и навигационных задач. Методика контроля фазовых ГНСС-измерений также может быть использована для решения задач физической геодезии [9–12].

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: монография. В 2 т. Т. 1. – М.: Картгеоцентр, 2005. – 334 с.
2. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии : монография. В 2 т. Т. 2. – М.: Картгеоцентр, 2006. – 360 с.
3. Антонович К. М. Тропосферная задержка при ГНСС-наблюдениях // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 6–11.
4. Антонович К. М., Косарев Н. С. Использование геометрической дальности для контроля ГНСС-измерений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 245–250.
5. Антонович К. М., Косарев Н. С. Об одной возможности контроля непрерывной фазы несущей при ГНСС наблюдениях // 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. 164–168.
6. Антонович К. М., Косарев Н. С. Метод контроля кодовых и фазовых псевдодальностей в пространстве координат // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 11–15.
7. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейс. контрол. док. (редакция 5.1) [Электронный ресурс] – М.: Российский НИИ космического приборостроения, 2008. – 74 с. – Режим доступа: <http://www.aggf.ru/gnss/glon/ikd51ru.pdf>
8. Жалило А. А. Обнаружение, оценка, идентификация и коррекция циклических скачков GPS/EGNOS наблюдений – новый универсальный подход, алгоритмы и экспериментальные результаты [Электронный ресурс] / 2003. – 30 с. – Режим доступа: [http://www.mao.kiev.ua/EOP/ENGLISH/kharkov\\_centre/articles/zhalilo/zhalilo\\_20.pdf](http://www.mao.kiev.ua/EOP/ENGLISH/kharkov_centre/articles/zhalilo/zhalilo_20.pdf)
9. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г. Применение дифференциального уравнения параболического типа для решения задач динамической геодезии // 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. 214–219.
10. Исследование динамики физической поверхности и гравитационного поля Земли, обусловленных производством горных выработок на Малёвском месторождении / В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, И. А. Басова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картогра-

фия, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 14–18.

11. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Моделирование аномального гравитационного поля в Арктическом бассейне // 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. 166–169.

12. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Анализ изменений гравитационного поля и высот квазигеоида, обусловленных сейсмической активностью // 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. 3. – С. 3–8.

13. Косарев Н. С. Восстановление фазы несущей: проблемы и пути решения // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 53–60.

14. Мироновский Л. А., Слаев В. А. Алгоритмы оценивания результата трех измерений. – СПб.: Профессинал, 2010. – 192 с.

15. Стубарев Д. В., Толстиков А. С. Алгоритмы предварительной обработки псевдодальномерных измерений // Современные проблемы радиоэлектроники: сборник научных трудов. – Красноярск: КГТУ, 2004. – С. 425–427.

16. Стубарев Д. В. Гладкое восполнение пропущенных данных в результатах траекторных измерений // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 33–38.

17. Стубарев Д. В., Толстиков А. С. Задачи предварительной обработки данных беззапросных измерений // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 4, ч. 2. – С. 150–153.

18. Стубарев Д. В., Толстиков А. С. Исключение выбросов в результатах траекторных измерений // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 25–29.

19. Стубарев Д. В. Исследование алгоритмов предварительной обработки данных методами имитационного моделирования [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://www.jurnal.org/articles/2008/izmer11.html>.

20. Стубарев Д. В., Толстиков А. С. Использование методов имитационного моделирования для анализа алгоритмов предварительной обработки данных траекторных измерений // Научный вестник НГТУ. – 2010. – Вып. 2 (39). – С. 127–136.

21. Bastos L., Landau H. Fixing cycle slips in dual-frequency kinematic GPS-applications using Kalman filtering // Manuscr. Geod. – 1988. – Vol. 13, No. 4. – P. 249–256. – Англ.

22. Bernese GPS Software Version 4.2 / Edited by U. Hugentobler, S. Schaer, P. Fridez. – Astronomical Institute University of Berne. – February 2001. – Англ.

23. Bisnath S. B., Donghyun Kim, Langley R. B. A new approach to an old problem Carrier-Phase cycle Slips // GPS World. – 2001. – Vol. 12, No. 5. – P. 46–51. – Англ.

24. Bisnath S. B. Efficient, automated cycle-slip correction of dual frequency kinematic GPS data // In Proceedings of ION GPS 2000, Salt Lake City, Utah, 2000. – P. 145–154. – Англ.

25. Blewitt G. An automatic editing algorithm for GPS data // Journal of Geophysical Research. – 1990. – Vol. 17, No. 3. – P. 199–203. – Англ.

26. Carrier Phase Ambiguity Resolution for the Global Positioning System Applied to Geodetic Baselines up to 2000 km / G. Blewitt, W. G. Melbourne, W. I. Bertiger et al. // Journal of Geophysical Research. – 1989. – Vol. 94, No. B8. – P. 10187-10203. – Англ.

27. Collin F., Warnant R. Application of wavelet transform for GPS cycle slip correction and Comparison with Kalman Filter // Journal of Manuscripta Geodetica. – 1995. – Vol. 20. – P. 161–172. – Англ.

28. Colombo O. L., Bhapkar U. V., Evans A. G. Inertial-Aided Cycle-Slip Detection/Correction for Precise, Long-Baseline Kinematic GPS // In Proceedings of the ION GPS, Nashville, TN, USA, 14–17 September, 1999. – P. 1915–1921.

29. Geodesy by radio interferometry: effects of atmospheric modeling errors on estimates of baseline length / J. L. Davis, T. A. Herring, I. I. Shapiro, A. E. Rogers and G. Elgered // *Radio Science*, 1985. V. 20, No. 6. – P. 1593–1607. – Англ.
30. Gao Y., Li Z. Cycle slip detection and ambiguity resolution algorithms for dual-frequency GPS data processing // *Mar. Geod.* – 1999. – Vol. 22, No. 4. – P. 169–181. – Англ.
31. Gao Y., Sh. Du. Inertial Aided Cycle Slip Detection and Identification for Integrated PPP GPS and INS [Electronic resource]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.mdpi.com/1424-8220/12/11/14344/pdf>.
32. Goad C., Yang M. On Automatic Precision Airborne GPS Positioning // *Proceedings of the International Symposium on Kinematic Systems in Geodesy, Geomatics and Navigation KIS'94*. Banff, Alberta, Canada. August 30-September 2, 1994. – P. 131–138. – Англ.
33. Gross P. A., Ahmad N. Field validation of GPS phase measurements // *GPS – Techn. Appl. Geod. And Surveying: Proc. Int. GPS – Workshop, Darmstadt, Apr. 10–13, 1988.* – Berlin etc. 1988. – P. 349–360. – Англ.
34. <http://www.aetechnologies.ru/dev/mach/>
35. Interface Control Document ICD-GPS-200C. 10 Oct. 1993- 14 Jan. 2003. – 198 p. – Англ. – [Electronic resource]. – Режим доступа: [www.navcen.uscg.gov/.../gps/icd200/default.htm](http://www.navcen.uscg.gov/.../gps/icd200/default.htm)
36. Joosten P., Tiberius C. Fixing the ambiguities. Are you sure they're right? // *GPS World*. – 2000. – V. 11, No. 5. – P. 46–51. – Англ.
37. Lee H. K., Wang J. L., Rizos C. Effective cycle slip detection and identification for high precision GPS/INS integrated systems // *Journal Navigation*, Vol. 56, 2003. – P. 475–486.
38. Leick A. *GPS Satellite Surveying* – New York: A Willey-Interscience Publication. – 1995. – 560 p. – Англ.
39. Liu Zh. A new automated cycle slip detection and repair method for a single dual-frequency GPS receiver // *Journal of Geodesy*. – 2011. – Vol. 85, No. 3. – P. 171–183. – Англ.
40. Melbourne W. G. The Case for Ranging in GPS Based Geodetic Systems, in *Proceedings // 1<sup>st</sup> International Symposium on Precise Positioning with the Global Positioning System*, edited by Clyde Goad. – 1985. – P. 373 – 386. – Англ.
41. Xu Guochang. *GPS Theory, algorithms and applications.* – Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. – 2003. – 315 p. – Англ.

Получено 22.08.2014

© К. М. Антонович, Н. С. Косарев, Л. А. Липатников, 2014

УДК 528; 550.3; 551

## **СРАВНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТА GOCE С РАЗЛИЧНЫМИ НАБОРАМИ НЕЗАВИСИМЫХ НАЗЕМНЫХ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

### ***Вадим Федорович Канушин***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

### ***Ирина Геннадьевна Ганагина***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: gam0209@yandex.ru

### ***Денис Николаевич Голдобин***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, инженер кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

### ***Елена Михайловна Мазурова***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

### ***Александра Михайловна Косарева***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kosareva-am@yandex.ru

### ***Николай Сергеевич Косарев***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного 10, аспирант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

В настоящей работе выполнено сравнение современных спутниковых моделей гравитационного потенциала Земли с независимыми наземными гравиметрическими данными, расположенными на двух участках земной поверхности, с целью получения оценки их точности. В качестве независимых гравиметрических данных использованы аномалии силы тяжести с редукцией в свободном воздухе, полученные из измерений на поверхности Земли. На территории Западной Сибири аномалии силы тяжести с редукцией в свободном воздухе заданы в 27 произвольно расположенных точках земной поверхности. На акватории Охотского моря использованы значения аномалий силы тяжести с редукцией в свободном воздухе, заданные в 54 трапециях размером  $5 \times 5'$ .

Экспериментальные исследования представлены в графическом виде. Выполнен анализ полученных результатов.

**Ключевые слова:** спутниковые модели, гравитационное поле Земли, независимые наземные гравиметрические данные, международный космический проект GOCE, разрешающая способность, точность, сравнительный анализ.

## COMPARISON OF THE GOCE PROJEKT SATELLITE MODELS WITH DIFFERENT SETS OF INDEPENDENT TERRESTRIAL GRAVIMETRY DATA

### *Vadim F. Kanushin*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., do-  
cent of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

### *Irina G. Ganagina*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., the  
head of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

### *Denis N. Goldobin*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., engineer of  
physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

### *Elena M. Mazurova*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., pro-  
fessor of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

### *Alexandra M. Kosareva*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., graduate  
student of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

### *Nikolay S. Kosarev*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., post-graduate  
student, department of physical geodesy and remote sensing, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

In this paper the comparison of modern satellite models of the Earth's gravity field with inde-  
pendent terrestrial gravity data covering in two areas of the Earth's surface in order to obtain esti-  
mates of their accuracy is made. As independent gravity data the free-air gravity anomalies obtained  
from measurements on the surface of the Earth are used. On the territory of Western Siberia the  
free-air gravity anomalies set in 27 randomly located points of the Earth's surface. On the Sea of  
Okhotsk the set free-air gravity anomalies values in 54 trapezes size  $5 \times 5'$ .

Experimental research in graphical form is shown. The analysis of the results is performed.

**Key words:** satellite models, Earth gravity field, independent terrestrial gravimetry data,  
GOCE international space project, resolution, accuracy, comparative analysis.

Определение глобального гравитационного поля Земли заключается в изу-  
чении свойств гравитационного потенциала Земли и повышении точности по-  
строения его глобальных математических моделей. Глобальные модели грави-  
тационного поля Земли играют важную роль при построении теорий движения  
искусственных спутников Земли, при моделировании геодинамических процес-  
сов и внутренней структуры Земли, при исследовании природных ресурсов,  
в океанографии, в морской и авиационной навигации и при решении оборон-  
ных задач, а также для высокоточного определения фигуры Земли, необходи-  
мой для установления общеземной системы координат [1, 2]. В настоящее вре-  
мя глобальные модели гравитационного поля определяются с достаточно вы-  
сокой точностью и детальностью, что позволяет решать перечисленные задачи.

При этом, для моделей гравитационного поля аспекты согласованности в обработке, в выборе системы отсчета и параметризации становятся все более и более актуальными.

Глобальная модель геопотенциала определяет длинноволновую часть гравитационного поля Земли в точке  $(\varphi, \lambda, r)$  и включает в себя ограниченный степенью  $N$  волновой диапазон сферических гармоник в виде следующего выражения:

$$V(\varphi, \lambda, r) = \frac{fM}{r} \left[ 1 + \sum_{n=2}^N \left( \frac{a_e}{r} \right)^n \sum_{m=0}^n \left( \bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda \right) P_{nm}(\sin \varphi) \right], \quad (1)$$

где  $fM$  – геоцентрическая гравитационная постоянная;

$a_e$  – экваториальный радиус Земли;

$r$  – радиус-вектор точки наблюдения  $(\varphi, \lambda, r)$ ;

$\bar{C}_{nm}$  и  $\bar{S}_{nm}$  – безразмерные гармонические коэффициенты геопотенциала степени  $n$  и порядка  $m$ ;

$P_{nm}(\sin \varphi)$  – присоединенные функции Лежандра.

В формуле (1) ограниченный набор  $\bar{C}_{nm}$  и  $\bar{S}_{nm}$  коэффициентов разложения геопотенциала Земли в ряд шаровых функций является стоксовыми постоянными, а их совокупность называется спектром геопотенциала. В настоящее время стоксовы постоянные определяются либо из совместной обработки гравиметрических измерений на поверхности Земли и различного рода спутниковых измерений, либо исключительно из спутниковых измерений. В качестве последних используются данные спутникового слежения и спутниковой альтиметрии, лазерной локации, доплеровские измерения. В последнее десятилетие особое внимание уделяется наиболее перспективному виду наблюдений – спутниковой градиентометрии с целью улучшить точность и разрешающую способность моделей геопотенциала Земли.

Данные по моделям геопотенциала Земли могут быть получены на сайте Немецкого научно-исследовательского центра наук о Земле в городе Потсдам (ICGEM) [3], который является одним из шести центров Международной гравитационной полевой службы Международной ассоциации геодезии [4].

В настоящее время ICGEM содержит более 150 моделей, и все они (кроме 17 старых моделей) доступны в виде нормированных коэффициентов сферических гармоник в стандартном формате, который был принят Европейским космическим агентством (ESA – European Space Agency) в качестве официального формата данных международного космического проекта GOCE (Global Ocean Circulation Experiment).

Существующие модели гравитационного потенциала Земли нуждаются в усовершенствовании ввиду появления новых видов наблюдательных данных, обширности всего комплекса данных и повышения требований к точности ап-

проксимации геопотенциала. Тщательные исследования современных глобальных моделей геопотенциала, опубликованных на сайте ICGEM, представлены в работах [5–16].

В настоящей работе выполнено сравнение современных спутниковых моделей гравитационного потенциала Земли, приведенных в табл. 1, с независимыми наземными гравиметрическими данными, расположенными на двух участках земной поверхности, с целью получения оценки их точности. В качестве независимых гравиметрических данных использованы аномалии силы тяжести с редукцией в свободном воздухе, полученные из измерений на поверхности Земли. Один участок расположен на территории Западной Сибири, второй – на акватории Охотского моря. На территории Западной Сибири аномалии силы тяжести с редукцией в свободном воздухе заданы в 27 произвольно расположенных точках земной поверхности. На акватории Охотского моря использованы значения аномалий силы тяжести с редукцией в свободном воздухе, заданные в 54 трапециях размером  $5 \times 5'$ .

Таблица 1

Спутниковые модели гравитационного потенциала

№ п/п	Модель	Год выхода	Степень $N_0$	Миссия
1	go cons gcf 2 tim r3 (Модель 1)	2011	250	S(Goce)
2	go cons gcf 2 tim r4 (Модель 2)	2014	250	S(Goce)
3	go cons gcf 2 tim r5 (Модель 3)	2014	280	S(Goce)

Сравнение моделей геопотенциала Земли с наземными гравиметрическими данными выполнялось по следующей формуле:

$$\delta g(\varphi, \lambda) = \Delta g_T(\varphi, \lambda) - \Delta g_S(\varphi, \lambda), \quad (2)$$

где  $\Delta g_T(\varphi, \lambda)$  – аномалии силы тяжести с редукцией в свободном воздухе, полученные из обработки результатов наземных гравиметрических измерений;

$\Delta g_S(\varphi, \lambda)$  – аномалии силы тяжести с редукцией в свободном воздухе, вычисленные по данным спутниковых моделей гравитационного потенциала.

Вычисление аномалий силы тяжести с редукцией в свободном воздухе по сферическим гармоникам спутниковых моделей гравитационного потенциала Земли на исследуемых участках выполнялось следующим образом [16]:

$$\Delta g_S = \frac{fM}{r^2} \sum_{n=2}^N \left( \frac{a_e}{r} \right)^n (n-1) \sum_{m=0}^n (\Delta \bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \bar{P}_{nm}(\sin \varphi), \quad (3)$$

где  $\Delta\bar{C}_{nm} = \bar{C}_{nm} - \bar{C}_{nm}^0$ , здесь  $\bar{C}_{nm}^0$  – коэффициенты нормального поля силы тяжести, вычисляемые по параметрам соответствующего эллипсоида;

$\bar{C}_{nm}$  и  $\bar{S}_{nm}$  – набор нормированных коэффициентов разложения геопотенциала Земли в ряд шаровых функций, представленный на сайте ICGEM, для исследуемых моделей: go cons gcf 2 tim r3, go cons gcf 2 tim r4 и go cons gcf 2 tim r5.

Так как всякая непрерывная, дважды дифференцируемая функция с неограниченным спектром на сфере  $\omega$  единичного радиуса (т. е. в интервале широты  $\varphi$  от  $-\pi/2$  до  $+\pi/2$  и долготы  $\lambda$  от 0 до  $2\pi$ ) может быть представлена бесконечным рядом Фурье по системе сферических функций в каждой точке этой сферы [17], то аномалии силы тяжести с редукцией в свободном воздухе  $\Delta g_T(\varphi, \lambda)$ , полученные из обработки результатов наземных гравиметрических измерений, можно представить в виде:

$$\Delta g_T = \frac{fM}{r^2} \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{a_e}{r}\right)^n (n-1) \sum_{m=0}^n (\Delta\bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \bar{P}_{nm}(\sin \varphi). \quad (4)$$

Ряды (3) и (4) описывают аномалии силы тяжести в одной и той же точке сферы  $\omega$ , поэтому в результате сравнения этих рядов по формуле (2) получим погрешность моделирования, которая оценивается суммой отброшенных членов ряда (4)

$$\delta g = \frac{fM}{r^2} \sum_{n=N}^{\infty} \left(\frac{a_e}{r}\right)^n (n-1) \sum_{m=0}^n (\Delta\bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) \bar{P}_{nm}(\sin \varphi). \quad (5)$$

Применяя к выражению (5) равенство Парсеваля – Стеклова [17], получим средний квадрат погрешности, обусловленной ограничением ряда (5) степенью  $N$

$$\|\delta g\|^2 = \left(\frac{fM}{r^2}\right)^2 (n-1)^2 \sum_{n=N+1}^{\infty} \left(\frac{a_e}{r}\right)^{2n} \sum_{m=0}^n (\Delta\bar{C}_{nm}^2 + \bar{S}_{nm}^2). \quad (6)$$

Выражение

$$D_n = \left(\frac{fM}{r^2}\right)^2 \left(\frac{a_e}{r}\right)^{2n} (n-1)^2 \sum_{m=0}^n (\Delta\bar{C}_{nm}^2 + \bar{S}_{nm}^2) \quad (7)$$

– степенная дисперсия аномалий силы тяжести.

На рис. 1 приведены графики зависимости отношения степенных дисперсий гармонических коэффициентов  $\bar{C}_{nm}$  и  $\bar{S}_{nm}$  к их погрешностям от степени  $n$  для моделей: go cons gcf 2 tim r3, go cons gcf 2 tim r4 и go cons gcf 2 tim r5 соответственно.

Вычисления выполнены по следующей формуле:

$$d_n = \sqrt{\frac{\sum_{m=2}^n (\sigma C_{nm}^2 + \sigma S_{nm}^2)}{\sum_{m=2}^n (C_{nm}^2 + S_{nm}^2)}}, \quad (8)$$

где  $\overline{\sigma C_{nm}}$  и  $\overline{\sigma S_{nm}}$  – погрешности гармонических коэффициентов модели гео-потенциала.

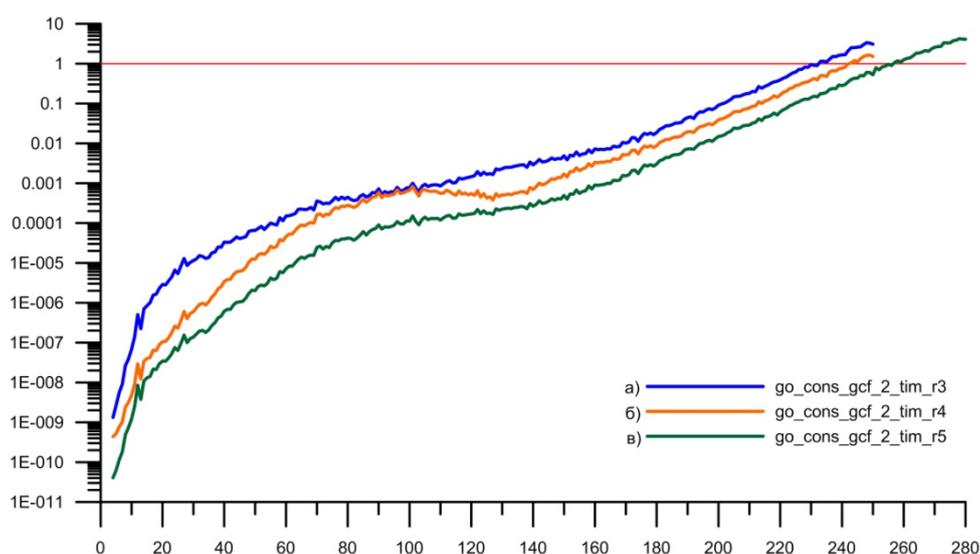


Рис. 1. Графики зависимости отношения степенных дисперсий гармонических коэффициентов моделей гео-потенциала: go cons gcf 2 tim r3 (а), go cons gcf 2 tim r4 (б) и go cons gcf 2 tim r5 (в), соответственно от степени  $n$

Предельное значение на графиках а), б), в) рис. 1, равное 1, соответствует случаю, когда погрешности гармонических коэффициентов  $\overline{\sigma C_{nm}}$  и  $\overline{\sigma S_{nm}}$  равняются по величине абсолютным значениям коэффициентов  $\overline{C_{nm}}$  и  $\overline{S_{nm}}$ . Кривая зависимости ошибок коэффициентов от степени  $n$  модели go cons gcf 2 tim r3 (см. график а) рис. 1) пересекает предельное значение при  $n = 236$ . Кривая зависимости ошибок коэффициентов от степени  $n$  модели go cons gcf 2 tim r4 (см. график б) рис. 1) пересекает предельное значение при  $n = 246$ . Кривая зависимости ошибок коэффициентов от степени  $n$  модели go cons gcf 2 tim r5 (см. график в) рис. 1) пересекает предельное значение  $n = 257$ .

Таким образом, согласно приведенным оценкам, наилучшая разрешающая способность из перечисленных моделей наблюдается у модели go cons gcf 2 tim r5, которая на графике ограничена порядком сферической гармоники  $n = 257$ , что соответствует пространственному разрешению моделей (полудлиной волны)

около 75 км. Гармонические коэффициенты более высоких степеней, погрешности которых превосходят абсолютные значения коэффициентов  $\bar{C}_{nm}$  и  $\bar{S}_{nm}$ , в значительной степени являются параметрами согласования результатов наблюдений.

На рис. 2 приведены гистограммы распределения разности в 27 пунктах земной поверхности на участке Западной Сибири между аномалиями силы тяжести, полученными из гравиметрических измерений и вычисленными по формуле (4), для моделей go cons gcf 2 tim r3, go cons gcf 2 tim r4 и go cons gcf 2 tim r5, соответственно.

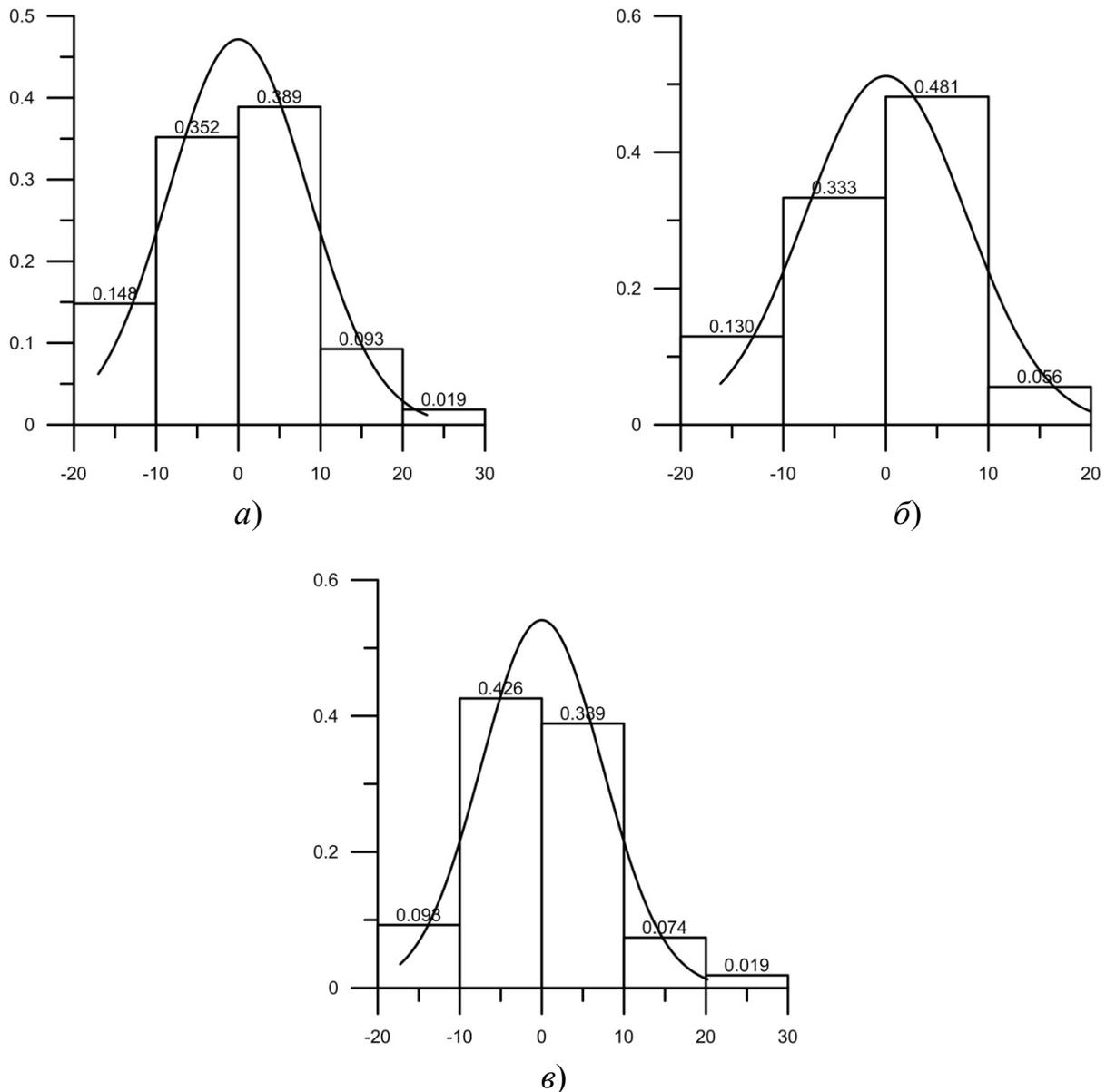


Рис. 2. Гистограмма распределения разности  $\delta g(\varphi, \lambda)$  в 27 пунктах земной поверхности на участке Западной Сибири между наземными  $\Delta g_T(\varphi, \lambda)$  и спутниковыми  $\Delta g_S(\varphi, \lambda)$  аномалиями силы тяжести модели:  
 а) go cons gcf 2 tim r3; б) go cons gcf 2 tim r4; в) go cons gcf 2 tim r5

В табл. 2 приведены статистические параметры распределения разности  $\delta g(\varphi, \lambda)$  в 27 пунктах земной поверхности на участке Западной Сибири между наземными  $\Delta g_T(\varphi, \lambda)$  и спутниковыми  $\Delta g_S(\varphi, \lambda)$  аномалиями силы тяжести, вычисленными по формуле (4) для моделей go cons gcf 2 tim r3, go cons gcf 2 tim r4 и go cons gcf 2 tim r5.

Таблица 2

Статистические параметры распределения разности на участке Западной Сибири между наземными  $\Delta g_T(\varphi, \lambda)$  и спутниковыми  $\Delta g_S(\varphi, \lambda)$  аномалиями силы тяжести

	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Количество точек ( $k$ )	27	27	27
Сумма $\sum \delta g$	12,321	21,342	18,551
Min $\delta g$	-18,992	-21,888	-20,344
Max $\delta g$	22,858	20,870	18,407
Диапазон	41,850	42,758	38,751
Среднее арифметическое $\Delta \bar{g}$	0,456	0,790	0,687
Стандартная ошибка $SE_{\delta g}$	1,793	1,845	1,862
95-процентный доверительный интервал	3,687	3,794	3,829
99-процентный доверительный интервал	4,984	5,128	5,175
Дисперсия $D_{\delta g}$	86,838	91,939	93,646
Стандартное отклонение $E_{\delta g}$ (СКО)	9,319	9,588	9,677
Ассиметрия	-0,200	-0,425	-0,317
Экцесс	0,845	0,355	0,005
Kolmogorov-Smirnov stat	0,135	0,130	0,143
Critical K-S stat, alpha = 0,10	0,229	0,229	0,229
Critical K-S stat, alpha = 0,05	0,255	0,255	0,255
Critical K-S stat, alpha = 0,01	0,306	0,306	0,306

Из табл. 2 видно, что наилучшими статистическими параметрами обладает модель go cons gcf 2 tim r3 (Модель 1), у которой стандартное отклонение  $E_{\delta g} = 9,32$  мГал, стандартная ошибка  $SE_{\delta g} = 1,80$  мГал и среднее значение  $\bar{\delta g} = 0,46$  мГал. Гистограмма распределения разности  $\delta g(\varphi, \lambda)$ , приведенная на рис. 2, а, имеет распределение, близкое к нормальному.

В табл. 3 приведены статистические параметры распределения разности между наземными  $\Delta g_T(\varphi, \lambda)$  и спутниковыми  $\Delta g_S(\varphi, \lambda)$  аномалиями силы тяжести, вычисленными по формуле (4), в 54 трапециях размером  $5 \times 5'$  в акватории Охотского моря.

Таблица 3

Статистические параметры распределения разности на акватории Охотского моря между наземными  $\Delta g_T(\varphi, \lambda)$  и спутниковыми  $\Delta g_S(\varphi, \lambda)$  аномалиями силы тяжести

	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Количество точек ( $k$ )	54	54	54
Сумма $\sum \delta g$	-144,959	-121,234	-139,067
Min $\delta g$	-19,716	-18,371	-19,840
Max $\delta g$	20,256	17,650	17,625
Диапазон	39,973	36,021	37,465
Среднее арифметическое $\Delta \bar{g}$	-2,684	-2,245	-2,575
Стандартная ошибка $SE_{\delta g}$	1,162	1,071	1,013
95-процентный доверительный интервал	2,332	2,147	2,032
99-процентный доверительный интервал	3,106	2,860	2,706
Дисперсия $D_{\delta g}$	72,948	61,883	55,397
Стандартное отклонение $E_{\delta g}$ (СКО)	8,541	7,867	7,443
Ассиметрия	-0,068	-0,280	0,139
Экцесс	0,168	-0,025	0,336
Kolmogorov-Smirnov stat	0,096	0,101	0,080
Critical K-S stat, alpha = 0,10	0,164	0,164	0,164
Critical K-S stat, alpha = 0,05	0,182	0,182	0,182
Critical K-S stat, alpha = 0,01	0,218	0,218	0,218

Из табл. 3 видно, что полученные статистические характеристики оценки точности исследуемых моделей геопотенциала в акватории Охотского моря имеют минимальное стандартное отклонение  $E_{\delta g} = 7,44$  мГал, стандартную ошибку  $SE_{\delta g} = 1,01$  мГал при среднем значении  $\bar{\delta g} = 2,57$  мГал модель go cons gcf 2 tim r5.

Статистические параметры, приведенные в табл. 3, вычислены по следующим формулам:

$$\bar{\delta g} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \delta g_i - \text{среднее значение разности } \delta g(\varphi, \lambda); \quad (9)$$

$$SE_{\delta g} = \frac{E_{\delta g}}{\sqrt{k}} - \text{стандартная ошибка}; \quad (10)$$

$$E_{\delta g} = \sqrt{D_{\delta g}} - \text{стандартное отклонение}; \quad (11)$$

$$D_{\delta g} = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (\delta g_i - \bar{\delta g})^2 - \text{дисперсия разности } \delta g(\varphi, \lambda), \quad (12)$$

где  $k$  – количество трапеций.

На рис. 3, 4, 5, приведены картосхемы распределения в акватории Охотского моря: наземного исходного поля аномалий силы тяжести  $\overline{\Delta g_T}$ , в трапециях размером  $5 \times 5'$  (рис. 3, а, 4, а, 5, а); восстановленного с помощью формулы (4) поля аномалий силы тяжести  $\overline{\Delta g_S}$  по данным моделей: go cons gcf 2 tim r3 (рис. 3, б), go cons gcf 2 tim r4 (рис. 4, б) и go cons gcf 2 tim r5 (рис. 5, б);  $\delta \Delta g = \overline{\Delta g_T} - \overline{\Delta g_S}$  – разности между наземными и восстановленными аномалиями силы тяжести (рис. 3, в, 4, в, 5, в).

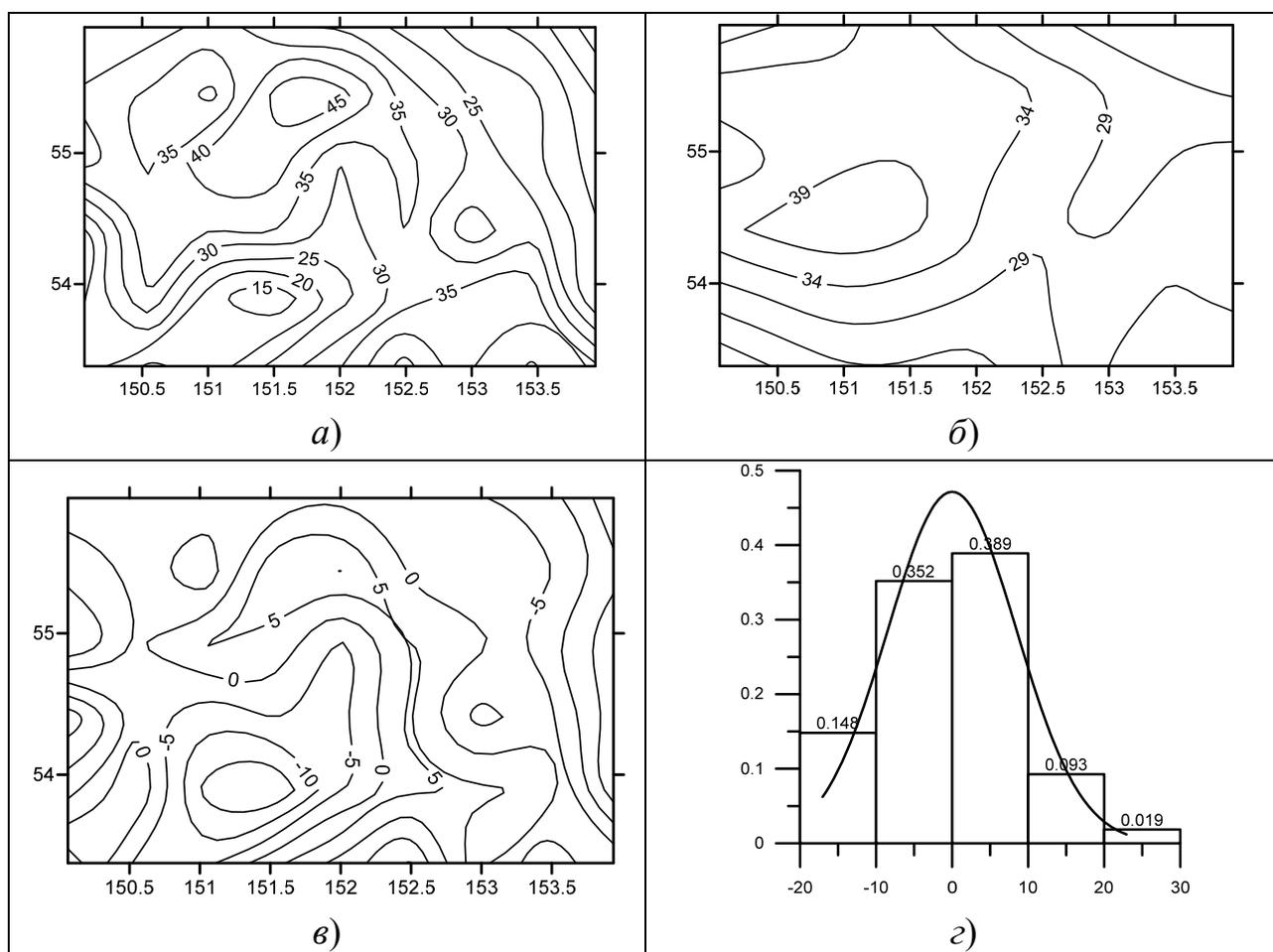


Рис. 3. Картосхемы распределения в акватории Охотского моря: а)  $\overline{\Delta g_T}$  наземного исходного поля аномалий силы тяжести; б)  $\overline{\Delta g_S}$  восстановленного с помощью формулы (4) поля аномалий силы тяжести по данным модели: go cons gcf 2 tim r3; в)  $\delta \Delta g = \overline{\Delta g_T} - \overline{\Delta g_S}$  – разности между наземными и восстановленными аномалиями силы тяжести модели go cons gcf 2 tim r3; г) гистограмма распределения разности  $\delta g(\varphi, \lambda)$

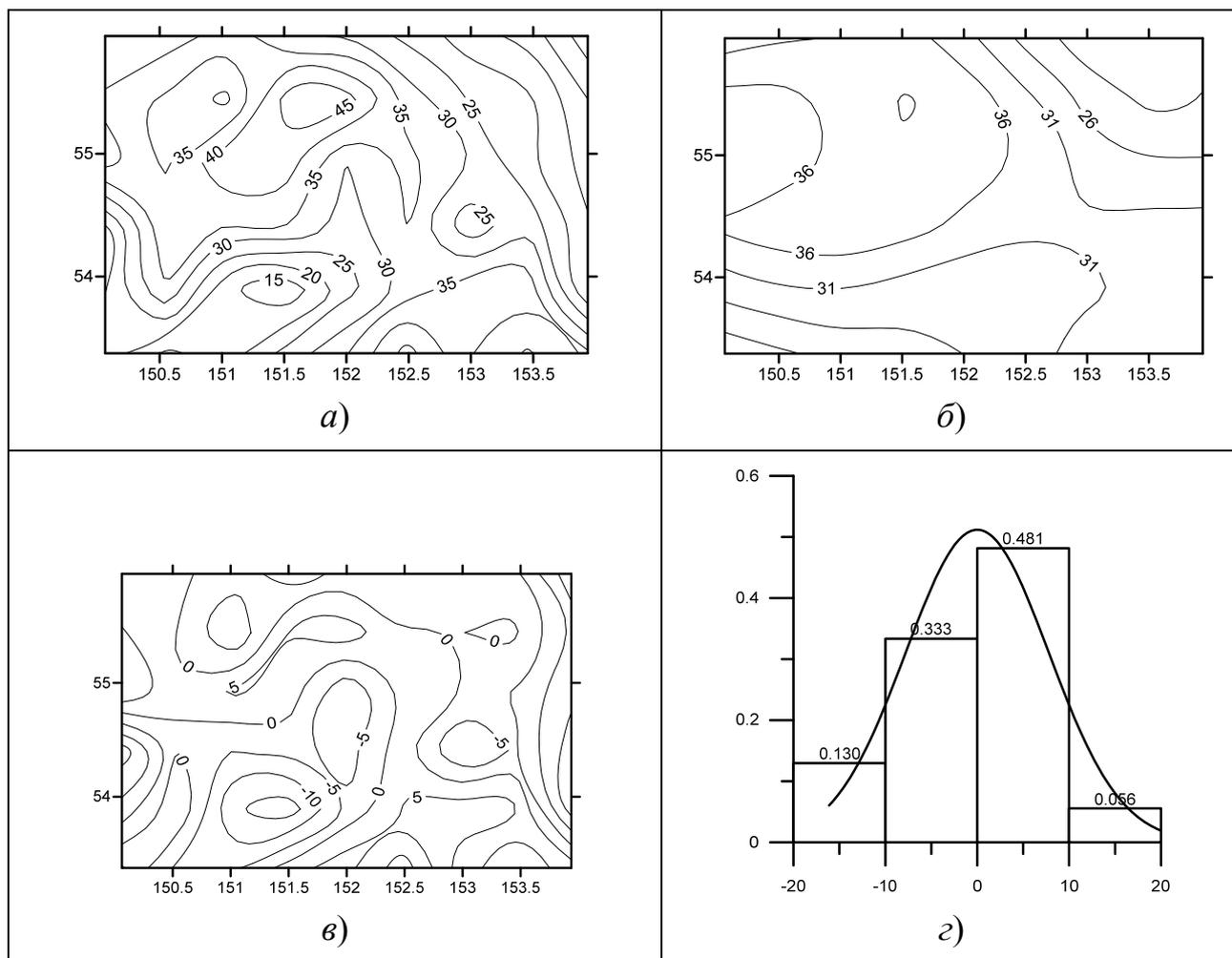


Рис. 4. Картограммы распределения в акватории Охотского моря:

а)  $\overline{\Delta g_T}$  наземного исходного поля аномалий силы тяжести; б)  $\overline{\Delta g_S}$  восстановленного с помощью формулы (4) поля аномалий силы тяжести по данным модели:  $g_0 \text{ cons } gcf \ 2 \ tim \ r4$ ; в)  $\delta\Delta g = \overline{\Delta g_T} - \overline{\Delta g_S}$  – разности между наземными и восстановленными аномалиями силы тяжести модели  $g_0 \text{ cons } gcf \ 2 \ tim \ r4$ ; г) гистограмма распределения разности  $\delta g(\varphi, \lambda)$

Анализ выполненных исследований по сравнению моделей между собой (см. табл. 2, 3) и точности представления геопотенциала при сравнении моделей, приведенных в табл. 1, с наземными данными показал, что на двух разных участках наблюдается неплохое согласие между моделями по стандартному отклонению и стандартной ошибке при распределении, достаточно близком к нормальному.

Точность нормированных гармонических коэффициентов моделей геопотенциала  $V(\varphi, \lambda, r)$ , приведенных в табл. 1, оценивается числом  $10^{-9}$ . Эта величина характеризует и внутренние погрешности моделей, и отличие коэффициентов в различных моделях, и масштаб плохо прогнозируемой нестационарно-

сти геопотенциала, и разрешающую способность. Гармонические коэффициенты высоких степеней в значительной степени являются параметрами согласования наблюдений.

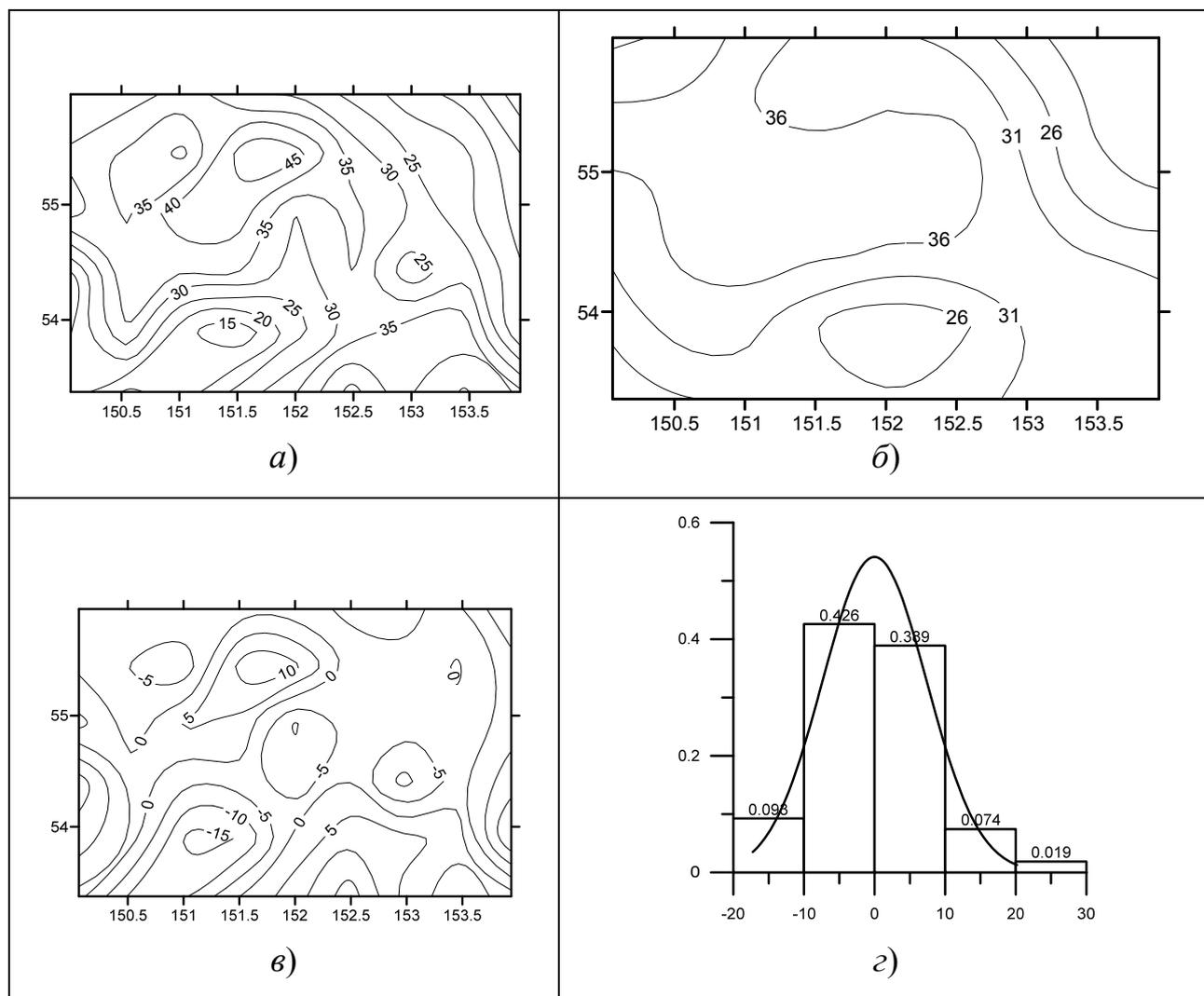


Рис. 5. Картосхемы распределения в акватории Охотского моря:

- а)  $\overline{\Delta g_T}$  наземного исходного поля аномалий силы тяжести; б)  $\overline{\Delta g_S}$  восстановленного с помощью формулы (4) поля аномалий силы тяжести по данным модели go cons gcf 2 tim r5; в)  $\delta \Delta g = \overline{\Delta g_T} - \overline{\Delta g_S}$  – разности между наземными и восстановленными аномалиями силы тяжести модели go cons gcf 2 tim r5; г) гистограмма распределения разности  $\delta g(\varphi, \lambda)$

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-27-00068).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косарев Н. С. Восстановление фазы несущей: проблемы и пути решения // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 53–60.
2. Косарев Н. С., Щербачев А. С. Статистический анализ точности определения положений спутников систем ГЛОНАСС и GPS // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 9–18.
3. Barthelmes F. ICGEM - The International Centre for Global Earth Models, General Assembly European Geosciences Union (EGU) [Electronic resource]. – 2011. – Англ. – Режим доступа: [http://www.iag-aig.org/attach/d12ad2a68ef6298d1cb03ea913ce3806/Travaux\\_ICGEM.pdf](http://www.iag-aig.org/attach/d12ad2a68ef6298d1cb03ea913ce3806/Travaux_ICGEM.pdf)
4. <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/ICGEM.html>
5. Непоклонов В. Б. Об использовании новых моделей гравитационного поля Земли в автоматизированных технологиях изысканий и проектирования // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2009. – № 3 (34). – С. 28–35.
6. Непоклонов В. Б. Определение высот с использованием моделей геоида // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2007. – № 3 (26). – С. 56–61.
7. Сугаипова Л. С. Сравнение современных моделей глобального гравитационного поля Земли // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 6. – С. 14–20.
8. Современные глобальные модели гравитационного поля Земли и их погрешности / В. Н. Конешов, В. Б. Непоклонов, Р. А. Сермягин, Е. А. Лидовская // Гироскопия и навигация. – 2013. – № 1 (80). – С. 107–117.
9. Ву Хонг Куонг. Исследования моделей гравитационного поля Земли по наземным и спутниковым измерениям // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 1. – С. 20–25.
10. AIUB-CHAMP02S: The influence of GNSS model changes on gravity field recovery using space borne GPS [Electronic resource] / L. Prange, A. Jaggi, R. Dach, H. Bock, G. Beutler, L. Mervart // Advances in Space Research. – 2010. – Режим доступа: DOI:10.1016/j.asr.2009.09.020.
11. The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008) [Electronic resource] / N. K. Pavlis, S. A. Holmes, S. C. Kenyon, J. K. Factor // J. of Geoph. Res. – 2012. – Режим доступа: doi:10.1029/2011JB008916.
12. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Использование космических технологий для выявления связи гравитационного поля с внутренним строением Земли на акватории Арктического бассейна // 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. 192–197.
13. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Моделирование аномального гравитационного поля в Арктическом бассейне // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 178–181.
14. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г. Применение дифференциального уравнения параболического типа для решения задач динамической геодезии // 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. 214–219.
15. Исследование динамики физической поверхности и гравитационного поля Земли, обусловленных производством горных выработок на Малёвском месторождении / В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, И. А. Басова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 14–18.

16. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Анализ изменений гравитационного поля и высот квазигеоида, обусловленных сейсмической активностью // 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. 3. – С. 3–8.

17. Суетин П. К. Классические ортогональные многочлены. – М.: Наука. – 1979. – 416 с.

Получено 01.09.2014

*© В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин,  
Е. М. Мазурова, А. М. Косарева, Н. С. Косарев, 2014*

УДК 528.4

## **СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПОДПОРНЫХ СТЕНОК ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

***Роман Владимирович Шульц***

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, 03680, Украина, г. Киев, Воздухофлотский проспект, 31, доктор технических наук, профессор кафедры инженерной геодезии, заместитель декана, тел. (044)241-54-71, e-mail: r-schultz@mail.ru

***Андрей Александрович Анненков***

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 86123, Украина, Донецкая область, г. Макеевка, ул. Державина, 2, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии, тел. (067)275-13-00, e-mail: geodez@mail.ru

***Андрей Михайлович Хайлак***

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, 03680, Украина, г. Киев, Воздухофлотский проспект, 31, аспирант кафедры инженерной геодезии, тел. (044)241-53-84, e-mail: a\_khailak@mail.ru

***Валентина Станиславовна Стрилец***

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, 03680, Украина, г. Киев, Воздухофлотский проспект, 31, аспирант кафедры инженерной геодезии, тел. (044)241-53-84, e-mail: a\_khailak@mail.ru

Выполнен анализ геодезических измерений за перемещениями подпорных стенок в жилом квартале города Киева. Для обработки наблюдений было предложено использовать метод дисперсионного анализа. Исследовано влияние изменения перемещений в зависимости от циклов наблюдений методом однофакторного дисперсионного анализа. Метод однофакторного дисперсионного анализа позволил также определить, что для различных подпорных стенок деформационный процесс имеет различную динамику. Зависимость между циклами наблюдений и размещением подпорных стенок была определена с помощью двухфакторного дисперсионного анализа. Метод трехфакторного дисперсионного анализа позволил дополнительно определить влияние расположения деформационных марок на величину перемещений. Подтверждено, что метод дисперсионного анализа имеет большие перспективы при анализе геодезических измерений, особенно при больших объемах наблюдений.

**Ключевые слова:** дисперсионный анализ, перемещения, дисперсионное отношение, уровень значимости, подпорная стенка, оползень, прогнозирование деформаций.

## **STATISTICAL EXAMINATION OF RETAINING WALL DISPLACEMENT BY GEODETIC MEASUREMENTS RESULTS**

***Roman V. Shults***

National University of Civil Engineering and Architecture, 03680, Ukraine, Kiev, 31 Vozdukhoflotsky Pr., Ph. D., Prof., Deputy Dean, Department of Engineering Geodesy, tel. (044)241-54-71, e-mail: r-schultz@mail.ru

**Andrey A. Annenkov**

Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 86123, Makeyevka, 2 Derzhavina St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Engineering Geodesy, tel. (067)275-13-00, e-mail: geodez@mail.ru

**Andrey M. Khaylak**

National University of Civil Engineering and Architecture, 03680, Ukraine, Kiev, 31 Vozdukhoflotsky Pr., Post-graduate student, Department of Engineering Geodesy, tel. (044)241-53-84, e-mail: a\_khailak@mail.ru

**Valentina S. Strilets**

National University of Civil Engineering and Architecture, 03680, Ukraine, Kiev, 31 Vozdukhoflotsky Pr., Post-graduate student, Department of Engineering Geodesy, tel. (044)241-53-84, e-mail: a\_khailak@mail.ru

The paper presents analysis of geodetic measurements concerning retaining walls displacement in Kiev residential areas. Analysis of variance as a technique for observation results processing is offered. The displacement effect dependence on the cycle of observation was studied by a single-factor analysis of variance. The single-factor analysis of variance also revealed that deformation process dynamics is different for different retaining walls. Interdependence between the observation cycles and retaining walls location was determined by the two-factor analysis of variance. The three-factor analysis of variance made it possible to see the effect of deformation benchmark position on the displacement value. Analysis of variance is proved to be a promising technique for geodetic measurements analysis, especially in case of a large-scope observation.

**Key words:** analysis of variance, displacement, variance ratio, significance level, retaining wall, slide, deformation forecasting.

При наблюдении за осадками, деформациями и перемещениями конструкций, сооружения и оборудования всегда возникает задача правильной интерпретации результатов измерений. За многие годы было разработано много математических моделей для аппроксимации и прогнозирования перемещений инженерных сооружений [1–4]. Однако для современных инженерных сооружений сложной конструкции чаще всего невозможно подобрать одну модель, которая будет полностью описывать процесс деформации. Актуальной такая проблема является при наблюдениях на оползнях [5], которые имеют сложную многоблочную структуру и удерживаются различными подпорными стенками. Наблюдения за подпорными стенками на оползнях являются комплексными [6, 11]. Характер перемещений на оползне и подпорных стенках вызван многими факторами, что подтверждено в исследованиях [6, 11]. В таких условиях построение прогнозной модели является очень сложной задачей. Выходом из данной ситуации может служить применение статистических методов исследований, таких как регрессионный анализ [7, 17]. В практике геодезии получили распространение модели прогнозирования на основе полиномиальных и экспоненциальных функций [14], фильтрации по Калману [10] и систем нечеткого моделирования [8]. Но для оползня и подпорных стенок необходимо сначала установить характер распределения перемещений. Получить единую модель прогнозирования де-

формаций подпорных стенок невозможно. В таком случае необходимо разделить оползень или его противооползневые сооружения на отдельные блоки, в пределах которых выполнить построение соответствующих моделей деформации [12]. При этом для противооползневых сооружений, которые конструктивно разделены на отдельные блоки, деформационный процесс может иметь одинаковый характер лишь для нескольких блоков или изменяться в пределах одного блока. Применение методов многофакторного дисперсионного анализа дает возможность исследовать распределение и характер перемещений и выделить участки оползня, либо противооползневых сооружений в пределах, в которых может быть применена единая модель прогнозирования деформаций.

Задачей работы является исследование возможностей однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа при определении влияния различных факторов на характер и распределение перемещений при наблюдениях за подпорными стенками на примере результатов наблюдений за подпорными стенками в жилом квартале города Киева.

Дисперсионный анализ как метод исследования данных известен довольно давно [9, 15]. В геодезии этот метод применяется при исследовании GPS-измерений и решении задач навигации [13, 16]. Применим дисперсионный анализ для исследования характера и связи перемещений подпорных стенок, которые удерживают оползневой склон. Общий вид и размещение подпорных стенок показаны на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид расположения подпорных стенок

Оползневой склон имеет высоту 30 м при ширине 20 м. Оползень удерживается четырьмя подпорными стенками (PS-1, PS-2, PS-3, PS-4). Высота подпорных стенок находится в пределах от 8 до 14 м. План расположения подпорных стенок представлен на рис. 2.

Все подпорные стенки имеют свайный фундамент со сваями глубиной 20 м.

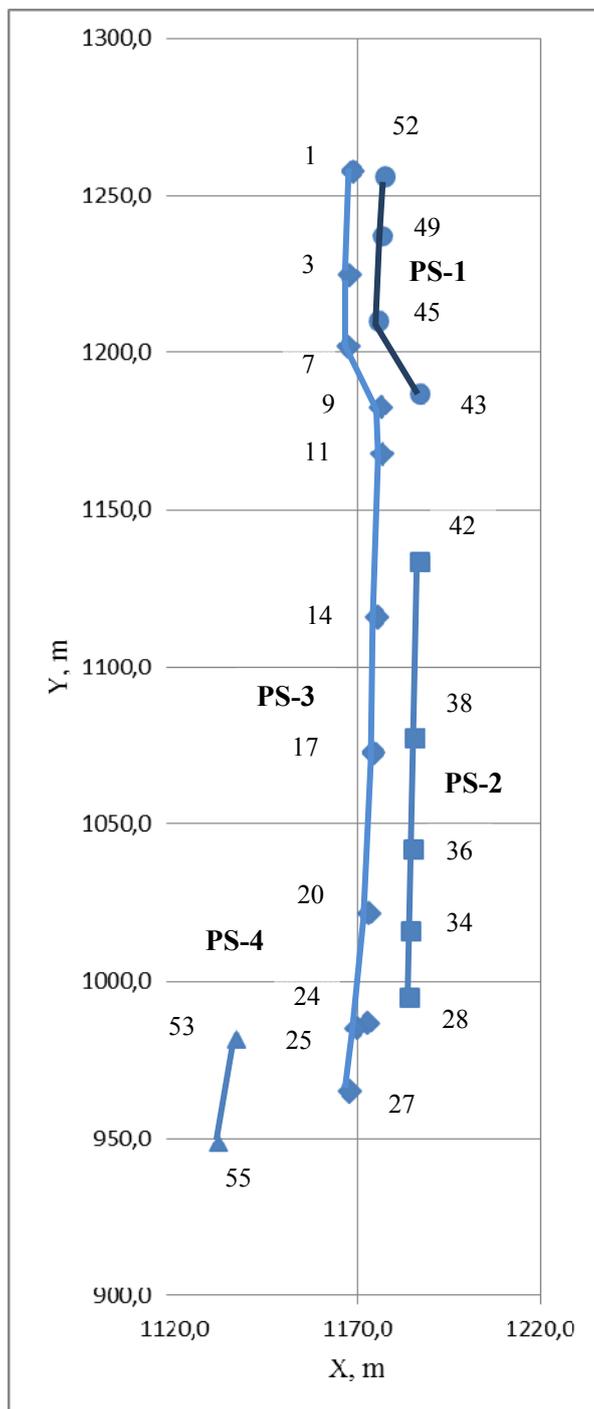


Рис. 2. План расположения подпорных стенок и номера деформационных марок

Для наблюдений за перемещениями была построена пространственная геодезическая сеть. Сеть состоит из 5 пунктов, с которых выполняется минимум дважды координирование марок на подпорных стенках. По результатам уравнивания средние квадратические ошибки по координатным осям составили: для опорных точек  $m_X = 1,5$  мм,  $m_Y = 3$  мм,  $m_Z = 4$  мм. Главное требование состояло в том, чтобы определить с точностью 3 мм перемещения по направлению оси  $X$ . По остальным координатным осям перемещения не являются критическими и не влияют на устойчивость подпорных стенок. Измерения выполнялись еженедельно в течение полугода. Общее количество циклов равно 27. На рис. 3–5 представлены измеренные перемещения в направлении осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  для всех марок на четырех подпорных стенках в 27 циклах.

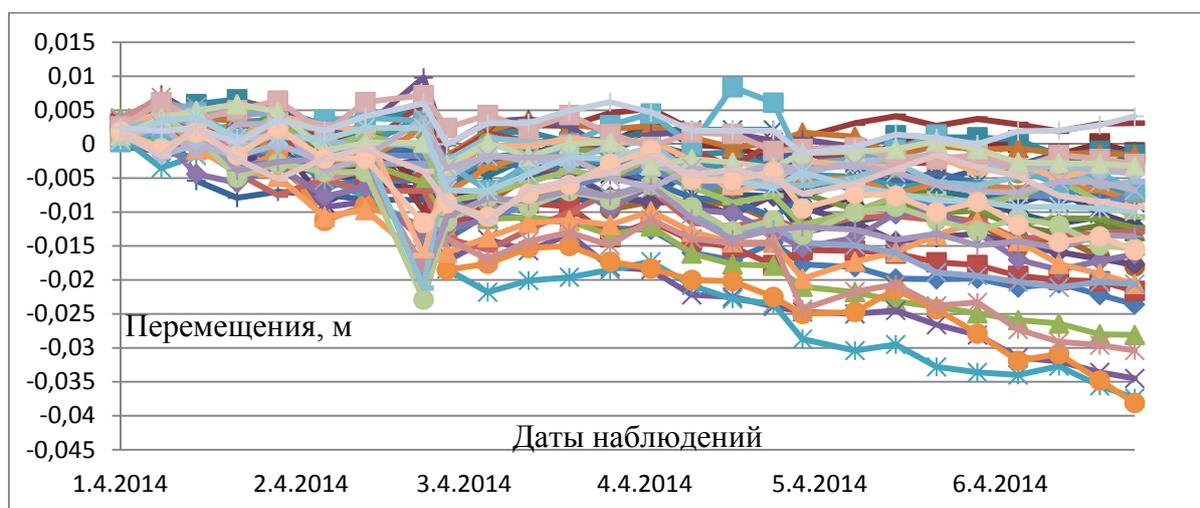


Рис. 3. Результаты измерения перемещений по координатной оси  $X$  для всех подпорных стенок. Каждый график представляет отдельное перемещение деформационной марки

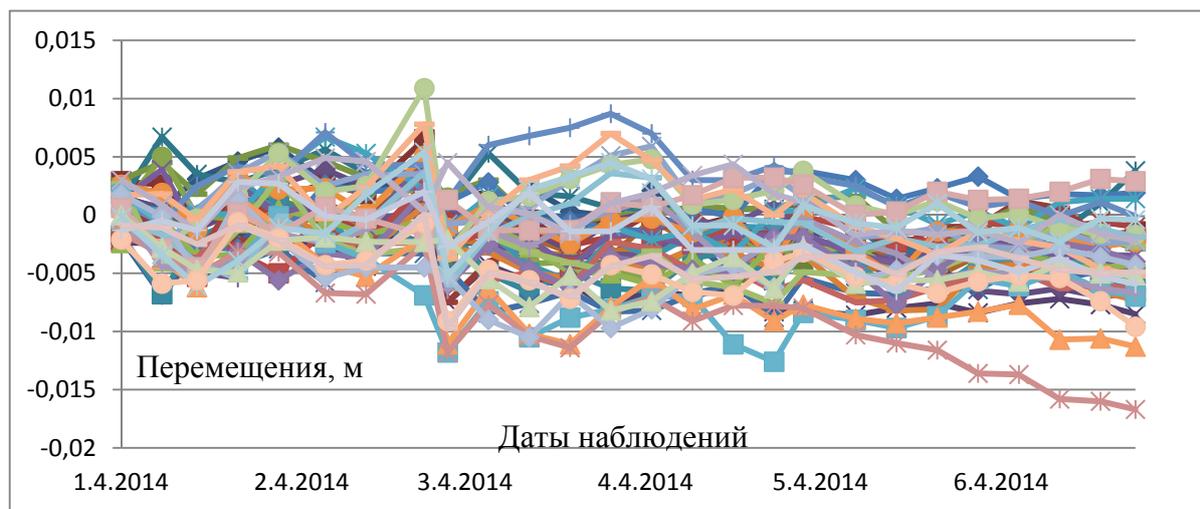


Рис. 4. Результаты измерения перемещений по координатным осям  $Y$  для всех подпорных стенок. Каждый график представляет отдельное перемещение деформационной марки

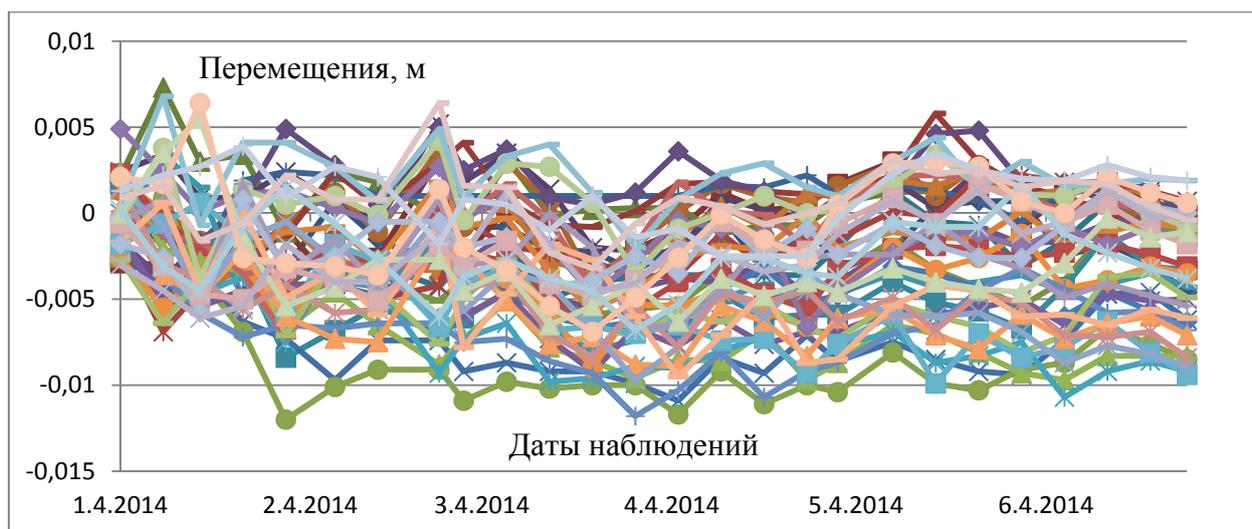


Рис. 5. Результаты измерения перемещений по координатным осям  $Z$  для всех подпорных стенок. Каждый график представляет отдельное перемещение деформационной марки

В направлении координатных осей  $Y$  и  $Z$  были зафиксированы максимальные перемещения на уровне до 10 мм. Такие перемещения не являются критическими и поэтому в дальнейшем мы выполним анализ перемещений только вдоль оси  $X$ , которые представлены на рис. 3.

Первым обязательным этапом анализа геодезических измерений является проверка вида закона распределения. Нами использованы три непараметрических критерия: Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling,  $\chi^2$  [9]. Результаты проверки гипотезы о нормальном распределении результатов измерений представлены в табл. 1.

Проверка гипотезы показала, что данные не подчиняются нормальному закону распределения. Это не является помехой для дисперсионного анализа, но подтверждает необходимость статистической проверки данных. Отклонение закона распределения измеренных перемещений от нормального указывает на наличие систематических факторов и подтверждает, что все измеренные перемещения нельзя рассматривать как единое целое. Перемещения для разных подпорных стенок являются разными, и анализировать их нужно по отдельности. Для наглядности приведем гистограмму и функцию плотности вероятности по результатам статистического анализа (рис. 6).

Для установления факторов, которые влияют на характер распределения перемещений, выполним дисперсионный анализ результатов измерений.

Анализируя графики на рис. 3, сложно установить, изменяются ли перемещения марок между циклами измерений. Для определения того, реально ли происходит деформационный процесс, выполним однофакторный дисперсионный анализ.

Таблица 1

Проверка гипотезы о нормальном распределении

Kolmogorov-Smirnov			
Размер выборки	1188		
Статистика	0,0982		
P-значение	2,027E-10		
Ранг	12		
$q$	0,05	0,02	0,01
Критическое значение	0,039	0,044	0,047
Отклонить	Да	Да	Да
Anderson-Darling			
Размер выборки	1188		
Статистика	24,874		
Ранг	10		
$q$	0,05	0,02	0,01
Критическое значение	2,502	3,289	3,907
Отклонить	Да	Да	Да
$\chi^2$			
Размер выборки	10		
Статистика	186,67		
P-значение	0		
Ранг	10		
$q$	0,05	0,02	0,01
Критическое значение	18,307	21,161	23,209
Отклонить	Да	Да	Да

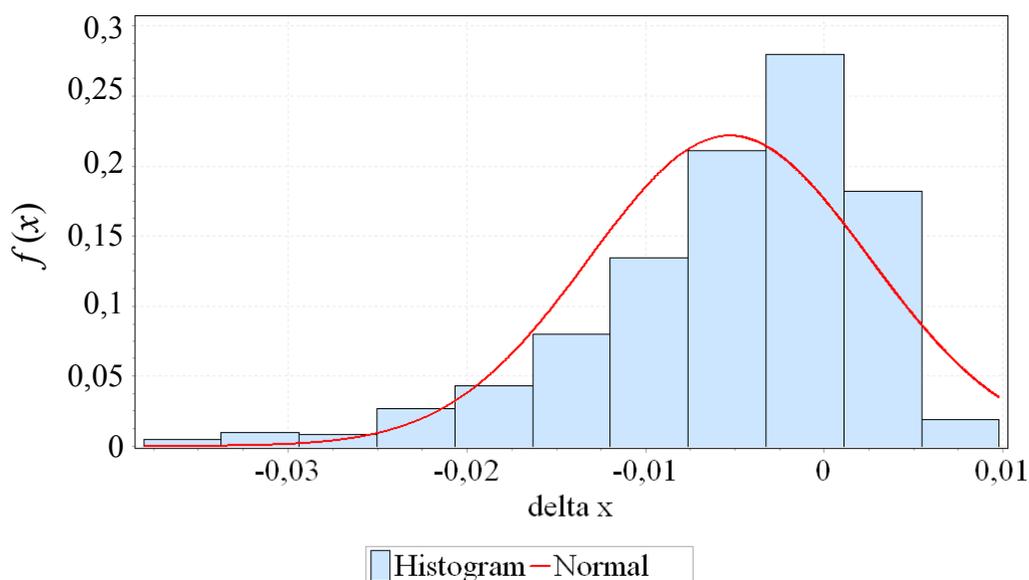


Рис. 6. Гистограмма и функция плотности вероятности

Есть  $k$  циклов измерений перемещений  $x_i$ ,  $i = 1, \dots, k$ . По результатам уравнивания измерений известно, что все измерения обладают одинаковой дисперсией, а центры распределений различны. В каждом цикле выполняются наблюдения за  $n$  деформационными марками. В  $i$ -м цикле будем иметь:

$$\Delta x_{i1}, \Delta x_{i2}, \dots, \Delta x_{in}.$$

Общее число наблюдений:

$$N = \sum_{i=1}^k n_i. \quad (1)$$

Если принять, что фактором  $\alpha$  является наличие перемещений между циклами, то при отсутствии таких перемещений наиболее вероятным значением измеряемой величины есть среднее арифметическое перемещений:

$$mean\Delta x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \Delta x_{ij}. \quad (2)$$

Если значения указанных перемещений существенны, то средние значения

$$mean\Delta x_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \Delta x_{ij} \quad (3)$$

значительно отличаются от общего среднего.

Для анализа вычислим девиаты, используя выражения (2)–(3):

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\Delta x_{ij} - mean\Delta x)^2; \quad (4)$$

$$Q_\alpha = \sum_{i=1}^k n_i (mean\Delta x_i - mean\Delta x)^2; \quad (5)$$

$$Q_r = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\Delta x_{ij} - mean\Delta x_i)^2. \quad (6)$$

Дисперсии, согласно выражениям (4)–(6), будут равны:

$$m^2 = \frac{Q}{N-1}; \quad m_\alpha^2 = \frac{Q_\alpha}{k-1}; \quad m_r^2 = \frac{Q_r}{N-k}. \quad (7)$$

Критическая область дисперсионного отношения задается как

$$F \geq F_q, \text{ где } F = \frac{m_\alpha^2}{m_r^2}. \quad (8)$$

Величина  $F_q$  выбирается исходя из принятого уровня значимости  $q$  и количества степеней свободы  $k_\alpha = k - 1$ ;  $k_r = N - k$ .

Первым этапом дисперсионного анализа является вычисление основных статистических характеристик.

Таблица 2

Статистические характеристики измерений перемещений

Цикл	Среднее	СКП	95 %-ный интервал для среднего		Min	Max
			Нижняя граница	Верхняя граница		
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,002	0,000	0,002	0,002	-0,000	0,004
3	0,003	0,000	0,002	0,004	-0,004	0,007
4	0,002	0,000	0,001	0,003	-0,005	0,006
5	0,000	0,000	-0,001	0,001	-0,008	0,007
6	0,001	0,000	-0,000	0,002	-0,008	0,006
7	-0,002	0,001	-0,004	-0,001	-0,011	0,004
8	-0,002	0,001	-0,003	-0,001	-0,010	0,006
9	-0,004	0,001	-0,007	-0,002	-0,023	0,010
10	-0,008	0,001	-0,009	-0,006	-0,018	0,002
11	-0,006	0,001	-0,008	-0,004	-0,022	0,004
12	-0,005	0,001	-0,007	-0,003	-0,020	0,004
13	-0,004	0,001	-0,006	-0,003	-0,020	0,005
14	-0,005	0,001	-0,007	-0,003	-0,018	0,006
15	-0,004	0,001	-0,006	-0,003	-0,018	0,005
16	-0,006	0,001	-0,008	-0,005	-0,022	0,002
17	-0,007	0,001	-0,009	-0,005	-0,023	0,008
18	-0,007	0,001	-0,010	-0,005	-0,024	0,006
19	-0,009	0,001	-0,012	-0,007	-0,029	0,002
20	-0,009	0,001	-0,011	-0,006	-0,030	0,003
21	-0,008	0,001	-0,011	-0,006	-0,030	0,004
22	-0,009	0,001	-0,011	-0,006	-0,033	0,003
23	-0,009	0,001	-0,012	-0,007	-0,034	0,004
24	-0,010	0,001	-0,013	-0,008	-0,034	0,003
25	-0,011	0,001	-0,014	-0,008	-0,033	0,002
26	-0,011	0,002	-0,014	-0,008	-0,036	0,003
27	-0,012	0,002	-0,015	-0,009	-0,038	0,004
Всего	-0,005	0,000	-0,006	-0,005	-0,038	0,010

Выполним однофакторный дисперсионный анализ, в котором установим зависимость перемещений от цикла измерений. Результаты анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Однофакторный дисперсионный анализ (Перемещение – Цикл)

Характеристика	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F$	Уровень значимости
Между группами	0,023	26	0,001	20,010	0,000
Внутри групп	0,050	1 161	0,000	–	–
Всего	0,073	1 187	–	–	–

Критерием подтверждения гипотезы об изменении перемещений между циклами является уровень значимости. При доверительной вероятности 95 % уровень значимости не должен превышать 0,05. Таким образом, факт наличия перемещений между циклами можно считать установленным. На рис. 7 представлен график среднего перемещения всего комплекса подпорных стенок.

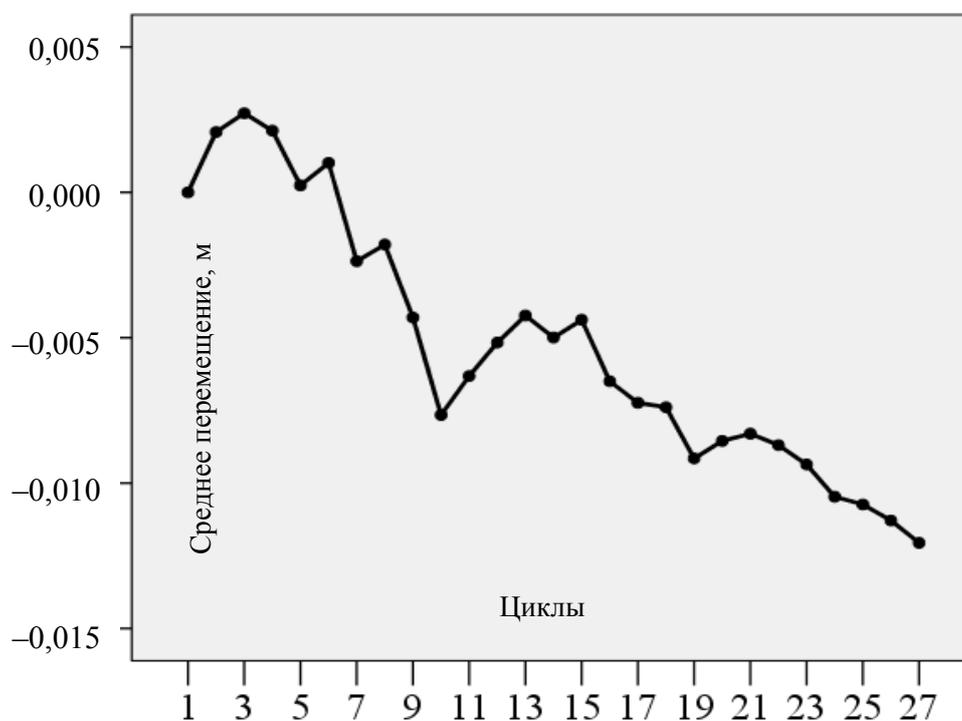


Рис. 7. Среднее перемещение вдоль оси  $X$

Для проверки фактора влияния номера подпорной стенки на величины перемещений выполнен однофакторный дисперсионный анализ. Была проверена гипотеза о том, что перемещение деформационной марки зависит от того, на какой подпорной стенке она расположена (табл. 4, 5).

Таблица 4

Статистические характеристики перемещений по подпорным стенкам

Стена	N	Среднее	СКП	95 %-ный интервал для среднего		Min	Max
				Нижняя граница	Верхняя граница		
1	594	-0,003	0,000	-0,004	-0,003	-0,018	0,010
2	270	-0,011	0,001	-0,012	-0,009	-0,038	0,006
3	216	-0,007	0,001	-0,008	-0,006	-0,030	0,008
4	108	-0,001	0,000	-0,002	-0,000	-0,007	0,007
Всего	1 188	-0,005	0,000	-0,0057	-0,005	-0,038	0,010

Таблица 5

Однофакторный дисперсионный анализ  
(Перемещение – Подпорная стенка)

Характеристика	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F	Уровень значимости
Между группами	0,013	3	0,004	86,672	0,000
Внутри групп	0,060	1 184	0,000		
Всего	0,073	1 187			

В результате анализа установлено, что величины перемещений зависят от того, на какой подпорной стенке расположена деформационная марка. Построение моделей деформационного процесса необходимо проводить для каждой подпорной стенки отдельно.

Результаты анализа наталкивают на мысль о зависимости величины перемещения одновременно от того, в каком цикле и на какой подпорной стенке фиксировались перемещения. Для проверки такой гипотезы был применен двухфакторный дисперсионный анализ.

При гипотезе о наличии нескольких факторов влияния применяют многофакторный дисперсионный анализ. Исследуем влияние факторов  $\alpha$  (цикл наблюдения) и  $\beta$  (номер подпорной стенки) на результаты измерений. Ряды измерений можно представить, как:

$$\begin{aligned}
 & \alpha_1 \beta_1 \Delta x_{111}, \Delta x_{112}, \dots, \Delta x_{11k}, \dots, \Delta x_{11s_{11}}; \\
 & \alpha_1 \beta_2 \Delta x_{121}, \Delta x_{122}, \dots, \Delta x_{12k}, \dots, \Delta x_{12s_{12}}; \\
 & \dots \\
 & \alpha_1 \beta_l \Delta x_{1l1}, \Delta x_{1l2}, \dots, \Delta x_{1lk}, \dots, \Delta x_{1ls_{1l}}; \\
 & \alpha_2 \beta_1 \Delta x_{211}, \Delta x_{212}, \dots, \Delta x_{21k}, \dots, \Delta x_{21s_{21}}; \\
 & \alpha_2 \beta_2 \Delta x_{221}, \Delta x_{222}, \dots, \Delta x_{22k}, \dots, \Delta x_{22s_{21}}; \\
 & \dots \\
 & \alpha_2 \beta_l \Delta x_{2l1}, \Delta x_{2l2}, \dots, \Delta x_{2lk}, \dots, \Delta x_{2ls_{21}}; \\
 & \dots \\
 & \alpha_n \beta_1 \Delta x_{n11}, \Delta x_{n12}, \dots, \Delta x_{n1k}, \dots, \Delta x_{n1s_{n1}}; \\
 & \alpha_n \beta_2 \Delta x_{n21}, \Delta x_{n22}, \dots, \Delta x_{n2k}, \dots, \Delta x_{n2s_{n2}}; \\
 & \dots \\
 & \alpha_n \beta_l \Delta x_{nl1}, \Delta x_{nl2}, \dots, \Delta x_{nlk}, \dots, \Delta x_{nls_{nl}}.
 \end{aligned}$$

Общее число измерений будет:

$$N = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l s_{ij}. \quad (9)$$

Общая арифметическая средняя:

$$mean \Delta x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^{s_{ij}} \Delta x_{ijk}. \quad (10)$$

Частные средние арифметические по рядам измерений вычисляют:

$$mean \Delta x_{ij} = \frac{1}{s_{ij}} \sum_{k=1}^{s_{ij}} \Delta x_{ijk}. \quad (11)$$

Определяют средние арифметические по факторам, для фактора  $\alpha_i$  с учетом (11):

$$mean \Delta x_{i0} = \frac{1}{N_{i0}} \sum_{j=1}^l s_{ij} mean \Delta x_{ij}, \quad (12)$$

где  $N_{i0} = \sum_{j=1}^l s_{ij}$ ;

для фактора  $\beta_i$ ,

$$mean\Delta x_{0j} = \frac{1}{N_{0j}} \sum_{i=1}^n s_{ij} mean\Delta x_{ij}, \quad (13)$$

где  $N_{0j} = \sum_{i=1}^n s_{ij}$ .

Для определения общей эмпирической дисперсии находят флуктуации

$$empirical\delta_{ijk} = \Delta x_{ijk} - mean\Delta x. \quad (14)$$

Общую девиату, используя (14), рассчитывают:

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^{s_{ij}} empirical\delta_{ijk}^2, \quad (15)$$

а соответствующую дисперсию

$$m^2 = \frac{Q}{N-1}.$$

Флуктуации факторов  $\alpha$  и  $\beta$  рассчитывают, используя формулы (10), (12), (13).

$$\left. \begin{aligned} \delta_{i0} &= mean\Delta x_{i0} - mean\Delta x, \\ \delta_{0j} &= mean\Delta x_{0j} - mean\Delta x, \\ \delta_{ij} &= mean\Delta x_{ij} - mean\Delta x, \\ empirical\delta_{ij} &= \Delta x_{ij} - (\delta_{i0} - \delta_{0j}). \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Девиаты факторов рассчитывают по флуктуациям (16)

$$\begin{aligned} Q_{\alpha} &= \sum_{i=1}^n N_{i0} \delta_{i0}^2; \quad Q_{\beta} = \sum_{j=1}^l N_{0j} \delta_{0j}^2; \\ Q_{\alpha\beta} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l s_{ij} empirical\delta_{ij}^2. \end{aligned} \quad (17)$$

Дисперсии факторов с использованием девиат (17) будут:

$$m_{\alpha}^2 = \frac{Q_{\alpha}}{n-1}; \quad m_{\beta}^2 = \frac{Q_{\beta}}{l-1}; \quad m_{\alpha\beta}^2 = \frac{Q_{\alpha\beta}}{(n-1)(l-1)}. \quad (18)$$

Далее рассчитывают остаточные флуктуации:

$$\delta_{ijk} = \Delta x_{ijk} - \text{mean} \Delta x_{ij} \quad (19)$$

и девиату

$$Q_r = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^{s_{ij}} \delta_{ijk}^2 \quad (20)$$

Соответствующая дисперсия будет:

$$m_r^2 = \frac{Q_r}{N - nl} \quad (21)$$

Таким образом, получаем полный вклад каждого фактора в общую дисперсию

$$Q = Q_\alpha + Q_\beta + Q_{\alpha\beta} + Q_r;$$

$$(N - 1)m^2 = (n - 1)m_\alpha^2 + (l - 1)m_\beta^2 + (n - 1)(l - 1)m_{\alpha\beta}^2 + (N - nl)m_r^2.$$

Влияние факторов  $\alpha$  и  $\beta$  определяют исходя из дисперсионных отношений

$$F_\alpha = \frac{m_\alpha^2}{m_r^2}; \quad F_\beta = \frac{m_\beta^2}{m_r^2} \quad (22)$$

Критические области определяются, как и ранее, исходя из принятого уровня значимости  $q$  и количества степеней свободы  $k_\alpha = n - 1$ ,  $k_\beta = l - 1$ ,  $k_r = N - nl$ .

Выполним двухфакторный дисперсионный анализ для проверки гипотезы о зависимости величины перемещения одновременно от цикла наблюдений и номера подпорной стенки (табл. 6).

Таблица 6

Двухфакторный дисперсионный анализ  
(Перемещение – Цикл – Номер подпорной стенки)

Источник	Степень свободы	Средний квадрат	$F$	Уровень значимости	$\eta^2$
$\alpha$	26	0,001	22,494	0,000	0,351
$\beta$	3	0,004	152,875	0,000	0,298
$\alpha \cdot \beta$	78	8,08E-5	2,823	0,000	0,169
Ошибка	1 080	2,86E-5			
Всего	1 188				
Скорректированный итог	1 187				

Двухфакторный анализ подтверждает гипотезу о зависимости величины перемещения одновременно от цикла наблюдений и номера подпорной стенки. Величина  $\eta^2$  в табл. 6 показывает процентный вклад каждого фактора в общую дисперсию. Доля совместного влияния цикла наблюдений и номера подпорной стенки равна 17 %. Такой показатель указывает на наличие систематических факторов, природу которых необходимо выяснить путем дальнейшего анализа результатов измерений и результатов наблюдений за состоянием склона, подпорных стенок и атмосферных показателей (температура воздуха, температура и влажность грунта, количества осадков).

Для примера приведем графики средней температуры наблюдений и количества осадков (рис. 8, 9).

Даже приблизительного визуального анализа достаточно для того, чтобы подтвердить возможную связь температуры, осадков и возможных перемещений. Установление такой связи возможно с применением методов регрессионного анализа.

На рис. 10 показаны значения перемещений по каждой подпорной стенке, а на рис. 11 – средние значения перемещений по подпорным стенкам.



Рис. 8. График средней температуры в циклах наблюдений

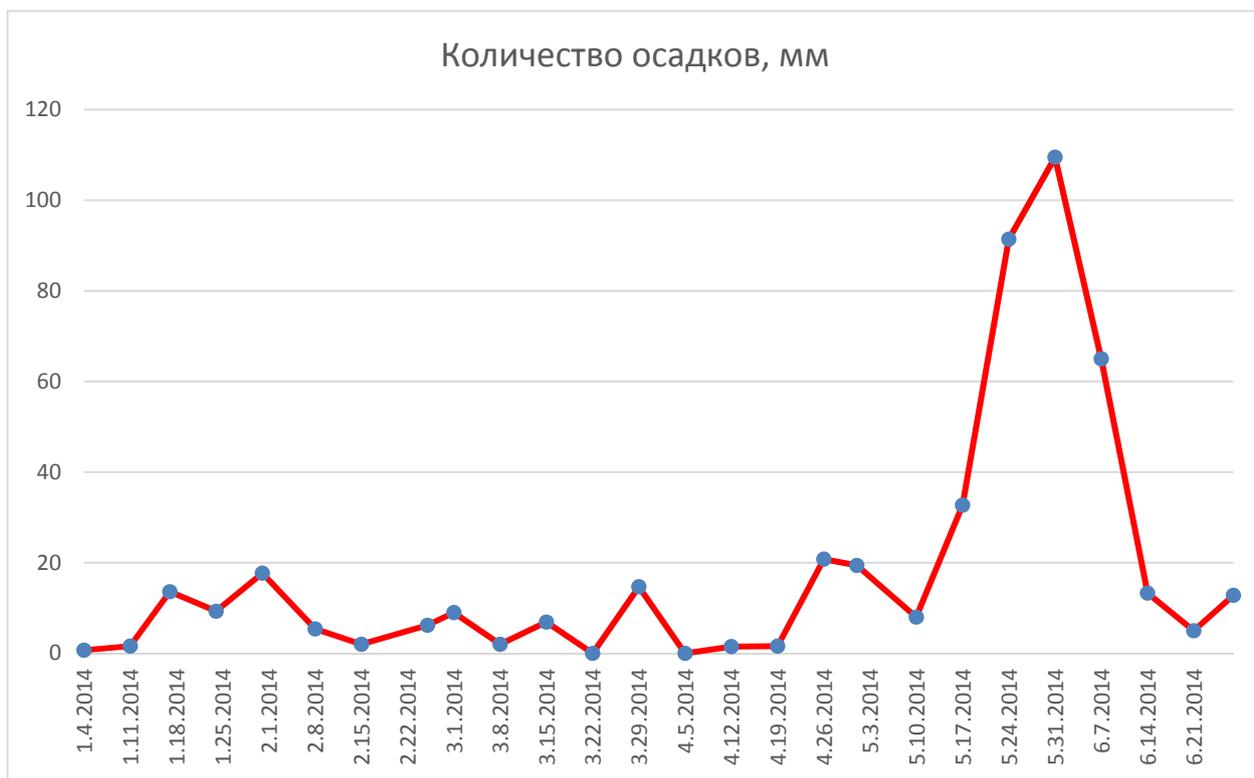


Рис. 9. График количества осадков в циклах наблюдений

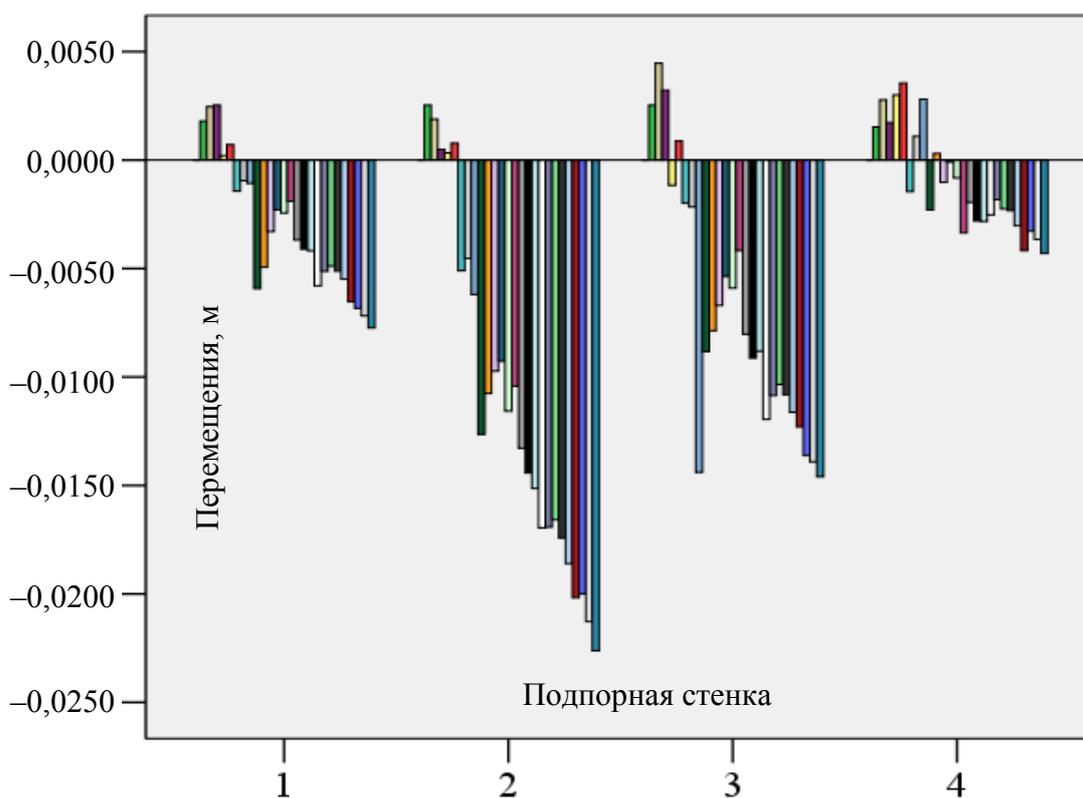


Рис. 10. Перемещения по подпорным стенкам

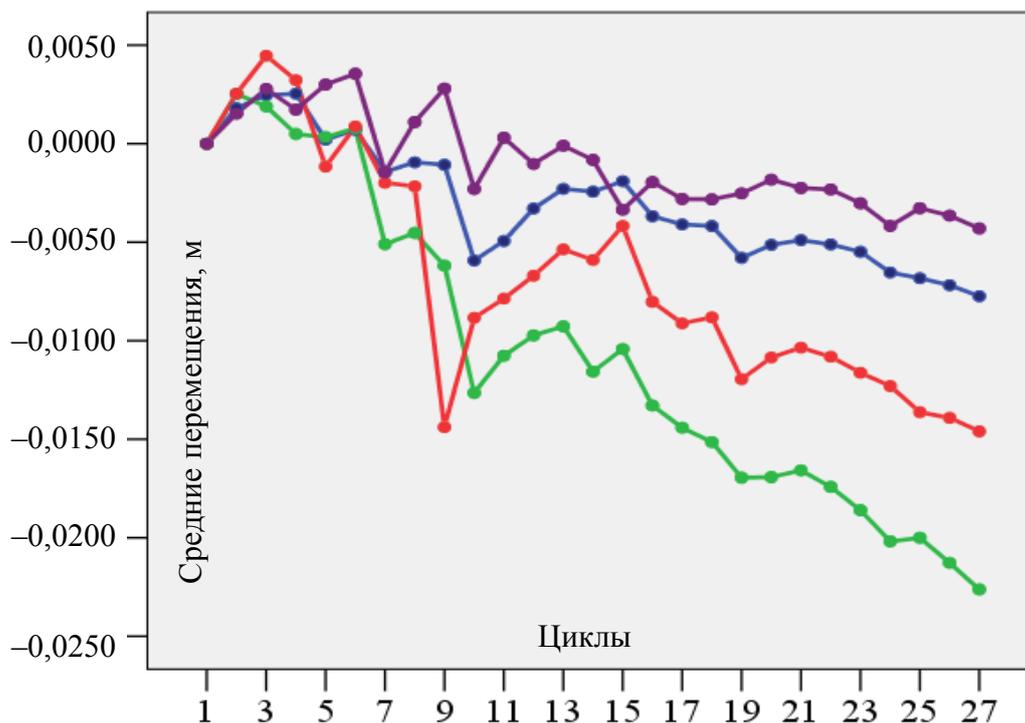


Рис. 11. Средние перемещения по подпорным стенкам в циклах

Полученный результат является очень важным, он подтверждает сложность деформационного процесса. От цикла к циклу разные подпорные стенки меняют модель своих перемещений. Двухфакторный дисперсионный анализ (Перемещение – Цикл – Номер подпорной стенки) свидетельствует о принципиальной невозможности использования моделей деформаций типа [8, 14], что говорит в пользу применения моделей на основе теории случайных функций.

При анализе наблюдений было обращено внимание на тот факт, что перемещения для марок, расположенных на одной вертикали внизу и вверху каждой подпорной стенки, отличаются между собой. Была выдвинута гипотеза о том, что перемещения в нижней и верхней части каждой подпорной стенки следует трактовать по-разному. Соответственно, выдвинута гипотеза о необходимости проверки влияния на перемещение комплекса условий «Цикл наблюдений – Номер подпорной стенки – Положение марки». Для проверки такой гипотезы был применен трехфакторный дисперсионный анализ (табл. 7).

При выполнении трехфакторного дисперсионного анализа проверяют следующие дисперсионные отношения по аналогии с (8) и (22):

$$\begin{aligned}
 F_{\alpha} &= \frac{m_{\alpha}^2}{m_r^2}; F_{\beta} = \frac{m_{\beta}^2}{m_r^2}; F_{\gamma} = \frac{m_{\gamma}^2}{m_r^2}; F_{\alpha\beta} = \frac{m_{\alpha\beta}^2}{m_r^2}; \\
 F_{\alpha\gamma} &= \frac{m_{\alpha\gamma}^2}{m_r^2}; F_{\beta\gamma} = \frac{m_{\beta\gamma}^2}{m_r^2}; F_{\alpha\beta\gamma} = \frac{m_{\alpha\beta\gamma}^2}{m_r^2}.
 \end{aligned}
 \tag{23}$$

В формулах (23) факторами являются:  $\alpha$  (цикл наблюдения),  $\beta$  (номер подпорной стенки),  $\gamma$  (положение марки).

Таблица 7

Трехфакторный дисперсионный анализ  
(Перемещение – Цикл – Номер подпорной стенки – Положение марки)

Источник	Степень свободы	Средний квадрат	F	Уровень значимости	$\eta^2$
$\alpha$	26	0,001	21,40	0,000	0,364
$\beta$	3	0,004	145,42	0,000	0,310
$\gamma$	1	0,000	10,339	0,001	0,011
$\alpha \cdot \beta$	78	8E-5	2,686	0,000	0,177
$\alpha \cdot \gamma$	26	7E-6	0,259	1,000	0,007
$\beta \cdot \gamma$	3	0,000	6,740	0,000	0,020
$\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$	78	5E-6	0,193	1,000	0,015
Ошибка	972	3E-5	–	–	–
Всего	1 188	–	–	–	–
Скорректированный итог	1 187	–	–	–	–

Трехфакторный анализ показал, что значимым является вклад следующих групп факторов: Перемещение – Цикл – 36 %, Перемещение – Номер подпорной стенки – 31 %, Перемещение – Положение марки – 1 %, Перемещение – Цикл – Номер подпорной стенки – 18 %, Перемещение – Номер подпорной стенки – Положение марки – 2 %.

Обобщая полученные результаты, можно перейти к выводам о выполненном исследовании.

Дисперсионный анализ оказался мощным аппаратом для исследования перемещений. Применяя дисперсионный анализ, были выявлены следующие особенности выполненных измерений:

1. При неясной картине характера перемещений установлено, что между циклами происходит перемещение всего оползня.

2. В разных участках оползня подпорные стенки реагируют по разному, для каждой из них должна быть построена своя модель деформации.

3. Необходимо выполнять детальный анализ наблюдений после каждого цикла, так как существует зависимость между циклами наблюдений и перемещениями подпорных стенок, что указывает на возможные разные условия эксплуатации между циклами для каждой стенки.

4. Следует отдельно рассматривать перемещения деформационных марок в верхней и нижней частях каждой подпорной стенки.

Полученные данные позволяют более полно объяснить результаты геодезических измерений и выполнить правильное построение прогнозной модели

деформационного процесса. В дальнейшем планируется используя полученные результаты и результаты наблюдений климатических показателей (температуры воздуха, температуры и влажности грунта, количества осадков), выполнить построение модели деформаций методом регрессионного анализа.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джоел Ван Кроненброк. Применение технологий ГНСС для деформационного мониторинга сооружений // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 29–40.
2. Вовк И. Г. Моделирование формы и оценка размеров систем в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 17–25.
3. Вовк И. Г. Моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 69–75.
4. Колмогоров В. Г. Математическое описание параметров современных движений земной коры // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 70–73.
5. Павловская О. Г., Хорошилов В. С. Статистические исследования оползневых процессов по результатам геодезических наблюдений // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 15–19.
6. The Gradenbach Observatory—monitoring deep-seated gravitational slope deformation by geodetic, hydrological, and seismological methods / E. Brückl and al. – Technical Note Landslides. Published with open access at Springerlink.com.
7. Draper N. R., Smith H. Applied Regression Analysis John Wiley and Sons, Inc. New York, 1966. – 394 p.
8. Haberler-Weber M. Analysis and interpretation of geodetic landslide monitoring data based on fuzzy systems. Natural Hazards and Earth System Sciences, 5, 2005, 755–760.
9. Handbook of Applicable Mathematics, Volume VI: Statistics, PART A, Chief Editor: Ledermann W., Edited by Lloyd E., John Wiley and Sons, Inc. New York, 1984, 510 p., PART B, Chief Editor: Ledermann W., Edited by Lloyd E., John Wiley and Sons, Inc. New York, 1984, 526 p.
10. He X. F., Chen Y. Q., Zhou X. H. Extraction of Deformation Signals of a Slope with Kalman Filtering Technique. 13<sup>th</sup> FIG Symposium on Deformation Measurement and Analysis, 4<sup>th</sup> IAG Symposium on Geodesy for Geotechnical and Structural Engineering Lisbon May 12–15, 2008.
11. Mentés G. Investigation of Different Possible Agencies Causing Landslides on the High Loess Bank of the River Danube at Dunaföldvár, Hungary. 13<sup>th</sup> FIG Symposium on Deformation Measurement and Analysis, 4<sup>th</sup> IAG Symposium on Geodesy for Geotechnical and Structural Engineering Lisbon May 12–15, 2008.
12. Pavlovskaja O. G. Analysis and Evaluation Geodetic Data Landslides Dynamics in the Blasting and Unloading Slopes 25.00.32 – «Geodesy»: dissertation for the degree of candidate of technical sciences, Novosibirsk 2012.
13. Pirt A. Evaluating The Repeatability Of RTK GPS Measurements Using Analysis Of Variance Geodetski vestnik 56/3 (2012) 427–442.
14. Analysis of the Kinematics of a Deep-seated Landslide / S. I. Pytharouli and al. – From Pharaohs to Geoinformatics FIG Working Week 2005 and GSDI-8 Cairo, Egypt April 16–21, 2005.
15. Scheffe H. The Analysis of Variance John Wiley and Sons, Inc. New York, 1958, 512 p.
16. Schwieger V. Sensitivity Analysis as a General Tool for Model Optimization - Examples for Trajectory Estimation. 3rd IAG / 12th FIG Symposium, Baden, May 22–24, 2006. – 12 p.
17. Seber G. A. F. Linear Regression Analysis John Wiley and Sons, Inc. New York, 1977, 460 p.

Получено 04.08.2014

© П. В. Шульц, А. А. Анненков, А. М. Хайлак, В. С. Стрилец, 2014

УДК 528 (091)  
528 (092)

## ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ЗАКОН РАЗВИТИЯ ГЕОДЕЗИИ КАК ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ПРЕДОПРЕДЕЛЕННОСТЬ

*Мария Леонидовна Синянская*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант, тел. (913)010-35-56, e-mail: mariyateterina8888@mail.ru

В статье рассматривается теория развития геодезии в рамках теории предопределенности. Излагаются законы развития геодезии в последовательности смены парадигм. Предлагается для рассмотрения математическая модель параметров развития по историческим эпохам. Также приведены приблизительные прогнозы ближайшего развития геодезии и показан механизм определения основных переломных моментов в процессе становления геодезии.

**Ключевые слова:** теория предопределенности, логистический закон, коэффициент сжатия.

## LOGISTIC LAW OF GEODESY DEVELOPMENT AS SPACE-TIME PREDETERMINATION

*Maria L. Sinyanskaya*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., post-graduate student, tel. (913)010-35-56, e-mail: mariyateterina8888@mail.ru

The theory of geodesy development in terms of predetermination theory is considered. The laws of geodesy development in the paradigm change sequence are presented. Mathematical model of the development parameters (over historic epochs) are considered. Approximate forecasts for the nearest development of geodesy and the mechanism for determining basic crucial points in its making are given.

**Key words:** predetermination theory, logistic law, compression coefficient.

Процессы, происходящие в пространстве и во времени, подчиняются соответствующим законам и укладываются в рамки пространственно-временных отношений [2]. Эти законы и отношения вполне четко устанавливают своего рода предопределенность развития процесса, в какой-то мере его заданность. Ярким примером закона пространственно-временной предопределенности является логистический, рассматриваемый в теории развития геодезии (ТРГ). В этом законе, сформулированном Г. Н. Тетериным [12, 13, 14, 18, 24], установлена связь между историческим временем и системой геодезических знаний, в целом геодезии, ее соответствующими тенденциями и группами факторов.

Как известно [12, 13, 18], предметом геодезии являются форма, размер, пространственное положение (ФРПП). В совокупности эта триада названа геодезической метрикой [3]. Поэтому геодезию как научно-практическую систему знаний можно определить следующим образом: геодезия занимается измерением, моделированием и контролем геодезической метрики различных объектов

и явлений окружающего пространства. Из определения следует, что основная функция геодезии представляется как измерение геодезической метрики [20, 22, 25]. Поэтому функция измерений является главной и обобщающей для всей геодезии. В характеристике этой функции ее эффективность и точность измерений служат важнейшими показателями геодезии. Именно для этой функции установлена ее связь со временем в виде:

$$y = f(i) = 10^{-2i}, \quad (1)$$

где  $y$  – функция, характеризующая эффективность системы (геодезии) в том числе точность измерений;

$i$  – нумерация исторических событий (этапов, эпох) по оси исторического времени, т. е.  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Нумерация исторических эпох  $i$  характеризует взаимосвязь пространства и времени, поскольку  $i$  представляет собой ось исторического времени, на которой размещены геодезические эпохи, а вместе с ними и измерения в пространстве.

В соответствии с формулой (1) и четырьмя историческими эпохами ( $i = 1, 2, 3, 4$ ), точность измерений в каждой исторической эпохе будет определяться следующим выражением:

$$y = f(i) = (10^{-2(i-1)} - 10^{-2i}) = \begin{cases} \text{от } 10^0 \text{ до } 10^{-2} \text{ при } i = 1; \\ \text{от } 10^{-2} \text{ до } 10^{-4} \text{ при } i = 2; \\ \text{от } 10^{-4} \text{ до } 10^{-6} \text{ при } i = 3; \\ \text{от } 10^{-6} \text{ до } 10^{-8} \text{ при } i = 4. \end{cases} \quad (2)$$

В формуле (2) в рамках рассматриваемого логистического закона величина  $i$  имеет значение:  $i = 1$  – землемерная эпоха;  $i = 2$  – геометрическая (римско-эллинистическая);  $i = 3$  – топографо-геодезическая;  $i = 4$  – геоинформационная (глобальная) [6, 8, 15, 24, 25].

Длительность четырех исторических эпох представлена на рис. 1 [12] и в табл. 1 [7, 18, 24]. Эта длительность исчисляется для землемерной эпохи в тысячелетиях (6 000–8 000 лет), геометрической – тысячелетиями и столетиями (1 600–1 700 лет), топографо-геодезическая эпоха оценивается столетиями и десятилетиями (около 400 лет). Вместе с тем установить относительно точные границы между эпохами затруднительно, но, тем не менее, возникает потребность в такой оценке [11, 16].

Приведем метод оценки и расчетов по определению временных показателей, связанных как с отдельными историческими эпохами, так и с их последовательностью, с определением исторических границ как в отношении прошедших эпох, так и предстоящих [4, 25].

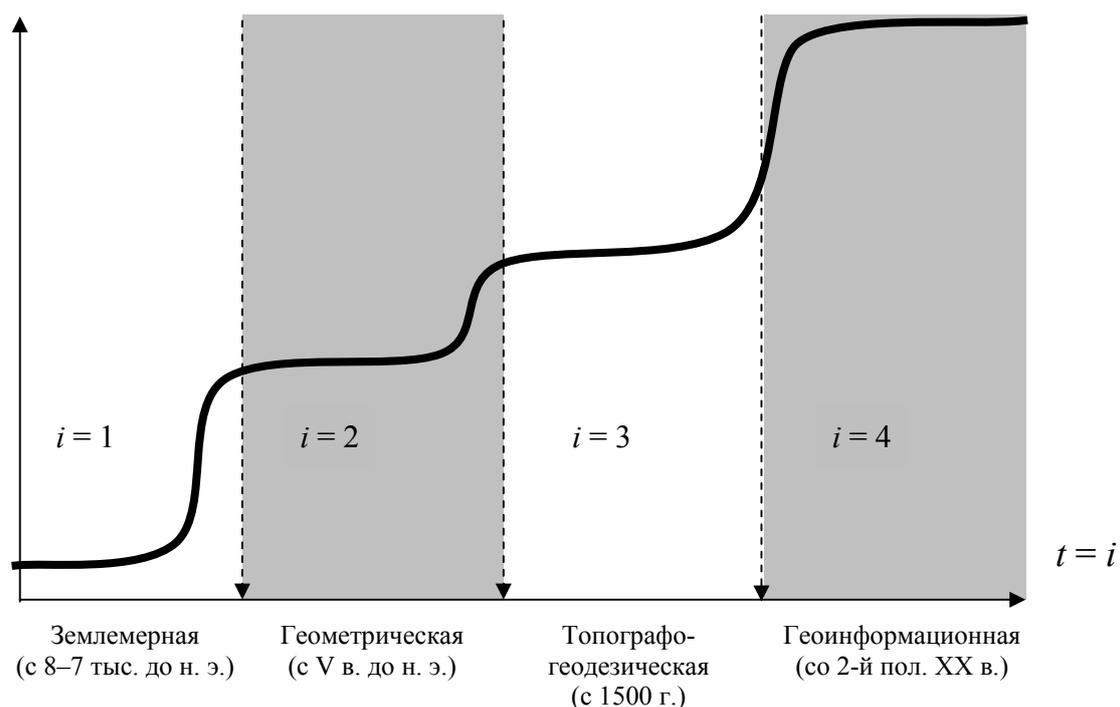


Рис. 1. Логистический закон развития геодезии

Таблица 1

Парадигмы

Наименование	Длительность	Терминология	Школы	Пространство	Результаты геодезической деятельности, методы	Понимание
1. Землемерная (Месопотамия, Египет)	6000–8000 лет (с 8 – до 1 тыс. до н. э.)	Землемерная	Писцовая	Полисы	Система межеваний, чертежи размежевания	Землемерное
2. Геометрическая (Греко-Римская)	Около 1600–1700 лет (с V в. до н. э.)	Геометрическая	Александрийский университет, школа агрименсоров	Империи (Римская, А. Македонского)	Города, каналы, дороги, географические карты, кадастр	Геометрическое
3. Топографо-геодезическая (Западно-Европейская)	Около 400 лет (с XVI в. до сер. XX в.)	Топографо-геодезическая	Топографические училища, геодезические академии	Земной шар	Топографические карты, системы координат, геодезические сети	Топографо-геодезическое
4. Геоинформационная, глобальная	С конца XX в.	Координатная, геопространственная	–	Глобальное, околоземное	Глобальные, общеземные СК, геопространственные базы данных	Координатно-геометрическое, геопространственное

Будем полагать, что отдельная историческая эпоха характеризуется как цикл развития (см. рис. 1). В этом цикле выделяются революционные и эволюционные части. При этом каждый цикл можно определить в одном из двух возможных вариантов: эволюционные плюс революционные части (рис. 2, а) или революционные плюс эволюционные части (рис. 2, б) [25].

На рис. 2 эволюционная часть цикла представлена пологой частью кривой, а революционная – резко возрастающей вверх частью.

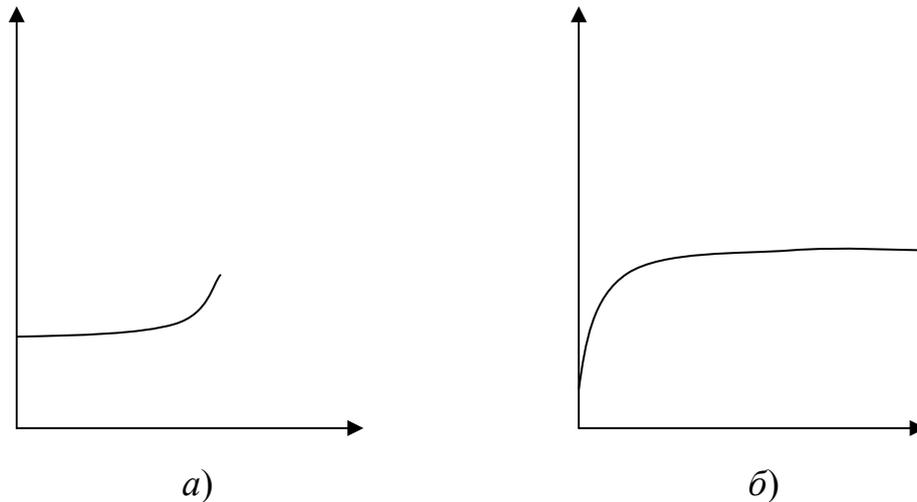


Рис. 2. Циклы развития

Исторические границы первого цикла (землемерной эпохи) развития установить сложно [4, 9, 10]. Последующие циклы можно сравнительно точно (относительно) определять по революционной части цикла [1]. Такие революционные части можно установить по так называемым точкам предопределенности. Такими точками являются изобретения, открытия, предопределяющие технический или технологический прогресс. По существу, такие точки представляются начальными точками развития [9]. Совокупность таких точек предопределенности сравнительно полно характеризует в плане исторического времени революционную часть цикла. Тем самым она определяет границы и эволюционной части цикла (цикл предопределенности).

В табл. 2 и 3 дан список открытий, изобретений, новаций [5, 19, 23] в первом тысячелетии до н. э. (греческая революционная часть) и в середине второго тысячелетия, определивший начало топографо-геодезического цикла развития. Последующий революционный этап развития для конца третьей исторической эпохи или для начала четвертой оценивается по длительности в 50 лет.

## Точки предопределенности в геометрическую эпоху

Дата	Событие
V в. до н. э.	У древних греков окончательно сложилось представление о Земле как о шаре (Парменид)
V в. до н. э.	Строительство «царской дороги» Ахменидов (Персия) длиной 2,4 тыс. км (от Суз в Малую Азию)
IV в. до н. э.	Начало строительства акведуков
IV в. до н. э.	Первая теория движения планет (Евдокс Книдский)
IV в. до н. э.	Первое объяснение суточного вращения Земли (Гераклид)
Вторая половина IV в. до н. э.	Аристотель (384–322 гг. до н. э.) впервые в своей книге «Метафизика» ввел термин «геодезия» и определил сущность различий геометрии и геодезии
380 г. до н. э.	Первые эфемериды планет (клинописные тексты)
Ок. 360 г. до н. э.	Первый китайский звездный каталог
Ок. 360 г. до н. э.	Геоцентрическая система мира (Аристотель)
Ок. 300 г. до н. э.	«Начала» Евклида
IV–III вв. до н. э.	Установление размера Земли (Диккеарх Мессинский)
III в. до н. э.	Определение относительных размеров Земли, Луны, Солнца и относительных расстояний между ними (Аристарх Самосский)
240 г. до н. э.	В Китае была написана «математика в девяти книгах»
III–II вв. до н. э.	Первое градусное определение Земли (Эратосфен, города Сиена и Александрия)
II в. до н. э.	Методы центуриации и скамнции в римском земельном кадастре
II в. до н. э.	Гиппарх: открытие прецессии, каталоги звезд с указанием их звездных величин, географическая система координат, точные астрономические измерения
II–I вв. до н. э.	Глобус Кратера из Малоса
I в. до н. э.	Определение размеров Земли (Посидоний)
20 г. до н. э.	Витрувий написал трактат «Десять книг об архитектуре»
I в.	«Золотой миллиарий» – центр Римской империи
I в.	Географическая карта Римской империи (Агриппа)
I в.	Начало сферической тригонометрии (Менелай Александрийский)

Таблица 3

Точки предопределенности в топографо-геодезическую эпоху

Дата	Событие
Начало XVI в.	Начало разработки и применения метода триангуляции
Начало XVI в.	Начало формирования метода топографической съемки
1502–1504 гг.	Первые использования масштаба при составлении плана (Леонардо да Винчи, г. Имола)
1513 г.	Разработан полиметрум Мартина Вельдземюллера – первый ранний прототип теодолита (измерение горизонтальных и вертикальных углов, П. Апиан, «Космография»)
1528 г.	Издана работа Мюнстера, в которой он описал полярный метод. Углы измерялись по буссоли, расстояния шагами
1540–1570 гг.	Введение масштабов на военных картах
1542 г.	Нониус (1492–1577 гг.) описал метод отсчетов мелких делений на квадранте у морской астролябии
1543 г.	Гелиоцентрическая система мира Коперника
1546 г.	Гемма Фризиус – первое описание метода триангуляции, Герард Меркатор применил его при съемках в Голландии
Середина XVI в.	Порта – камера-обскура, с помощью которой создавали перспективные рисунки местности
Середина XVI в.	Использование жезла Якоба в землемерии и навигации
1560–1575 гг.	Якоб ванн Дервентнер – графический метод триангуляции
1563 г.	Пухлер – метод трансверселей или диагональных шкал
1570 г.	Массовое использование масштабов
1571 г.	В «Пантометрии» впервые использовался термин «теодолит»
1596 г.	Издается труд Ратикуса по основам триангуляции
начало XVII в.	Английский астроном Гаскуань (1598–1658 гг.) заменил в квадрантах диоптры на зрительные трубы
начало XVII в.	Самое раннее описание экера
XVII в.	В мензуральной съемке стали применять алидадную линейку с диоптрами (и масштабом)
1600 г.	Д.Чименти получил первую стереоскопическую пару рисунков
1603 г.	Шейнер создал прибор пантограф
1609 г.	Изобретение зрительной трубы
1611 г.	Клавиус преобразовал нониус в отчетное устройство – верньер
1611 г.	И. Преториусом (1537–1616 гг.) создана мензула. Описана в 1618 г. Д. Швентнером (1585–1636 гг.)

Дата	Событие
1614 г.	Непер разработал метод логарифмов
1615–1616 гг.	Градусные измерения Снеллиуса по методу триангуляции квадрантом с диоптрами
1633–1635 гг.	Градусные измерения Норвуда (графометр, стальные цепи)
1634 г.	Начальный меридиан о. Ферро (Ришелье)
1635–1636 гг.	Разработана прямоугольная система координат (П. Ферма, Р. Декарт)
1641 г.	Паскаль сконструировал механическую вычислительную машину
1665 г.	Ньютоном разработана теория всемирного тяготения
1666 г.	Шапоти (Франция) – использование цилиндрического уровня
1670 г.	Тевенот (Франция) – воздушный пузырек в уровне
1689 г.	О. Ремер создал шкаловый микроскоп

Во второй половине XX в. произошло полное обновление средств измерений, методов, технологий. Начиная с 1950-х гг. были разработаны и внедрены электронные дальномеры, одним из первых в Швеции был разработан светодальномер геодиметр. В Советском Союзе во второй половине 1950-х гг. был разработан светодальномер СВВ-1. В последующем появился высокоточный светодальномер ЭОД. В 1960-70-х гг. появился ряд электронных свето- и радиодальномеров, затем электронные тахеометры и множество других электронных систем измерений. В 1960-х гг. создавались вычислительные центры в геодезических вузах, в ЦНИИГАиКе и т. д., в которых выполнялись обработка и уравнивание геодезических измерений. С запуском специальных космических спутников формируются различные глобальные навигационные системы, системы дистанционного зондирования, новые системы координат [13, 21, 23]. Создаются новые технологии, автоматизированные и автоматические технологии лазерного сканирования, ГИС-технологии и т. д.

По существу, все точки предопределенности этого революционного этапа развития были связаны с открытием различных электронных систем измерений, ЭВМ и компьютерами, космическими и лазерными методами и т. п.

Используя временные рамки революционных этапов последних трех эпох и длительность второй и третьей эпох, можно установить так называемый коэффициент сжатия исторического времени как в целом для циклов развития, так и для их революционных частей. Обозначим эти коэффициенты как  $\alpha$  и  $\beta$ . В целом, используя введенные коэффициенты длительности циклов развития ( $\Delta T$ ) и длительности революционной части ( $\Delta t$ ), можно сравнительно точно определить исторические даты, связанные с границами циклов развития.

Для варианта цикла «эволюция + революция» (см. рис. 2, а) получим длительность  $\Delta T$  исторических эпох вида:

$$\Delta T_i = \{8300; 1670; 330\}. \quad (3)$$

Для этих значений:

$$\alpha_i = \Delta T_i / \Delta T_{i+1} = \{8300/1670; 1670/330\} = \{5; 5,1\}, \quad (4)$$

$$\alpha_{\text{ср}} \approx 5.$$

Соответственно для революционных частей циклов развития (3) получим:

$$\Delta t_i = \{600; 170; 50\}. \quad (5)$$

С учетом (5) получим:

$$\beta_i = \Delta t_i / \Delta t_{i+1} = \{600/170; 170/50\} = \{3,5; 3,4\}, \quad (6)$$

$$\beta_{\text{ср}} \approx 3,5.$$

Используя вычисленные коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$ , а также длительности исторических эпох (3) и революционных частей (5), можно установить дату завершения четвертой исторической эпохи и соответствующих дат, связанных с революционной частью:

$$T_{i+1} = T_i + \Delta T_{i-1,i} / \alpha_i, \quad (7)$$

где  $T_i$  – конец эпохи  $i$ ;

$\Delta T_{i-1,i}$  – продолжительность эпохи.

Примем  $T_3 = 1990$  г. (конец третьей эпохи). Тогда  $T_4 = T_3 + \Delta T_{4-3} / \alpha_{\text{ср}} \approx 1990 + 330 / 5 \approx 1990 + 66 \approx 2056$ .

Соответственно:

$$t_{i+1} = T_i + \Delta t_{i-1,i} / \beta_{\text{ср}}. \quad (8)$$

$$\text{и } t_4 = T_4 - \Delta t_4 / \beta_{\text{ср}} \approx 2056 - 50 / 3,5 \approx 2040.$$

Приводимые цифры являются приближенными и округленными в пределах указанной выше точности исчисления времени  $T_4$  и  $t_4$ .

Повторим аналогичный расчет для варианта цикла «революция + эволюция» (см. рис. 2, б):

$$\Delta T'_i = \{9000; 2000; 450\}; \quad (9)$$

$$\Delta t'_i = \{2000; 600; 170\}; \quad (10)$$

$$\alpha'_i = \Delta T'_i / \Delta T'_{i+1} = \{9000/2000; 2000/450\} = \{4,5; 4,4\}, \quad (11)$$

$$\alpha'_{\text{ср}} \approx 4,5;$$

$$\beta'_i = \Delta t'_i / \Delta t'_{i+1} = \{2000/600; 600/170\} = \{3,3; 3,5\}, \quad (12)$$

$\beta'_{cp} \approx 3,4$ .

В соответствии с приведенными значениями  $\Delta T'$ ,  $\Delta t'$ ,  $\alpha'$  и  $\beta'$ , используя формулы (7) и (8), получим:

$$T'_{i+1} = T'_i + \Delta T'_{i-1,i} / \alpha'_{i-1}, \quad (13)$$

$$T'_4 = T'_3 + \Delta T'_{4,3} / \alpha'_{i-1} \approx 1950 + 450 / 4,5 \approx 2050;$$

$$t'_{i+1} = T'_{i-1} + \Delta t'_i / \beta'_i, \quad (14)$$

$$t'_4 = T'_3 + \Delta t'_{4,3} / \beta'_i \approx 1950 + 170/3,4 \approx 2000.$$

С учетом приведенных числовых значений  $\Delta T$ ,  $\Delta T'$ ,  $\Delta t$  и  $\Delta t'$  можно найти соотношение между революционной и эволюционной частями циклов развития, тогда получим следующее:

$$\gamma_i = \Delta T_i / \Delta t_i = \{8300/600; 1670/170; 330/50\} = \{14; 10; 7\}; \quad (15)$$

$$\gamma'_i = \Delta T'_i / \Delta t'_i = \{8000/2000; 2000/600; 450/170\} = \{4; 3; 3\}. \quad (16)$$

С помощью  $\gamma$  и  $\gamma'$  можно скорректировать временные границы циклов развития всех исторических эпох.

Представленная методика расчетов временных параметров относительно длительности эпох, соответствующих дат и их границ дает возможность оценить неравномерность развития геодезии в рамках всего исторического времени [24, 25]. Характеристиками и критериями этой неравномерности являются так называемые коэффициенты сжатия исторического времени  $\alpha$  и  $\beta$ , равные в среднем соответственно 5 (4, 5) и 3, 5 (3, 4). Эти два коэффициента являются одновременно коэффициентами предопределенности развития. Данная методика расчетов исторических процессов вполне применима к древним системам научных знаний [17, 25].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
2. Рейхенбах Г. Философия пространства и времени. – М.: Прогресс, 1985. – 344 с.
3. Синянская М. Л. Фактор прямого угла в «Принципах влияния» в геодезии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 106–110.
4. Синянская М. Л. Факторы предопределенности развития геодезии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр., 10–20 апреля 2012 г., Новосибирск : сб. молодых ученых СГГА. – Новосибирск : СГГА, 2012. – С. 54–59.
5. Синянская М. Л. Банк данных второго поколения по истории геодезии и картографии // Геодезия и картография. – 2012. – № 6. – С. 56–61.
6. Синянская М. Л. Сакральная геометрия и геодезия // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картогра-

фия, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 58–62.

7. Синянская М. Л. Прямоугольность как геометрический фактор развития геодезии // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 11–15.

8. Синянская М. Л. Сакральная геометрия, египетский треугольник и геодезия // Геодезия и картография. – 2013. – № 6. – С. 57–60.

9. Синянская М. Л., Тетерин Г. Н. Теория развития геодезии и факторы предопределенности // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 3–11.

10. Синянская М. Л. Генотип геодезии и факторы предопределенности // 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. 75–79.

11. Тетерин Г. Н. Константы развития и точки прогнозирования // Вестник СГГА. – 2002. – Вып. 7. – С. 37–48.

12. Тетерин Г. Н. Теория развития и метасистемное понимание геодезии. – Новосибирск: Сибпринт, 2006. – 162 с.

13. Тетерин Г. Н. История геодезии (до XX в.). – Новосибирск: ООО «Альянс-Регион», 2008. – 300 с.

14. Тетерин Г. Н. История геодезии – двадцатый век (Россия, СССР). – Новосибирск: Издательский дом «Манускрипт», 2010. – 403 с.

15. Тетерин Г. Н., Тетерина М. Л. Древние измерительные системы и два принципа влияния (ПВГ и П4Н) // 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. 123–124.

16. Тетерин Г. Н., Синянская М. Л. Феномен прямого угла и прямоугольности в геодезии // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 48–51.

17. Тетерин Г. Н., Синянская М. Л. Угловые и линейные меры измерений в древнее время // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 79–83.

18. Тетерин Г. Н. Феномен и проблемы геодезии. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 95 с.

19. Тетерин Г. Н., Синянская М. Л. Биографический и хронологический справочник (Геодезия до XX в.). – Новосибирск: Сибпринт, 2009. – 516 с.

20. Тетерин Г. Н. «Геометрическое» и «геофизическое» в геодезии // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 26–33.

21. Тетерин Г. Н. Символ устаревшей идеологии // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 47–52.

22. Тетерин Г. Н. О координатизации – термине и понятии // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 32–41.

23. Тетерин Г. Н., Синянская М. Л. Биографический и хронологический справочник (Геодезия, картография – двадцатый век). Том II. – Новосибирск: Издательский дом «Манускрипт», 2012. – 592 с.

24. Тетерин Г. Н. Четыре парадигмы и законы развития геодезии // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 4. – С. 30–34.

25. Тетерин Г. Н., Синянская М. Л. Геометрическая концепция и теория развития (предопределенности) геодезии: монография. – Новосибирск: СГГА, 2014. – 239 с.

Получено 05.05.2014

© М. Л. Синянская, 2014

УДК 528.28:

## МЕТОДИКА СОВМЕСТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АСТРОНОМИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕОДОЛИТОВ

*Александр Сергеевич Глазунов*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-01-59, e-mail: aleks50@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы модернизации астрономических определений, которой способствует появление новых технических средств и технологий в геодезическом приборостроении. Учитывая технические характеристики новых электронных теодолитов, предложена методика совместного определения астрономических координат. Используя возможность совместного отсчета вертикального и горизонтального круга для одних и тех же моментов времени при наблюдении пар звезд комбинированного разностно-зенитального способа и способа Цингера, показана возможность определений астрономической широты и долготы одновременно из зенитальных и азимутальных способов. Приведены примеры записи наблюдений, формулы вычисления широты и долготы. Сделан вывод о перспективности таких определений.

**Ключевые слова:** определение астрономических координат, методики астрономических определений, повышение точности и производительности астрономических определений.

## TECHNIQUE FOR JOINT DETERMINATION OF ASTRONOMICAL COORDINATES FOR ELECTRONIC THEODOLITES

*Alexander S. Glazunov*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Assoc. Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: aleks50@mail.ru

The issues of astronomic determinations upgrading are considered. The problem results from the brand-new techniques and facilities of geodetic instrument-making. Taking into account the characteristics of new electronic theodolites the author offers the technique for joint determination of astronomical coordinates. It is shown that astronomic latitude and longitude may be determined simultaneously by zenithal and azimuthal methods in case of joint reading of vertical and horizontal circles (for the same time, when observing the stars) applying the pair of combined zenith-difference and Zinger methods. The examples of observation records, and the formulas of latitude and longitude determination are given. These determinations are shown to be promising.

**Key words:** determination of astronomic coordinates, techniques for astronomic determinations, improvement of accuracy and efficiency of astronomic determinations.

Задача повышения точности астрономических определений ставилась многими исследователями [1–8]. Решение этой задачи возможно за счет лучшего учета влияния атмосферы [9–15], совершенствования методики обработки астрономических определений и разработки новых способов и методик определе-

ний [16–18], внедрения новых технологий при астрономических определениях [19–23].

В настоящее время, кроме повышения точности, важное значение имеет и повышение производительности астрономических определений, этому способствует появление принципиально новых технических средств наблюдений и новых способов астрономических определений [18–23]. Теодолиты с электронной системой отсчитывания кругов и компенсаторами наклона позволяют модернизировать способы определений астрономических координат и азимутов. Преимуществами автоматизации отчетов является большая скорость и точность, исключение личных ошибок наблюдателя при отсчитывании кругов, запись отчетов в цифровом виде в память прибора, что позволяет вести их дальнейшую обработку на компьютере в режиме реального времени. Наличие точного компенсатора наклона позволяет исключить необходимость отсчитывания по уровню, что также способствует уменьшению личных и инструментальных ошибок и повышает производительность определений. Возможность одновременно отсчитывать горизонтальный и вертикальный круги позволяет совмещать зенитальные и азимутальные способы астрономических определений. При этом в зависимости от наблюдения пар звезд вблизи меридиана или первого вертикала можно получать по отсчетам вертикального круга широту или долготу, а по отсчетам горизонтального круга наоборот – долготу или широту. Соответствующие способы описаны в [24].

Весной 2007 г. автором были выполнены опытные определения широты и долготы на астрономической площадке СГГА. Определения астрономических координат выполнялись тахеометром SET2С. Характеристики тахеометра приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики тахеометра SET2С

Характеристика	Значение
Увеличение	30 <sup>×</sup>
Разрешающая способность	3"
Разрешение дисплея	1"
Точность (по DIN 18723)	2"
Время измерения	< 0,5 с
Компенсатор	Двухосевой

Наблюдались пары комбинированного разностно-зенитального способа (КРЗС) [6] и способа Цингера. По отсчетам вертикального круга и времени по звездам пар КРЗС определялась широта, по отсчетам горизонтального круга и времени – долгота. Идея определений долготы по азимутальным наблюдениям пар Певцова, входящих в КРЗС и близким к ним по условиям выбора, дана в [24].

Методика астрономических определений с помощью электронных угломерных инструментов изложена в [25]. Для электронного тахеометра ее можно представить следующим образом: при появлении звезды в поле зрения выполняется наведение на нее центра сетки нитей с отсчетом времени, а затем вертикального и горизонтального кругов. Таких отсчетов делается несколько. При наличии двухосевого компенсатора отсчеты по уровню выполнять не требуется. В табл. 2 приведен пример записи наблюдений пары КРЗС.

Таблица 2

Журнал определения широты и долготы по паре КРЗС  
Дата: 17.03.2007 г.;  $u = 18^h 10^m 14,55^s$ ;  $t = -3,4^\circ$ ;  $P = 760,4$

Номер отсчета	Звезда № 526-N. Время	Отсчеты круга	Звезда № 126-S. Время	Отсчеты круга
1	$0^h 46^m 07,95^s$	Вк $49^\circ 21' 19''$ Гк 160 14 54,5	$0^h 50^m 29,06^s$	$50^\circ 38' 46''$ 26 19 21
2	0 46 43,78	Вк 49 23 09 Гк 160 18 20	0 50 58,46	50 40 28 26 28 28
3	0 47 15,27	Вк 49 24 38,5 Гк 160 21 17	0 51 23,38	50 42 12 26 36 16,5

Вычисление широты по каждой паре выполнялось по формуле [6]

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\cos \delta_2 \cos t_2 \cos \Delta Z - \cos \delta_1 \cos t_1 - \sin Z_2 \cos \Delta Z / \cos \varphi_0}{\sin \delta_1 - \sin \delta_2 \cos \Delta Z}.$$

Каждому значению широты назначался вес  $P\varphi_i = (\cos A_N - \cos A_S)^2$  и окончательное значение  $\varphi$  получено как средневесовое.

Долгота по отсчетам горизонтального круга вычислялась по формулам [24]

$$\lambda_i = \lambda_0 + \Delta \lambda_i; \quad \Delta \lambda_i = y_i / 15 \cos \varphi;$$

$$y = \frac{[(A_{0N} - A_{0S}) - (N'_N - N'_S)] \operatorname{tg} z}{\cos A_N - \cos A_S},$$

где  $A_{0NS}$  – вычисленные значения азимутов звезд, а  $N'_{NS}$  – измеренные направления на звезды по горизонтальному кругу. Вес  $y_i$  равен  $P_i = 2 \cos^2 A_N \cos^2 z$ .

Окончательное значение долготы пункта будет получено из выражения

$$\lambda = \lambda_0 + y_{\text{cp}} / 15 \cos \varphi,$$

где  $y_{\text{cp}}$  – средневесовое значение.

Также исследовалась возможность совместного определения долготы и широты по парам Цингера. Долгота определялась по отсчетам вертикального круга (разностно-зенитальные определения), а широта по отсчетам горизонтального круга (азимутальные определения). Пример записи наблюдений приведен в табл. 3.

Таблица 3

Журнал определения долготы и широты по паре Цингера  
Дата: 26.03.2007 г.;  $u = 19^h 12^m 26,46^s$ ;  $t = +3,2^\circ$ ;  $P = 749$

Номер отсчета	Звезда № 263-Е. Время	Отсчеты круга	Звезда № 95-В. Время	Отсчеты круга
1	$01^h 01^m 32,22^s$	Вк $33^\circ 48' 54,5''$ Гк 269 58 56	$01^h 04^m 51,44^s$	$33^\circ 57' 36''$ 89 34 02
2	01 01 57,88	Вк 33 45 17 Гк 270 04 02	01 05 24,97	34 02 24 89 41 08
3	01 02 24,34	Вк 33 41 22,5 Гк 270 09 34,5	01 05 54,36	34 06 43 89 47 07,5

Вычисление долготы выполняется по видоизмененным формулам С. С. Уралова [24] и руководства [26]

$$\lambda_i = \lambda_0 + \Delta\lambda_i; \quad \Delta\lambda_i = y_i / 15 \cos \varphi;$$

$$y_i = [(Z_E - Z_W)_{\text{выч}} - (Z_E - Z_W)_{\text{изм}}] / (\sin A_W - \sin A_E).$$

Широта вычислялась по формулам [24]

$$x = \frac{[(A_{0W} - A_{0E}) - (N'_W - N'_E)] \operatorname{tg} z}{\sin A_E - \sin A_W}$$

с весом  $P = 2 \sin^2 A_E \cos^2 z$ , где  $A_{0WE}$  – вычисленные значения азимутов звезд, а  $N'_{WE}$  – измеренные направления на звезды по горизонтальному кругу. Окончательное значение широты получим из выражения

$$\varphi = \varphi_0 + x_{\text{ср.}}$$

Результаты определений астрономических широты и долготы приведены в табл. 4.

## Результаты определений астрономических координат

Определения						
Широта				Долгота		
Число пар	Среднее значение	СКО по одной паре	СКО среднего	Среднее значение	СКО по одной паре	СКО среднего
Пары КРЗС						
8	12,04"	2,82"	0,86"	28,16 <sup>s</sup>	0,36 <sup>s</sup>	0,16 <sup>s</sup>
Пары Цингера						
5	11,96"	2,03"	0,82"	27,61 <sup>s</sup>	0,28 <sup>s</sup>	0,12 <sup>s</sup>

Применение в качестве приемника изображения ПЗС-матрицы позволит повысить как точность, так и производительность определений. Об этом говорят результаты наблюдения Полярной звезды во время затмения Солнца 2008 г., когда применение ПЗС-микрометра позволило зафиксировать колебания отвеса во время полной фазы затмения [27].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Машимов М. М. Высшая геодезия. – М.: ВИА, 1991. – 552 с.
2. Красовский Ф. Н. Новые предложения по уравниванию астрономо-геодезической сети // Избр. соч. Т. 1. – М., 1953. – С. 351–360.
3. Уралов С. С. Современные проблемы геодезической астрономии // Исследования по геодезии, аэрофотосъемке и картографии. – М.: МИИГАиК, 1978. – С. 4–9.
4. Исследования по геодезической астрономии и астрономо-геодезическим приборам. – М.: ЦНИИГАиК, 1980. – Вып. 223. – 190 с.
5. Краснорылов И. И., Львов В. Г., Сафонов Г. Д. Об астрономических определениях в АГС СССР и задачах геодезической астрономии // Геодезия и картография. – 1995. – № 8. – С. 22–27.
6. Глазунов А. С. Исследование и совершенствование разностно-зенитальных способов определения широты : дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / Глазунов Александр Сергеевич. – Новосибирск: СГГА, 2002. – 197 с.
7. Глазунов А. С., Каленицкий А. И. Возможности повышения точности передачи высот квазигеоида // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 2. – С. 74–79.
8. Глазунов А. С. О повышении точности полевых астрономических измерений // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 2. – С. 79–83.
9. Василенко Н. А. Исследование аномалий астрономической рефракции : автореферат на соиск. учен. степ. канд. физ. мат. наук. – Л., 1977. – 15 с.
10. Тютюрев Г. С. Влияние наклона приземного слоя воздуха на определение широты и времени // Вращение Земли. – Киев: Наукова думка, 1963. – С. 281–288.
11. Тютюрев Г. С. Исследование влияния наклонов атмосферных слоев равной плотности на определение широты места и точного времени по аэрологическим данным // Колебание широт и движение полюсов. – М., 1965. – С. 51–72.
12. Нефедьева А. И. Астрономическая рефракция: автореферат на соиск. учен. степ. д-ра физ. мат. наук. – М., 1973. – 19 с.

13. Сергиенко В. И. Исследование влияния рефракционных аномалий на широтные наблюдения в Иркутске и Благовещенске // *Астроном. журн.* – 1970. – Т. 47, № 6. – С. 1328–1336.
14. Мельников О. А. О поправках рефракции для звезд разного цвета // *Астроном. журн.* – Т. 33, № 2. – 1956. – С. 266–273.
15. Могилин А. О. Изучение влияния аномалий астрономической рефракции приземного слоя атмосферы на высокоточные наблюдения: автореферат на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. – М., 1975. – 22 с.
16. Глазунов А. С., Кузьмин М. И. Определение широт по способу Талькотта с наблюдением звезд вне меридиана // *Тр. II Орлов. конф. «Изучение Земли как планеты методами геофизики, геодезии и астрономии».* – Киев: Наукова Думка, 1988. – С. 217–218.
17. Глазунов А. С. О допуске суммы разностей зенитных расстояний звезд в способе Талькотта // *Вестник СГГА.* – 2002. – № 7. – С. 15–17.
18. Глазунов А. С. Обоснование комбинированного разностно-зенитального способа определения широты // *Вестник СГГА.* – 1998. – № 3. – С. 43–46.
19. Пинигин Г. И. Телескопы наземной оптической астрометрии. – Николаев: Атолл, 2000. – 104 с.
20. Die digitalen Zenitcamerasysteme TZK2-D und DIADEM zur hochpräzisen Geoidbestimmung [Электронный ресурс] / С. Hirt, G. Seeber, B. Bürki, A. Müller. – Режим доступа: <http://www.mplusm.at/ifg/download/hirt-05.pdf>
21. Status of Geodetic Astronomy at the Beginning of the 21st Century [Электронный ресурс] / С. Hirt, B. Bürki. – Режим доступа: [http://www.ife.uni-hannover.de/mitarbeiter/seeber/seeber\\_65/pdf\\_65/hirt8.pdf](http://www.ife.uni-hannover.de/mitarbeiter/seeber/seeber_65/pdf_65/hirt8.pdf)
22. A small CCD zenith camera (ZC-G1)-developed for rapid geoid monitoring in difficult projects: Докл. [13 National Conference of Yugoslav Astronomers, Belgrade, Oct. 17–20, 2002]. Gerstbach G. Pilcher H. Публ. Опсерв. Београду. – 2003. – № 75. – Р. 221–228.
23. Глазунов А. С., Голдобин Д. Н., Коршиков В. В. Полевой астрономический оптико-электронный комплекс // *ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.).* – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 2, ч. 2. – С. 79–83.
24. Уралов С. С. Курс геодезической астрономии. – М.: Недра, 1980. – 592 с.
25. Глазунов А.С. Модифицированная методика определения широты и долготы для электронного теодолита (тахеометра) // *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. 225–229.
26. Руководство по астрономическим определениям. – М.: Недра, 1984. – 384 с.
27. Глазунов А. С., Голдобин Д. Н. Результаты наблюдения Полярной звезды в период солнечного затмения 1.08.08 г. // *ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.).* – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 3. – С. 56–59.

Получено 16.07.2014

© А. С. Глазунов, 2014

УДК 528.21/22

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СМЕШАННЫХ И ЧИСТЫХ АНОМАЛИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

*Александр Викторович Елагин*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: elav@ngs.ru

*Инна Евгеньевна Дорогова*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: inna\_dorogova@mail.ru

*Артем Владимирович Мареев*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: artemi2013@mail.ru

Рассмотрена проблема перехода от чистых к смешанным аномалиям силы тяжести и обратно. В случае, если известны геодезические и нормальные высоты, а также формулы вычислений аномалий силы тяжести, рекомендуется переходить к измеренным ускорениям силы тяжести, затем вычислять аномалии с использованием эллипсоида, связанного с требуемой системой координат. В случае, если неизвестны высоты, то для перехода от чистых к смешанным аномалиям и обратно используется эллипсоид, согласованный с формулами вычисления нормального ускорения силы тяжести. Предлагается обработку гравиметрической информации производить с использованием параметров согласованного эллипсоида, а результаты обработки преобразовывать в требуемую систему координат с соответствующим эллипсоидом.

**Ключевые слова:** сила тяжести, чистая аномалия, смешанная аномалия, квазигеоид, эллипсоид, нормальное поле силы тяжести.

## RESEARCH OF RELATIONSHIP GRAVITY DISTURBANCE AND GRAVITY ANOMALY

*Aleksandr V. Elagin*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Associate Prof., Department of physical geodesy and remote sensing, e-mail: elav@ngs.ru

*Inna E. Dorogova*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., senior Lecturer, Department of physical geodesy and remote sensing, e-mail: inna\_dorogova@mail.ru

*Artem V. Mareev*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Postgraduate student, Department of physical geodesy and remote sensing, e-mail: artemi2013@mail.ru

Considers the problem of transition from gravity disturbance to gravity anomaly and back. If the known geodetic and normal height, and the formula for calculating the gravity disturbance or gravity anomaly, then recommended switch to measure the acceleration of gravity. Then anomalies

is calculated using the ellipsoid associated with the desired coordinate system. If the height is unknown, then for transition from gravity anomaly to gravity disturbance and back using the ellipsoid, as agreed with the calculation formula of the normal gravity acceleration. Gravimetric data processing performed using the agreed parameters of the ellipsoid, and the results of processing to convert the desired coordinate system.

**Key words:** gravity, gravity anomaly, gravity disturbance, quasigeoid, ellipsoid, normal gravity field.

С развитием спутниковых радионавигационных систем (GPS, ГЛОНАСС и др.) появилась возможность оперативного и точного определения геодезических координат  $B, L, H$  пунктов, на которых измеряются ускорения силы тяжести  $g$ . По этим данным на каждом гравиметрическом пункте могут быть вычислены чистые аномалии силы тяжести

$$\delta g = g - \gamma, \quad (1)$$

где  $\gamma$  – нормальное ускорение силы тяжести двухосного земного эллипсоида в пункте с координатами  $B, L, H$ .

В то же время по нормальным высотам  $H^\gamma$  (рисунок), полученным из нивелирования, и данным гравиметрических измерений могут быть определены смешанные аномалии силы тяжести

$$\Delta g = g - \gamma_N, \quad (2)$$

где  $\gamma_N$  – нормальное ускорение силы тяжести в точке с координатами  $B, L, H^\gamma$ .

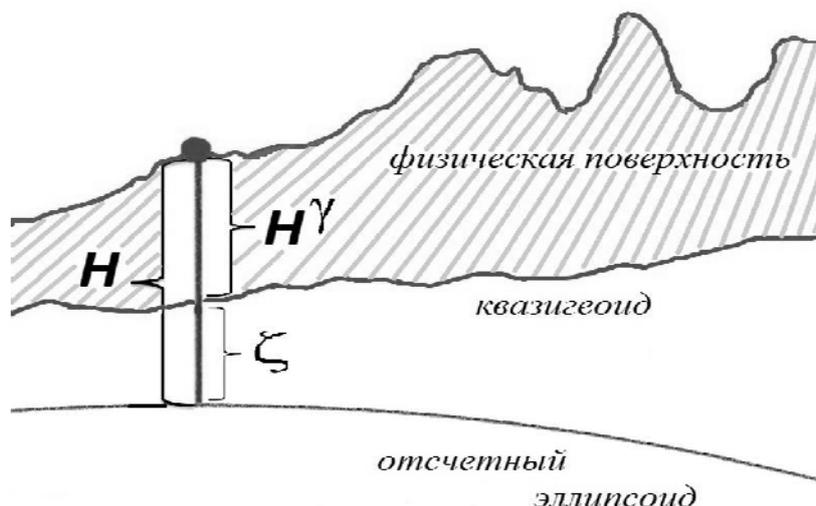


Рис. Связь геодезических и нормальных высот через высоты квазигеоида

Нормальное ускорение силы тяжести земного эллипсоида может быть найдено с помощью различных приближенных и точных формул. В приближенных формулах (Клеро, Гельмерта, Кассиниса) [1] используются эмпирические ко-

эффиценты, полученные из обработки гравиметрической информации. В точных формулах (Сомильяна [2], Еремеева и Юркиной [3], Сурнина [4], Елагина [2] и т. д.) нормальное ускорение силы тяжести на эллипсоиде и вне его зависит от четырех фундаментальных геодезических параметров нормальной Земли: большой полуоси эллипсоида –  $a$ , сжатия эллипсоида –  $\alpha$ , гравитационного параметра Земли –  $fM$  и угловой скорости вращения Земли –  $\omega$ .

В представленных ниже численных экспериментах вычисление значения нормального ускорения силы тяжести выполнялось по трем формулам: точным формулам Елагина и Сомильяна и приближенной формуле Гельмерта.

В формулах Елагина нормальное ускорение силы тяжести выражено через следующие эллипсоидальные параметры:  $a$  – большая полуось земного эллипсоида;  $e$  – эксцентриситет;  $c$  – удаление фокусов эллипсоида от центра;  $\tilde{a}$ ,  $\tilde{b}$  – большая и малая полуоси софокусного эллипсоида, на котором расположена заданная точка  $P$ ;  $\tilde{u}$  – приведенная широта точки  $P$  на софокусном эллипсоиде [2, 5]. Формулы имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} q &= \frac{1}{2} \left[ \left( 1 + 3 \frac{\tilde{b}^2}{c^2} \right) \operatorname{arctg} \frac{c}{\tilde{b}} - 3 \frac{\tilde{b}}{c} \right]; \quad q_0 = \frac{1}{2} \left[ \left( 1 + 3 \frac{b^2}{c^2} \right) \operatorname{arctg} \frac{c}{b} - 3 \frac{b}{c} \right]; \\ G &= -\frac{fM}{\tilde{a}} - \frac{\omega^2 a^2 \tilde{a}}{q_0 c} \left( 1 - \frac{\tilde{b}}{c} \operatorname{arctg} \frac{c}{\tilde{b}} - \frac{c^2}{3\tilde{a}^2} \right) \left( \frac{3}{2} \sin^2 \tilde{u} - \frac{1}{2} \right) + \omega^2 \tilde{a} \tilde{b} \cos^2 \tilde{u}; \\ E &= \omega^2 \left( a^2 \frac{q}{q_0} - \tilde{a}^2 \right) \sin \tilde{u} \cos \tilde{u}; \\ \gamma_x &= \frac{G \tilde{b} \cos \tilde{u} - E \tilde{a} \sin \tilde{u}}{\tilde{a}^2 \sin^2 \tilde{u} + \tilde{b}^2 \cos^2 \tilde{u}}; \quad \gamma_z = \frac{G \tilde{a} \sin \tilde{u} + E \tilde{b} \cos \tilde{u}}{\tilde{a}^2 \sin^2 \tilde{u} + \tilde{b}^2 \cos^2 \tilde{u}}; \\ \gamma &= \sqrt{\gamma_x^2 + \gamma_z^2}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Перечисленные эллипсоидальные параметры связаны с прямоугольными координатами пунктов следующими соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} r^2 &= X^2 + Y^2 + Z^2; \quad e = \sqrt{2\alpha - \alpha^2}; \quad c = ae; \\ \tilde{b} &= \sqrt{\frac{1}{2}(r^2 - c^2) + \frac{1}{2} \left[ (r^2 - c^2)^2 + 4c^2 Z^2 \right]^{\frac{1}{2}}}; \\ \tilde{a} &= \sqrt{\tilde{b}^2 + c^2}; \quad \cos \tilde{u} = \frac{1}{\tilde{a}} \sqrt{X^2 + Y^2}; \quad \sin \tilde{u} = \sqrt{1 - \cos^2 \tilde{u}}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Формула Сомильяна для вычисления нормального ускорения силы тяжести на эллипсоиде имеет вид:

$$\gamma_0 = \frac{\gamma_e a \cos^2 B + \gamma_p b \sin^2 B}{\sqrt{a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B}}, \quad (5)$$

где

$$\left. \begin{aligned} \gamma_e &= \frac{fM}{a^2} \left( 1 - \frac{3}{2}q + \alpha + \alpha^2 - \frac{3}{7}\alpha q + \alpha^3 - \frac{125}{294}\alpha^2 q \right); \\ \gamma_p &= \frac{fM}{a^2} \left[ 1 + \left( 1 - \frac{\alpha}{7} - \frac{\alpha^2}{147} \right) q \right]; \\ b &= a(1 - \alpha); \quad q = \frac{\omega^2 a^3}{fM}. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

В нашей стране для вычисления аномалий силы тяжести на поверхности эллипсоида широкое распространение получила приближенная формула Гельмерта. Это связано с тем, что сжатие эллипсоида Гельмерта почти совпадает с сжатиями эллипсоидов Красовского и современных общеземных эллипсоидов. Формула Гельмерта для вычисления нормального ускорения силы тяжести на эллипсоиде в системе Международной гравиметрической стандартизированной сети 1971 г. имеет вид:

$$\gamma'_0 = 978\,030(1 + 0,005\,302 \sin^2 B - 0,000\,007 \sin^2 2B) - 14. \quad (7)$$

Нормальные ускорения силы тяжести, вычисленные по формуле Гельмерта, могут быть преобразованы в нормальные ускорения Сомильяна путем введения поправки

$$\delta\gamma = (\gamma_e - 978\,030) + (\gamma_e \beta - 5\,185,515\,06) \sin^2 B - (\gamma_e \beta_1 - 6,846\,21) \sin^2 2B + 14.$$

Для вычисления нормального ускорения силы тяжести вне эллипсоида значения нормального ускорения силы тяжести, вычисленные по формулам (5) или (7), подставляются в следующие выражения [6]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \gamma}{\partial H} &= -2 \frac{\gamma_0}{a} \left( 1 + \alpha - 2\alpha \sin^2 B + \frac{3}{2}\alpha^2 - 2\alpha^2 \sin^4 B \right) - 2\omega^2; \\ \frac{\partial^2 \gamma}{\partial H^2} &= \frac{6\gamma_0}{a^2 (1 - \alpha \sin^2 B)^2}; \\ \gamma &= \gamma_0 + \frac{\partial \gamma}{\partial H} H + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \gamma}{\partial H^2} H^2. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Задача перехода от чистых к смешанным аномалиям силы тяжести и обратно возникает при обработке гравиметрической информации с помощью алгоритмов, позволяющих использовать либо только чистые, либо только смешанные аномалии силы тяжести.

При переходе от чистых к смешанным аномалиям и обратно целесообразно вначале восстановить измерение, поскольку измеренный модуль вектора ускорения силы тяжести обладает одним важным свойством – в разных неподвижных относительно Земли системах координат он имеет одно и то же значение, а нормальное ускорение силы тяжести в точке измерения зависит от системы координат, т. е. как от параметров эллипсоида, так и от ориентировки этого эллипсоида в теле Земли. Перейти от аномалий к самим измерениям можно по следующим формулам:

$$g = \delta g + \gamma;$$

$$g = \Delta g + \gamma_N.$$

Однако восстановить измерения возможно, если точно известны геодезические высоты (в случае чистых аномалий) или нормальные высоты пунктов измерений (в случае смешанных аномалий), а также известны формулы, по которым были вычислены аномалии силы тяжести.

В качестве примера выполним вычисления аномалий силы тяжести для гравиметрического пункта Ганновер [7]. Чистая аномалия для пункта Ганновер известна в системе координат ETRS89 и составляет  $\delta g = 15,024$  мГал. Параметры нормальной Земли в системе ETRS89 и геодезические координаты пункта Ганновер имеют следующие значения:  $a' = 6\,378\,137$  м;  $\alpha' = 1 / 298,257\,222\,101$ ;  $fM' = 398\,600,5 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup>с<sup>-2</sup>;  $\omega = 7,292\,115 \cdot 10^{-5}$  рад · с<sup>-1</sup>;  $B' = 52^\circ 22' 16,323\,8''$ ;  $L' = 9^\circ 44' 44,526\,4''$ ;  $H' = 95,029$  м.

Для вычисления нормального ускорения силы тяжести по формулам Елагина перейдем от геодезических к прямоугольным координатам пункта [8, 2, 9]:

$$e'^2 = 2\alpha' - \alpha'^2, \quad N' = \frac{a'}{\sqrt{1 - e'^2 \sin^2 B'}};$$

$$X' = (N' + H') \cos B' \cos L';$$

$$Y' = (N' + H') \cos B' \sin L';$$

$$Z' = (N' + H' - N'e'^2) \sin B'.$$

В результате вычисления получены прямоугольные координаты пункта Ганновер в системе координат ETRS89:  $X' = 3\,846\,072,147$  м;  $Y' = 660\,579,025$  м;  $Z' = 5\,028\,202,193$  м.

Подставив параметры нормальной Земли и прямоугольные координаты в формулы (3) и (4), получаем нормальное ускорение силы тяжести в центре пункта Ганновер:  $\gamma = 981\,250,817$  мГал, а также измеренное ускорение силы тяжести:  $g = 15,024$  мГал +  $981\,250,817$  мГал =  $981\,265,841$  мГал.

После восстановления измеренного значения ускорения силы тяжести для вычисления значения нормального ускорения силы тяжести необходимо перевести координаты пункта в ту систему координат, в которой предполагается произвести обработку гравиметрических измерений. Допустим, для пункта Ганновер предполагается провести обработку в системе координат WGS84 G(1150). Преобразование прямоугольных координаты пункта Ганновер из системы координат ETRS89 в систему координат WGS84 G(1150) выполним по формулам Гельмерта [8]:

$$X = X' + X'\Delta m - Z'\omega_y + Y'\omega_z + \Delta x;$$

$$Y = Y' + Y'\Delta m - X'\omega_z + Z'\omega_x + \Delta y;$$

$$Z = Z' + Z'\Delta m - Y'\omega_x + X'\omega_y + \Delta z.$$

Для этого используем следующие значения параметров взаимного ориентирования систем координат:  $\Delta x = -0,030\,0$  м;  $\Delta y = -0,046\,8$  м;  $\Delta z = 0,075\,8$  м;  $\Delta m = -0,005\,90 \cdot 10^{-6}$ ;  $\omega_x = \omega_y = 0$ ;  $\omega_z = 0,000\,16''$ . В результате преобразования получаем прямоугольные координаты в системе WGS84 G(1150):  $X = 3\,846\,072,095$  м;  $Y = 660\,578,972$  м;  $Z = 5\,028\,202,239$  м.

Полученные прямоугольные координаты могут быть преобразованы в геодезические по итерационным формулам Лапинга [10]:

$$\left. \begin{aligned} Q &= \sqrt{X^2 + Y^2}; \quad B^1 = \operatorname{arctg} \frac{Z}{Q(1-e^2)}; \\ i = 1, 2, 3, \dots \quad N^i &= \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 B^i}}; \quad T^i = Z + N^i e^2 \sin B^i, \quad B^{i+1} = \operatorname{arctg} \left( \frac{T^i}{Q} \right); \\ H &= Q \cos B + Z \sin B - N(1 - e^2 \sin^2 B). \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Геодезические координаты пункта Ганновер, вычисленные по формулам Лапинга, имеют следующие значения:  $B = 52^\circ 22' 16,326''$ ;  $L = 9^\circ 44' 44,524''$ ;  $H = 95,029$  м.

Кроме того, из результатов нивелирования известна нормальная высота на пункте Ганновер  $H^y = 52,251$  м в системе немецкой главной высотной се-

ти 1992 г. (DHHN92). Поскольку нормальные высоты отсчитываются от поверхности квазигеоида, их значения не изменяются при переходе от системы координат ETRS89 к системе WGS84 G(1150). По известным значениям геодезической и нормальной высот вычисляем высоту квазигеоида [11]  $\zeta = H - H^y = 95,029 \text{ м} - 52,251 \text{ м} = 42,778 \text{ м}$ .

Между чистыми и смешанными аномалиями существует связь, которая может быть получена из фундаментального уравнения физической геодезии [2, 12].

$$\frac{\partial T}{\partial H} - \frac{\partial \gamma}{\partial H} \frac{T}{\gamma_N} = -\Delta g,$$

где  $T$  – возмущающий потенциал.

Так как  $\frac{\partial T}{\partial H} = -\delta g$ , а  $\frac{T}{\gamma_N} = \zeta$ , то получаем уравнение связи чистых и смешанных аномалий силы тяжести в следующем виде [13]:

$$\delta g = \Delta g - \frac{\partial \gamma}{\partial H} \zeta. \tag{10}$$

Производная  $\frac{\partial \gamma}{\partial H}$  вычисляется по первой формуле выражений (8).

Результаты вычисления чистой и смешанной аномалий силы тяжести на пункте Ганновер по формулам Елагина, Сомильяна, Гельмерта, Гельмерта с поправкой за переход к формуле Сомильяна и формуле (10) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Чистые и смешанные аномалии силы тяжести на пункте Ганновер

Формулы	Чистая аномалия, мГал	Смешанная аномалия, мГал
Елагина (10)	15,167 15,122	1,970
Сомильяна (10)	15,167 15,067	1,970
Гельмерта (10)	18,913 18,913	5,761
Гельмерта с поправкой (10)	15,045 15,097	1,896

Из табл. 1 видно, что чистые и смешанные аномалии, вычисленные по формуле Гельмерта, на несколько миллигал отличаются от аномалий, найденных по формулам Елагина и Сомильяна. По мнению авторов, причина такого

расхождения кроется в том, что формуле Гельмерта соответствует свой согласованный эллипсоид, и в выражение (10) необходимо подставлять высоты квазигеоида, отсчитанные от этого эллипсоида. Формула (10) замечательна тем, что она напрямую связывает чистые и смешанные аномалии, для ее применения необязательно знать геодезические и нормальные высоты, достаточно знать высоту квазигеоида, но в этом случае вычисленная чистая аномалия будет связана с тем же эллипсоидом, что и смешанная аномалия, и наоборот.

Однако известно, что при выводе формул в качестве нормальной Земли Гельмерт использовал не эллипсоид вращения, а уровенный сфероид. Радиус-вектор  $r$  этого сфероида может быть вычислен по формулам Бурша [14] в виде разложения в ряд по сферическим функциям с учетом зональных гармоник четвертого или шестого порядков:

$$\beta = 0,005\ 302; \quad \beta_1 = 0,000\ 007; \quad \gamma_e = 9,780\ 30\text{мс}^{-2} - 0,000\ 14\text{мс}^{-2};$$

$$U_0 = \sqrt{fM\gamma_e} \left( 1 + \frac{1}{6}\beta + \frac{2}{3}q + q\beta - \frac{5}{6}q^2 - \frac{23}{120}\beta^2 - \frac{4}{15}\beta_1 \right);$$

$$R_0 = \frac{fM}{U_0}; \quad v = \frac{a}{R_0};$$

$$J_2 = -\frac{e^2}{3} + \frac{2}{45}\frac{q}{q_0}e^3; \quad J_4 = \frac{3}{35}e^2(10J_2 - e^2); \quad J_6 = -\frac{e^4}{21}(15J_2 - 2e^2);$$

$$a_0 = \frac{1}{3}v^{-3}q + \frac{2}{5}v^{-6}q^2 - \frac{1}{15}v^{-1}J_2q - \frac{2}{5}v^4J_2^2 + \frac{24}{35}v^{-9}q^3 - \frac{8}{35}v^{-4}J_2q^2 + \\ + \frac{1}{21}vJ_2^2q + \frac{2}{5}v^6J_2^3;$$

$$a_2 = v^2J_2 - \frac{1}{3}v^{-3}q - \frac{4}{7}v^{-6}q^2 + \frac{5}{21}v^{-1}J_2q - \frac{4}{7}v^4J_2^2 - \frac{8}{7}v^{-9}q^3 + \\ + \frac{4}{7}v^{-4}J_2q^2 + 3v^6J_2^3 - \frac{12}{7}v^6J_2J_4 - \frac{1}{21}vJ_2^2q + \frac{2}{21}vJ_4q;$$

$$a_4 = v^4J_4 + \frac{6}{35}v^{-6}q^2 - \frac{6}{35}v^{-1}J_2q - \frac{36}{35}v^4J_2^2 + \frac{216}{385}v^{-9}q^3 - \frac{192}{385}v^{-4}J_2q^2 + \\ + \frac{6}{77}vJ_2^2q + \frac{108}{55}v^6J_2^3 - \frac{120}{77}v^6J_2J_4 - \frac{19}{77}vJ_4q;$$

$$a_6 = v^6J_6 - \frac{8}{77}v^{-9}q^3 + \frac{12}{77}v^{-4}J_2q^2 - \frac{6}{77}vJ_2^2q + \frac{18}{11}v^6J_2^3 - \frac{30}{11}v^6J_2J_4 + \frac{5}{33}vJ_4q;$$

$$\Phi = \operatorname{arctg} \left[ (1 - e^2) \operatorname{tg} B \right];$$

$$P_2(\sin \Phi) = \frac{3}{2} \sin^2 \Phi - \frac{1}{2}; \quad P_4(\sin \Phi) = \frac{35}{8} \sin^4 \Phi - \frac{15}{4} \sin^2 \Phi + \frac{3}{8};$$

$$P_6(\sin \Phi) = \frac{1}{16} (231 \sin^6 \Phi - 315 \sin^4 \Phi + 105 \sin^2 \Phi - 5);$$

$$\rho = R_0 (1 + a_0 + a_2 P_2(\sin \Phi) + a_4 P_4(\sin \Phi) + a_6 P_6(\sin \Phi)).$$

Выполним переход от геоцентрических координат к прямоугольным координатам меридианного эллипса:

$$X = \rho \cos \Phi; \quad Y = 0; \quad Z = \rho \sin \Phi.$$

От них по формулам Лапинга (9) перейдем к геодезическим широтам  $B$  и высотам  $H$  точек сфероида Гельмерта относительно эллипсоида WGS84 G(1150).

Представленные выше формулы позволяют определять разности нормальных ускорений силы тяжести, вычисленные по приближенной формуле Гельмерта на сфероиде Гельмерта и по точным формулам Сомильяна на эллипсоиде WGS84 при изменении широты от 0 до 90°, а также отклонения  $H$  сфероида от этого эллипсоида. Далее находим параметры эллипсоида, согласованного с формулой Гельмерта, при которых эти разности были бы минимальными. При этом центр и ориентировка эллипсоида в теле Земли совпадают с эллипсоидом системы координат WGS84 G(1150). В результате численных экспериментов получены следующие параметры согласованного эллипсоида:  $\bar{a} = 6\,378\,215,825$  м;  $\bar{\alpha} = 1/298,16$ ;  $f\bar{M} = 398\,603 \cdot 10^9 \text{ м}^3 \text{ с}^{-2}$ ;  $\omega = 7,292\,115 \cdot 10^{-5} \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$ . В дальнейшем все величины, связанные с согласованным эллипсоидом, будут обозначаться с верхней чертой.

Преобразуем формулу Сомильяна в формулу Клеро с учетом параметров согласованного эллипсоида, получим [2]

$$\gamma_0^s = 978\,015,557 (1 + 0,005\,301\,600\,8 \sin^2 \bar{B} - 0,000\,005\,851 \sin^2 2\bar{B}). \quad (11)$$

Если найти разность правых частей полученной формулы (11) и формулы Гельмерта (7), получим поправку к формуле Гельмерта для перехода к нормальным ускорениям силы тяжести, вычисленным по формуле Сомильяна

$$\delta\gamma = -0,443 - 0,467 \sin^2 \bar{B} + 1,124 \sin^2 2\bar{B}. \quad (12)$$

В табл. 2 представлены разности  $\Delta\gamma_0$  нормальных ускорений силы тяжести, вычисленные по формуле Сомильяна и Гельмерта для разных широт, а также поправки в формулы Гельмерта  $\delta\gamma$  и геодезические высоты  $\bar{H}$  сфероид Гельмерта относительно согласованного эллипсоида.

Таблица 2

Разности нормальных ускорений на сфероиде Гельмерта и согласованном эллипсоиде, поправки за переход к формуле Сомильяна и высоты сфероид

Широта $\bar{B}$ , градусы	$\Delta\gamma_0$ , мГал	$\delta\gamma$ , мГал	$\bar{H}$ , мм
0	-0,44	-0,44	-0,4
5	-0,41	-0,41	-0,3
10	-0,32	-0,32	0,0
15	-0,19	-0,19	0,5
20	-0,03	-0,03	1,1
25	0,13	0,13	1,7
30	0,28	0,28	2,2
35	0,39	0,40	2,6
40	0,44	0,45	2,9
45	0,43	0,45	3,1
50	0,36	0,37	3,2
55	0,22	0,24	3,2
60	0,03	0,05	3,3
65	-0,18	-0,17	3,3
70	-0,40	-0,39	3,3
75	-0,60	-0,60	3,3
80	-0,77	-0,76	3,3
85	-0,87	-0,87	3,3
90	-0,91	-0,91	3,3

По формулам Лапинга (9) вычислим геодезические координаты пункта Ганновер относительно согласованного эллипсоида, получим  $\bar{B} = 52^{\circ}22'16,552 9''$ ;  $\bar{L} = 9^{\circ}44'44,524 1''$ ;  $\bar{H} = 20,737$  м. Высота квазигеоида над согласованным эллипсоидом  $\bar{\zeta} = \bar{H} - H^y = 20,737 \text{ м} - 52,251 \text{ м} = -31,514 \text{ м}$ .

С использованием параметров согласованного эллипсоида вычислим чистые и смешанные аномалии для пункта Ганновер по формулам Елагина (3), (4), Сомильяна (5), (6), (8), Гельмерта (7), (8) и формуле (10). Также найдем чистую

и смешанную аномалии по формуле Гельметра с поправкой за переход от формулы Гельмерта к формуле Сомильяна. Результаты вычислений представлены в табл. 3.

Таблица 3

Чистые и смешанные аномалии, вычисленные по параметрам эллипсоида, согласованного с формулой Гельмерта

Формулы	Чистая аномалия, мГал	Смешанная аномалия, мГал
Елагина (10)	9,793 9,826	19,514
Сомильяна (10)	9,771 9,771	19,459
Гельмерта (10)	10,067 10,068	19,756
Гельмерта с поправкой (10)	9,752 9,752	19,440

Из табл. 3 видно, что для согласованного эллипсоида чистая и смешанная аномалии, вычисленные по формуле Гельмерта, отличаются от аномалий, вычисленных по формулам Елагина и Сомильяна, на 0,3 мГал. Если в чистую аномалию, вычисленную с использованием формулы Гельмерта, ввести поправку за переход к формуле Сомильяна (12)  $\delta\gamma = 0,315$  мГал, то максимальное отличие составит 0,08 мГал.

По результатам выполненных экспериментов можно сформулировать несколько рекомендаций по обработке разнородной гравиметрической информации.

Если известны геодезические высоты (в случае чистых аномалий) или нормальные высоты (в случае смешанных аномалий), а также формулы, по которым они вычислялись, то целесообразно восстановить сами измерения ускорений силы тяжести, а затем вычислить нужный тип аномалий в выбранной для обработки системе координат с соответствующим эллипсоидом.

Допустим ситуацию, когда на части территории известны чистые аномалии и геодезические координаты пунктов, а на другой части – только широты, долготы пунктов и смешанные аномалии, вычисленные с использованием формулы Гельмерта. В этом случае можно поступить двояко: либо напрямую ввести в аномалии поправку за переход к нормальным ускорениям Сомильяна и дальнейшие вычисления выполнять на эллипсоиде WGS84, либо перевести чистые аномалии на согласованный эллипсоид. Далее в обоих случаях чистые аномалии силы тяжести перевычисляются в смешанные аномалии с использованием формулы (10) и весь массив смешанных аномалий обрабатывается по единому алгоритму. Точно также можно перевести смешанные аномалии в чистые и выполнить обработку всего массива чистых аномалий.

В случае обработки на согласованном эллипсоиде в смешанные и чистые аномалии, вычисленные с использованием формулы Гельмерта, также рекомендуется вводить поправки за переход от формулы Гельмерта к формуле Сомильяна, что повысит точность конечных результатов.

После обработки гравиметрической информации на согласованном эллипсоиде высоты квазигеоида и уклонения отвесных линий могут быть пересчитаны на эллипсоид WGS84 по следующим формулам [8]:

$$\zeta = \bar{\zeta} - \frac{\bar{a}}{\bar{N}} \Delta a + \bar{N} \sin^2 \bar{B} \frac{\Delta e^2}{2};$$

$$\xi = \bar{\xi} - \frac{\bar{N} \sin \bar{B} \cos \bar{B}}{(\bar{M} + \bar{H})} \left[ \frac{\Delta a \bar{e}^2}{\bar{a}} + \left( 1 + \frac{\bar{N}^2}{\bar{a}^2} \right) \frac{\Delta e^2}{2} \right];$$

$$\eta = \bar{\eta},$$

где

$$\Delta a = a - \bar{a}; \quad \Delta e^2 = e^2 - \bar{e}^2;$$

$$\bar{M} = \frac{\bar{a}(1 - \bar{e}^2)}{(1 - \bar{e}^2 \sin^2 \bar{B})^3}; \quad \bar{N} = \frac{\bar{a}}{\sqrt{1 - \bar{e}^2 \sin^2 \bar{B}}}.$$

В формулу (10) необходимо подставлять известную высоту квазигеоида над эллипсоидом. Если высоты квазигеоида не известны, остается один выход – воспользоваться локальной или глобальной моделью квазигеоида. Для пункта Ганновер высота квазигеоида относительно эллипсоида системы координат WGS84 была вычислена по глобальной модели гравитационного поля Земли EGM2008 [15, 16, 17]. Это значение отличается от вычисленного по спутниковым и нивелирным измерениям на 62 см. Отсюда, погрешность в аномалиях будет приблизительно равна  $0,3086 \text{ мГал/м} \cdot 0,62 \text{ м} = 0,19 \text{ мГал}$ .

При вычислении смешанных аномалий может возникнуть ситуация, когда нормальные высоты разных пунктов относятся к различным системам нормальных высот. Например, пункт Ганновер относится к Амстердамской системе высот, а нам требуются высоты в Кронштадтской системе высот. Разность начал систем высот определяется из гравиметрических и нивелирных измерений. В данном случае начальный пункт Кронштадтской системы высот на 16 см выше начального пункта Амстердамской системы высот. Вычислим разность потенциалов уровенных поверхностей, проходящих через начала счета высот

$$dW = -\gamma dh = -9,78 \text{ мс}^{-2} \cdot 0,16 \text{ м} = -1,56 \text{ м}^2 \text{с}^{-2}.$$

Для вычисления поправок в нормальные высоты необходимо эту разность потенциалов делить на конкретные значения нормального ускорения силы тяжести в заданных точках:

$$\delta h = \frac{dW}{\gamma}.$$

Поправка в смешанные аномалии силы тяжести за разность потенциалов уровенных поверхностей может быть найдена по формуле:

$$\delta \Delta g_{dw} = -\frac{\partial \gamma}{\partial H} \frac{dW}{\gamma}.$$

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-27-00068).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грушинский Н. П. Теория фигуры Земли. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – 512 с.
2. Елагин А. В. Теория фигуры Земли: учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 175 с.
3. Еремеев В. Ф., Юркина М. И. Теория высот в гравитационном поле Земли. – М.: Недра, 1971. – 144 с.
4. Ротова Н. В. Исследование эффективности формул для вычисления нормального ускорения силы тяжести в трехмерном пространстве // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 1, ч. 2. – С. 46–52.
5. Елагин А. В. Вычисление нормального ускорения силы тяжести вне эллипсоида // 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. 245–247.
6. Grote T. Regionale Quasigeoidmodellierung aus heterogenen Daten mit «cm» – Genauigkeit. Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universitat Hannover. Nr. 212. Hannover 1996. – 109 p.
7. Das Deutsche Schweregrundnetz 1994 (DSGN94). Band I. Deutsche Geodatische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften / W. Torge and al. – Reihe B: Angewandte Geodasie, Heft Nr. 309. Munchen 1999. – 236 p.
8. Афонин К. Ф. Высшая геодезия. Системы координат и преобразования между ними: учеб.-метод. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2011. – 66 с.
9. Елагин А. В. Преобразование прямоугольных координат в геодезические с использованием направления силовой линии нормального гравитационного поля // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 83–85.
10. Лапинг К. А. Вычисление координат и высот точек по измеренным азимутам нормальных сечений и углам наклона хорд на двух исходных пунктах // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1962. – № 1. – С. 3–8.
11. Торге В. Гравиметрия / Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 429 с.

12. Огородова Л. В. О вычислении аномального потенциала по чистым и смешанным аномалиям силы тяжести // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2006. – № 5. – С. 77–84.
13. Бровар В. В. О возможном повышении точности гравиметрических выводов в геодезии // Астрономический журнал. – Том 48. – 1971. – Вып. 6. – С. 1327–1331.
14. Бурша М. Основы космической геодезии. Ч. II. Динамическая космическая геодезия (перев. с чешского) – М.: Недра, 1975. – 280 с.
15. Сравнение и анализ аномалий силы тяжести, полученных по данным глобальной модели EGM2008 и гравиметрических измерений на локальных участках земной поверхности / В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, Б. А. Харченко // 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. 197–203.
16. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г. Анализ изменений гравитационного поля и высот квазигеоида, обусловленных сейсмической активностью // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 8–13.
17. Канушин В. Ф., Ганагина И. Г., Голдобин Д. Н. Моделирование аномального гравитационного поля в Арктическом бассейне // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 178–181.

Получено 01.09.2014

© А. В. Елагин, И. Е. Дорогова, А. В. Мареев, 2014

УДК 528.23

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ РОССИИ С УЧЕТОМ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ**

***Елена Михайловна Мазурова***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

***Константин Михайлович Антонович***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

***Елена Константиновна Лагутина***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (913)771-84-45, e-mail: e.k.lagutina@ssga.ru

***Леонид Алексеевич Липатников***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, младший научный сотрудник, тел. (923)227-89-57, e-mail: lipatnikov\_l@mail.ru

Проанализированы результаты выполнения программы по построению современной спутниковой государственной геодезической сети России трех уровней (ФАГС, ВГС и СГС-1), а также точность ее связи с геодезическими сетями триангуляции и полигонометрии 1–4-го классов. Определена взаимная пространственно-временная устойчивость геодезических построений на коротких и длинных интервалах времени.

**Ключевые слова:** координатно-временное и навигационное обеспечение, государственная геодезическая сеть, состояние, точность, устойчивость, глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС).

## **ANALYSIS OF THE RUSSIAN NATIONAL REFERENCE NETWORK CONDITION CONSIDERING MODERN AND PROSPECTIVE REQUIREMENTS**

***Elena M. Mazurova***

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., professor of physical geodesy and remote sensing department, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

***Konstantin M. Antonovich***

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (383)361-01-59, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

***Elena K. Lagutina***

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., senior teacher, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, tel. (913)771-84-45, e-mail: e.k.lagutina@ssga.ru

**Leonid A. Lipatnikov**

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., junior researcher, tel. (923)227-89-57, e-mail: lipatnikov\_1@mail.ru

The development results of the new three-level Russian national reference network and precision of its connection to the national network of the previous generation are analyzed. Mutual temporal stability of geodetic networks is estimated for short- and long-term periods.

**Key words:** coordinate-time and navigation support, national reference network, condition, precision, stability, Global Navigation Satellite Systems (GNSS).

## Введение

Геодезическая сеть, как физическое представление координатной основы, является одним из ключевых элементов единой системы координатно-временного и навигационного обеспечения (КВНО), во многом определяющим ее основные характеристики. Обеспечение оптимальной доступности для потребителя и повышение точности КВНО возможно только в том случае, если координатная основа отвечает определенным требованиям, вытекающим из тех задач, которые она призвана решать. Данная статья посвящена анализу состояния координатной основы России с точки зрения современных и перспективных требований.

## Состояние государственной геодезической сети

В настоящее время в России создана государственная геодезическая сеть (ГГС) новой структуры. В соответствии с Основными положениями о государственной геодезической сети Российской Федерации [1], создано 50 пунктов фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС), 300 пунктов высокоточной геодезической сети (ВГС), а также около 4 500 пунктов спутниковой геодезической сети 1-го класса (СГС-1) из 6 000 запланированных [2]. Таким образом, создание пунктов ФАГС и ВГС выполнено полностью, создание пунктов СГС-1 на 2013 г. завершено примерно на 75 %. В состав ФАГС по соглашению с Роскосмосом включены пункты Системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ), Международной службы ГНСС (International GNSS Service – IGS), Государственной службы времени и частоты (ГСВЧ), пункты радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ) [3].

Государственная геодезическая сеть РФ создавалась в соответствии с разработанной в 1995 г. Концепцией перехода топографо-геодезического производства на автономные методы спутниковых координатных определений. За время, прошедшее с момента создания Концепции, произошли серьезные изменения в техническом (развернуты новые системы позиционирования, введены новые виды измерений) и методическом обеспечении ГНСС, вследствие чего созданная на данный момент ГГС уже не соответствует передовым требованиям по нескольким параметрам.

Во-первых, не обеспечивается на современном уровне доступность и эффективность выполнения геодезических работ с помощью созданной ГГС: на всю территорию России приходится всего 33 постоянно действующих пункта ФАГС, которые имеют открытый доступ [2]. В настоящее время эта проблема частично решается за счет развития региональных сетей постоянно действующих базовых станций ГНСС, не входящих в структуру ГГС [4, 5]. В перспективе совершенствование и внедрение методов высокоточного абсолютного (дифференциального) позиционирования Precise Point Positioning может способствовать снижению требований к плотности сетей постоянно действующих базовых станций. Тем не менее, целесообразно создание новых постоянно действующих базовых станций ГНСС на пунктах ВГС и организация передачи данных ГНСС-измерений в единый центр обработки для формирования дифференциальных поправок в режиме реального времени.

Во-вторых, не все пункты новой ГГС отвечают перспективным требованиям по точности установки на них геодезического оборудования. В отличие от пунктов ФАГС и ВГС, рабочие центры которых оборудованы устройствами принудительного центрирования, пункты СГС-1 закрепляются таким же образом, что и пункты ГГС предыдущего поколения 1–4-го классов, в том числе грунтовыми реперами [7]. Такие пункты не приспособлены для высокоточной фиксации положения геодезического прибора относительно центра пункта и создания постоянно действующих базовых станций.

### **Системы координат и связь ГГС нового и предыдущего поколений**

Координаты пунктов ФАГС, ВГС, СГС-1 определены в системе СК-95 и новой государственной геоцентрической системе координат ГСК-2011, переход к которой должен быть завершён до 2016 г. в соответствии с постановлением Правительства РФ [8].

Каталог координат пунктов в системе ГСК-2011 включает пункты ГГС трех уровней (ФАГС, ВГС, СГС-1), а также около 350 тысяч пунктов сети предыдущего поколения. Уравнивание расширенной сети выполнялось с опорой на современную ГГС. Заявленный уровень погрешностей взаимного положения всех пунктов в ГСК составляет 1–2 см [3]. В статье [9] приведены результаты сопоставления координат ГСК-2011 и ITRF для 10 пунктов IGS, расположенных на территории России: расхождения значений координат не превышают 1 см. Каталоги координат ГСК-2011 в настоящее время еще недоступны для независимой проверки.

### **Устойчивость геодезических построений**

Пункты геодезических сетей смещаются вследствие различных геодинамических процессов, а также из-за деформации конструкций, на которых они установлены. Движение литосферных плит приводит к изменению положения пунктов в общеземной системе координат на несколько сантиметров в год. Для

долговременного поддержания координатной основы в актуальном состоянии необходим адекватный учет движения литосферных плит.

В настоящее время еще не решен вопрос учета скоростей движения литосферных плит в системе координат ГСК-2011. Ориентировка осей ГСК-2011 соответствует ITRS [10], поэтому скорости движения пунктов в ГСК-2011 будут сопоставимы со скоростями в каталоге ITRF. В настоящее время проводится геотектоническое районирование территории России, по результатам которого должна быть уточнена модель движения пунктов ГГС [3].

Данная проблема актуальна также для геодезических сетей постоянно действующих базовых станций, координаты которых определены в общеземной системе координат и зафиксированы на определенную эпоху [6]. Это приводит к тому, что результаты позиционирования по методу Real Time Kinematic в таких сетях расходятся с результатами, полученными по методу Precise Point Positioning, если не учитывать временную эволюцию в координатах базовых станций.

На примере объединенной сети постоянно действующих базовых станций Новосибирской, Омской областей и Красноярского края были смоделированы и проанализированы скорости движения пунктов. Применялись модели GEODVEL 2010, NUVEL-1A, GSRM v. 1.2 [11]. Установлено, что абсолютные значения скоростей геодезических пунктов для исследованной сети в общеземной системе координат достигают 2–3 см/год. Расхождения между значениями скоростей, полученными по различным моделям, составляют в среднем 3–5 мм/год. Эти отклонения практически постоянны для каждой пары моделей: среднеквадратическое отклонение 0,1 мм/год. Скорости движения пунктов относительно исходного (центрального) пункта NSKW в основном не превышают 2 мм/год на территории Новосибирской области и 5 мм/год для самого удаленного пункта объединенной сети.

На первом этапе предлагается отдельно учитывать поступательное движение региональной сети как единого целого и движение пунктов относительно центра сети. Подвижки относительно центрального пункта сети предлагается учитывать с использованием любой из рассмотренных моделей движения литосферных плит. Далее, общую скорость поступательного движения объединенной сети предлагается определить по результатам обработки ГНСС-измерений за несколько лет со всех станций методом Precise Point Positioning или орбитальным методом.

Помимо векового движения пунктов, для решения некоторых задач может потребоваться учет сезонных и суточных колебаний положения пунктов. Смещение пунктов относительно их среднего положения под действием приливов в твердом теле Земли может достигать нескольких дециметров в течение суток. Однако при выполнении геодезических работ с опорой на исходные геодезические пункты на локальных участках эти смещения учитывать не требуется.

## Заключение

Созданная в настоящее время в России координатная основа нового поколения, включающая ГГС трех уровней и новую систему координат ГСК-2011, в случае подтверждения ее заявленных характеристик, позволяет максимально приблизиться к современному уровню точности. При реализации ряда мер точность существующей координатной основы может быть повышена до субсантиметрового уровня. Наиболее перспективным направлением развития существующей ГГС является повышение доступности и эффективности ее использования. Эта задача может быть решена за счет создания дополнительных постоянно действующих базовых станций ГНСС на пунктах ВГС, а также гармонизации планов развития ГГС и региональных сетей постоянно действующих базовых станций.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-27-00068).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГКИНП (ГНТА)–01–006–03. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации. – Введ. 25.06.2003. – М. : ЦНИИГАиК, 2004. – 14 с.
2. Современное состояние и направления развития геодезического обеспечения РФ. Системы координат / В. П. Горобец, Г. В. Демьянов, А. Н. Майоров, Г. Г. Побединский // Геопрофи. – 2013. – № 6. – С. 4–9.
3. Методические вопросы построения глобальных и региональных геодезических сетей / Р. З. Абдрахманов, Г. В. Демьянов, В. И. Кафтан, Г. Г. Побединский // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2013. – № 1–2 (48–49). – С. 80–85.
4. Карпик А. П., Дюбанов А. В., Твердовский О. В. Обзор состояния, использования и развития сетей референцных станций на основе инфраструктуры ГЛОНАСС в России // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 184–190.
5. Карпик А. П., Сапожников Г. А., Дюбанов А. В. Реализация проекта наземной инфраструктуры глобальной навигационной спутниковой системы «ГЛОНАСС» на территории Новосибирской области // ГЕО-Сибирь-2010. Пленарное заседание : сб. матер. VI Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2010», 19–29 апреля 2010 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2010. – С. 57–62.
6. Определение координат пунктов сети базовых станций Новосибирской области в общеземной системе координат / А. П. Карпик, А. П. Решетов, А. А. Струков, К. А. Карпик // VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. – Т. 1, ч. 1. – С. 3–8.
7. Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети. – Введ. 01.03.2002. – М.: ЦНИИГАиК, 2001.
8. Российская Федерация. Правительство. О единых государственных системах координат [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 28 дек. 2012 г № 1463. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Результаты построения государственной геоцентрической системы координат Российской Федерации в рамках федеральной целевой программы «ГЛОНАСС» / В. П. Горобец, Г. В. Демьянов, А. Н. Майоров, Г. Г. Побединский // Геодезия и картография. – 2012. – № 2. – С. 53–57.

10. Демьянов Г. В. Геодезия и ГЛОНАСС // Физическая геодезия. Научно-технический сборник ЦНИИГАиК. – М.: Научный мир, 2013. – С. 13–25.

11. UNAVCO. Plate Motion Calculator [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://www.unavco.org/software/geodetic-utilities/plate-motion-calculator/plate-motion-calculator.html>

Получено 28.08.2014

© *Е. М. Мазурова, К. М. Антонович, Е. К. Лагутина,  
Л. А. Липатников, 2014*

# ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

---

УДК 528.4

## О МНОГОКОНТУРНЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ

*Виктор Николаевич Ключниченко*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (913)450-94-57, e-mail: kimirs@yandex.ru

*Иван Викторович Шаталов*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистр кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (953)802-65-04, e-mail: schatal@bk.ru

В статье рассматриваются проблемные вопросы понятия «многоконтурные земельные участки», которые фактически существуют, однако сам термин и его смысловое содержание требуют законодательного подтверждения. В работе даны предложения по корректировке понятия многоконтурных земельных участков.

**Ключевые слова:** земельный участок, единое землепользование, многоконтурный земельный участок, смежные земельные участки, сервитуты, способы образования земельных участков.

## MULTICONTOUR LAND UNITS

*Victor N. Klyushnichenko*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. (913)450-94-57, e-mail: kimirs@yandex.ru

*Ivan V. Shatalov*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Post-graduate student, Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. (953)802-65-04, e-mail: schatal@bk.ru

The concept of «multicontour land unit» is considered. Though the units of this type actually exist, the term and its meaning content are to be legislated. The authors present some ideas on the more accurate definition of the «multicontour land unit» concept.

**Key words:** land unit, uniform land use, multicontour land unit, adjacent land units, servitude, land units formation methods.

Земля является основой жизнедеятельности человека. Сведения о земельных ресурсах, применяемые для решения различного рода научных и производственных задач, формируются в процессе государственного кадастрового учета [9, 12]. Кадастровым учетом недвижимого имущества признаются действия уполномоченного органа по внесению в государственный кадастр недвижимости сведений об объектах, подтверждающих факт их существования с характеристиками, позволяющими однозначно определить недвижимое имущество в качестве индивидуально-определенной вещи или прекращение существования объекта [4].

Под недвижимым имуществом, согласно ст. 1 Федерального закона № 122, понимают земельные участки, участки недр и все, что прочно связано с землей, то есть объекты, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, в том числе здания, сооружения, объекты незавершенного строительства [3].

Земельный участок, согласно Земельному кодексу и Федеральному закону «О государственном кадастре недвижимости» – это часть земной поверхности, границы которой определены в соответствии с федеральными законами. В случаях и в порядке, которые установлены этими документами, могут создаваться искусственные земельные участки [10].

17 мая 2008 г. утратил силу Федеральный закон «О государственном земельном кадастре», и в связи с этим официально прекратили свое существование «единые землепользования». Земельные участки, имеющие такое название, представляют собой составные земельные участки, т. е. участки, состоящие из нескольких контуров. Смежным участкам, входящим в «единое землепользование» и разделяемым между собой условной линией кадастрового деления, присвоено наименование «условный участок». Участки, входящие в состав «единого землепользования» и обособленные от других участков, называли ранее «обособленные участки». На рис. 1 приведен общий вид единого землепользования, состоящего из семи земельных участков [11].

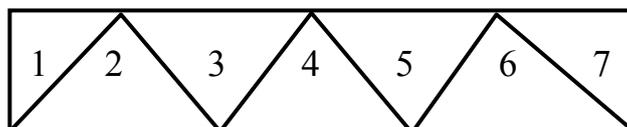


Рис. 1. Общий вид единого землепользования первого типа

На рис. 2 приведен общий вид единого землепользования, сформированного из семи несмежных участков [11].

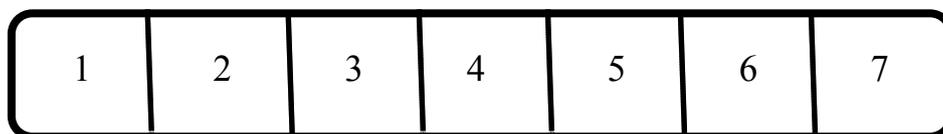


Рис. 2. Общий вид единого землепользования второго типа

Из рисунков следует, что единое землепользование первого типа соответствует определению обычного земельного участка, который состоит из нескольких смежных частей. К таким участкам относятся земли лесного фонда, магистральные трубопроводы и участки под объектами энергетики [5, 7, 8, 20]. Кадастровые номера присваивались не только каждому участку, но также всему единому землепользованию. Таким образом, имели место несколько кадастровых номеров, а на кадастровый учет ставили все смежные земельные участки, что, естественно, усложняло процедуру учета в целом.

После вступления в силу Федерального закона «О государственном кадастре недвижимости» (ГКН) единые землепользования первого типа признаны непригодными для учета и их стали называть ранее учтенными. Единым землепользованиям второго типа присвоили новое наименование – «многоконтурные земельные участки» [11].

Понятие многоконтурного земельного участка приведено в письмах Министерства экономического развития [13, 16, 17]. Согласно этим письмам, многоконтурным земельным участком (МЗУ) является часть земной поверхности, границы которой определены в соответствии с действующим законодательством и представляют собой несколько замкнутых несмежных контуров. Это противоречит требованиям Земельного кодекса, согласно которому земельные участки образуются только из смежных земельных участков [2]. Таким образом, многоконтурный земельный участок не имеет единого контура, его границы аморфны и их невозможно представить и указать на местности или на плане. Вместе с тем, в письмах Министерства экономического развития содержится ряд формулировок, которые требуют пояснений и законодательного подтверждения. Например, многоконтурный земельный участок не должен пересекать границы муниципальных образований. При этом утверждается, что площадь многоконтурного земельного участка равна сумме входящих в него контуров. Такое утверждение также сомнительно и это убедительно показано в работе [6].

Толковый словарь русского языка трактует контур как очертания какого-либо предмета, графическое изображение линии, очерчивающей объект [14]. Линии измеряются линейными мерами, например: километр, метр, дециметр, сантиметр, миллиметр. Контур в геодезии воспринимается как замкнутая линия, а не площадь. Следовательно, понятие многоконтурного земельного участка необходимо уточнить. В частности, имеются публикации, в которых отмечается, что нет смысла говорить о МЗУ и вводить понятие контуров, поскольку каждый контур (отдельный земельный участок или его часть) может быть оформлен сервитутом. В этом случае правообладатели объектов, расположенных в нескольких субъектах Федерации, могли бы оформлять сервитутом отдельные части без привлечения понятия «многоконтурный земельный участок». Это неоднократно отмечалось первым вице-президентом Российской ассоциации частных землемеров В. В. Алакозом.

Согласно ст. 35 Земельного кодекса и ст. 273 Гражданского кодекса, земельные участки под опорами линии электропередачи (ЛЭП) не имеют своей

судьбы и следуют судьбе опор [1]. Поэтому участки под опорами ЛЭП не могут образовывать единую сложную вещь [11].

По времени образования земельные участки разделяются на учтенные до и после вступления Федерального закона № 221 «О государственном кадастре недвижимости». Обычные земельные участки, которые были учтены до принятия Закона о кадастре, также называются ранее учтенными.

Многоконтурные земельные участки образуются как и обычные земельные участки, но имеют место некоторые особенности. Образование земельных участков представлено в ст. 11.2 Земельного кодекса и эта процедура осуществляется по трем вариантам [2]:

- образование земельных участков из земель, которые находятся в муниципальной или государственной собственности;
- образование земельных участков из земельных участков, принадлежащих физическим или юридическим лицам путем раздела, выдела, объединения или перераспределения;
- создание искусственных земельных участков на водных объектах.

Обычный земельный участок не может быть образован путем объединения, если у объединяемых земельных участков нет общей границы. Это регламентирует ст. 11.6 Земельного кодекса: объединение земельных участков возможно, если у них есть общая граница [2]. Однако многоконтурный земельный участок (или ранее учтенное единое землепользование) может являться источником образования новых земельных участков. Главным условием при этом является то, что объединяемые земельные участки должны быть смежными. Решение этой задачи по отношению к многоконтурным земельным участкам требует уточнения, поскольку граница этих объектов не однозначная. Кроме этого, отсутствует понятие границы многоконтурного земельного участка. Это порождает серьезную проблему, которая заключается в том, как два МЗУ объединить, не вступая в противоречие с Земельным кодексом.

Выдел земельного участка из многоконтурного осуществляется в соответствии со ст. 11.5 Земельного кодекса [2]. В результате может быть образован один или несколько многоконтурных земельных участков, а также один или несколько обычных земельных участков. При этом многоконтурный земельный участок продолжает существовать в измененных границах до тех пор, пока в нем сохраняется не менее двух земельных участков [15, 17].

Государственный кадастровый учет многоконтурного земельного участка осуществляется в том случае, если он находится в обычном или в условном кадастровом квартале с границами, которые проходят по границе кадастрового округа или кадастрового района. Для того, чтобы поставить на кадастровый учет многоконтурный земельный участок, нужно предоставить в орган кадастрового учета заявление о кадастровом учете и межевой план.

В п. 3 ст. 11.9 Земельного кодекса отмечено, что границы земельных участков не должны пересекать границы муниципальных образований и населенных пунктов. Кроме того, в письме от 22 декабря 2009 г. № 22409-ИМ/Д23 от-

мечено, что многоконтурный земельный участок может не иметь общих характерных точек границ, что противоречит п. 11.6 Земельного кодекса: объединение возможно только для земельных участков, которые имеют одну или несколько смежных характерных точек [17].

Противоречивость понятия многоконтурного земельного участка, как разновидности объекта недвижимости, очевидна. Само определение объекта недвижимости, несмотря на то, что возникло более трехсот лет назад, требует уточнения [18, 19].

Из вышеизложенного следует, что необходимо скорректировать понятие «многоконтурный земельный участок». Из названия убрать слово «контур» и заменить его на слово «часть», что означает доля целого. Такое определение не противоречит действующему законодательству, следовательно, целесообразно вернуться к старому названию составного земельного участка или участка, занятого единым технологическим комплексом, как это предлагают многие специалисты. При этом земельные участки под опорами ЛЭП следует оформлять сервитутом. Это соответствует современному законодательству и снимет некоторые проблемные вопросы при кадастровом учете и государственной регистрации прав многоконтурных земельных участков.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) (ред. от 02.11.2013). – Новосибирск: Сиб. университетское изд-во, 2013. – 473 с.
2. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2014): федер. закон № 136. – Новосибирск: Сиб. университетское изд-во, 2014. – 95 с.
3. Российская Федерация. Законы. О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним [Электронный ресурс]: федеральный закон от 21.07.1997 № 122-ФЗ (ред. от 21.12.2013). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
4. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости: федер. закон № 221. – Новосибирск: Сиб. университетское изд-во, 2014. – 54 с. (с изм. и доп., вступившими в силу с 01.01.2014).
5. Антонович К. М., Олейник А. М., Уставич Г. А. Геодезический контроль линейной части магистральных трубопроводов с использованием спутниковых технологий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 1. – С. 62–66.
6. Антонович К. М., Москвин В. Н., Ключниченко В. Н. К вопросу о многоконтурных земельных участках // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 130–132.
7. Жарников В. Б., Бочарова А. А. Основные показатели рационального использования земель лесного фонда // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 80–86.
8. Каленицкий А. И., Васильева К. Е. Оценка площади физической поверхности участка на территории Алтайского края // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 68–73.
9. Карпик А. П. Применение сведений государственного кадастра недвижимости для решения задач территориального планирования // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 6. – С. 112–117.
10. Ключниченко В. Н. Особенности ведения государственного кадастра на современном этапе: монография. – Новосибирск: СГГА, 2011. – 138 с.

11. Киселев С. Что скрывается за «многоконтурными земельными участками» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yandex.ru/>. – Загл. с экрана.
12. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной реальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 73–78.
13. Об устранении несоответствий в местоположении границ земельных участков: письмо Минэкономразвития РФ от 27.03.2009 № 4448–ИМ/Д23 // Кадастровый вестник. – 2009. – № 2.
14. Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. Российский фонд культуры; 2-е изд. испр. и доп. – М.: АЗЪ, 1994. – 928 с.
15. О кадастровом учете земельных участков, занятых линейными объектами [Электронный ресурс]: письмо Роснедвижимости от 03.10.2008 № ВК/4249. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
16. О многоконтурных земельных участках [Электронный ресурс]: письмо Минэкономразвития РФ от 16.01.2009 № 266–ИМ/Д23. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
17. О многоконтурных земельных участках [Электронный ресурс]: письмо Минэкономразвития РФ от 22.12. 2009 № 22409–ИМ/Д23. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
18. О порядке наследования в движимых и недвижимых имуществах: Указ Петра I 23 марта 1714 года // Российское законодательство X–XX веков в 9 т., Т. 4. – М.: Юрид. лит., 1986. – 137 с.
19. Рягузова С. Е., Пархоменко И. В. Объекты недвижимости. Понятие, признаки, виды // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 13–22.
20. Создание геодезической основы для строительства объектов энергетики / Г. А. Уставич, Г. Г. Китаев, А. В. Никонов, В. Г. Сальников / Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 48–54.

Получено 23.07.2014

© В. Н. Клюшниченко, И. В. Шаталов, 2014

УДК 528.7:528.4

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ**

*Алексей Энгелевич Труханов*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и территориально-го планирования, тел. (383)344-31-73, e-mail: kadastr204@yandex.ru

*Федор Константинович Афонин*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, заместитель руководителя методического отдела, тел. (383)344-31-73, e-mail: ikip.ssga@gmail.com

*Артём Сергеевич Ильин*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, студент группы МК-2, тел. (383)353-72-92, e-mail: artemin91@yahoo.com

Задача исследования заключается в анализе возможности использования космических снимков для определения местоположения границ земельных участков с целью повышения качества информации в государственном кадастре недвижимости. Для решения сложившейся задачи были проведены исследования точности определения длин отрезков границ земельных участков по космическим снимкам, которые показали, что их применение целесообразно для получения сведений о границах ранее учтенных земельных участков.

**Ключевые слова:** государственный кадастр недвижимости, космические снимки, сведения кадастра о местоположении границ земельных участков, точности определения длин линий, публичная кадастровая карта, земельный участок.

## **SATELLITE IMAGES TO BE APPLIED FOR LAND UNITS BOUNDARIES DETERMINATION**

*Alexey E. Trukhanov*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. (383)344-31-73, e-mail: kadastr204@yandex.ru

*Fyodor K. Afonin*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Deputy administrator, Methodological Department, tel. (383)344-31-73, e-mail: ikip.ssga@gmail.com

*Artyom S. Ilyin*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Student, Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. (383)353-72-92, e-mail: artemin91@yahoo.com

The object of this research is to analyze the possibility of applying satellite images to determine land units boundaries coordinates for improving information quality of the National Real Estate Cadastre. To solve the problem, the research was conducted concerning accuracy of land unit boundaries length determination by satellite images. The procedure is useful for obtaining information on the boundaries of earlier registered land units.

**Key words:** National Real Estate Cadastre, satellite images, cadastral information on land unit boundaries location, line length determination accuracy, public cadastral map, land unit.

После введения в России в конце прошлого века различных форм собственности и пользования землей государственная политика была направлена на формирование в кратчайшие сроки класса собственников и пользователей земельных участков. В этот период органами власти и местного самоуправления принимались правоустанавливающие документы по передаче в собственность, пользование, владение земельных участков, используемых для эксплуатации жилых домов, ведения личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества, сельскохозяйственного производства и других целей. На основании этих документов готовились и выдавались свидетельства о правах на земельные участки [1, 2]. Перед подготовкой документов в подавляющем большинстве случаев работы по межеванию земельных участков не проводились, вследствие чего координаты поворотных точек границ не определялись. Обязанность выполнения межевания была введена законом «О государственном земельном кадастре», который вступил в силу в середине 2000 г. Таким образом, в ходе создания земельного кадастра в реестр были внесены неполные сведения о земельных участках [3, 9]. Внесение изменений в сведения кадастра о местоположении границ земельных участков осуществляется очень медленно. В связи с этим в настоящее время в кадастре недвижимости отсутствует информация о прохождении границ примерно половины учтенных земельных участков. Таким образом, исследование способов получения сведений о границах земельных участков, обеспечивающих необходимую точность, высокую производительность и приемлемую стоимость, является актуальной задачей [4].

Представляется, что одним из способов является использование космических снимков. Для определения возможности их применения были проведены исследования, которые заключались в следующем. На космическом снимке территории с изображением границ земельных участков были измерены длины линий границ. Затем их значения сравнивались с длинами одноименных линий, содержащихся в сведениях государственного кадастра недвижимости (ГКН) [5, 11]. По результатам сравнения вычислялась средняя квадратическая погрешность измерения линий границ земельных участков по космическому снимку. С целью проверки отсутствия в сведениях кадастра грубых ошибок, были проведены измерения части длин линий на местности. С учетом того, что средняя квадратическая погрешность измерения длины линии равна средней квадратической погрешности положения точки на космическом снимке, полученные результаты сравнивались с требованиями к точности определения характерных точек границ земельных участков [6].

Для проведения исследований был выбран космический снимок, размещенный в сервисе «Яндекс карты», на котором изображен один из кварталов жилой застройки населенного пункта «Озерный» в пригороде Новосибирска (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент космического снимка с изображением квартала жилой застройки

По публичной кадастровой карте, размещенной на сайте Росреестра, был определен номер кадастрового квартала, в котором расположены изображенные на космическом снимке земельные участки. На портале Росреестра сформирован запрос о предоставлении сведений ГКН о данных участках и получен кадастровый план территории (КПТ) кадастрового квартала № 54:19:101102, содержащий сведения о номерах и координатах характерных точек учтенных земельных участков. По этим данным получены длины 32 линий границ земельных участков (рис. 2).

Для выявления грубых ошибок в кадастровых данных были произведены измерения 14 линий на местности. Измерения проводились тремя приемами электронным дальномером марки Hammer dsl 40. Средние значения измеренных на местности длин линий сравнивались с полученными по сведениям ГКН. По результатам расхождений была вычислена средняя квадратическая погрешность, которая составила:

$$m = \sqrt{\frac{\Delta^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,19}{13}} = \sqrt{0,15} = 0,12 \text{ м,}$$

где  $\Delta$  – разность между расстояниями, измеренными на местности и полученными по данным ГКН;

$n$  – количество линий [7].

Отсюда можно сделать вывод, что сведения ГКН не содержат грубых ошибок.

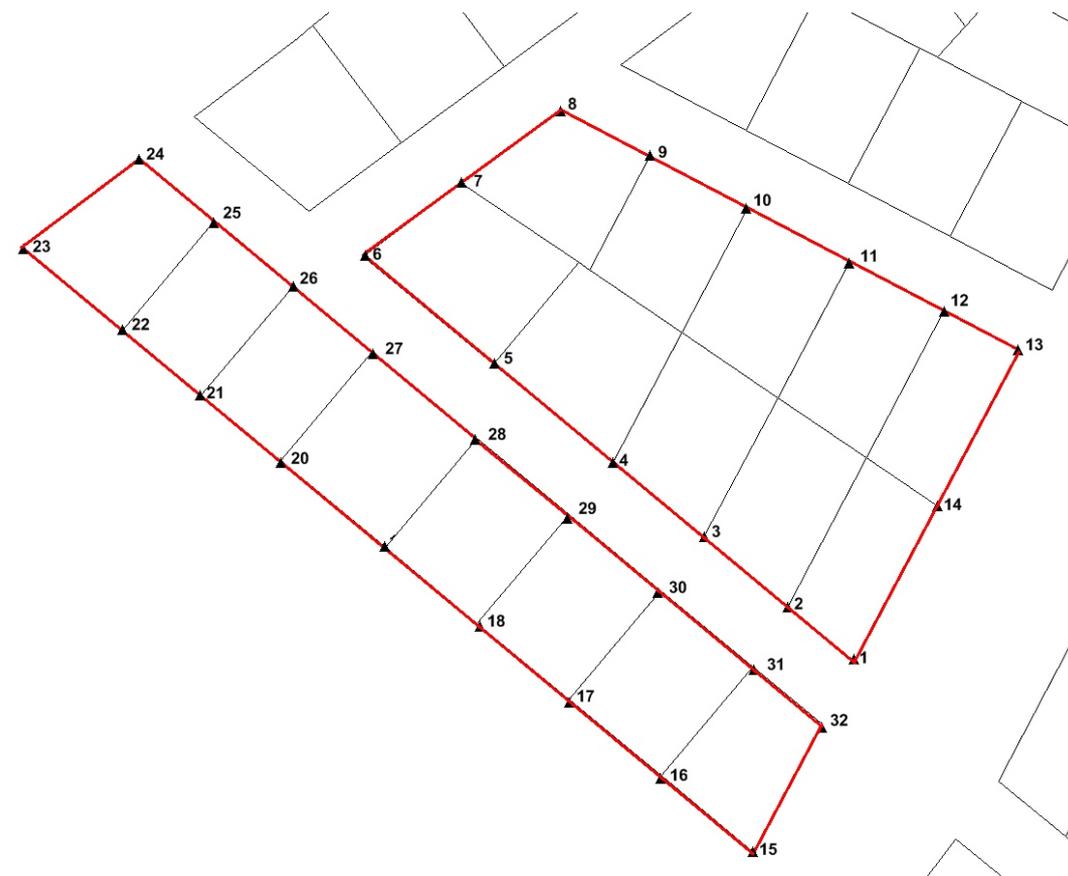


Рис. 2. Фрагмент графической части кадастрового плана территории кадастрового квартала № 54:19:101102

Далее были проведены измерения соответствующих длин линий по космическим снимкам. Измерения выполнялись тремя приемами. По результатам сравнения средних значений длин линий, полученных по космическим снимкам и сведениям ГКН, вычислялась средняя квадратическая погрешность по формуле [8]:

$$m = \sqrt{\frac{\Delta^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1,47}{31}} = \sqrt{0,047} = 0,22 \text{ м.}$$

Таким образом, средняя квадратическая погрешность определения длин линий, а также координат точек по космическому снимку составила 0,22 м [9]. Такой результат позволяет сделать вывод о возможности получения по космическим снимкам отсутствующих в ГКН координат характерных точек земельных участков, относящихся к категориям, для которых установлены требования к точности ниже 0,2 м. Использование космических снимков с более высоким пространственным разрешением позволяет надеяться на уменьшение погрешности измерений [10].

Следует отметить, что полученный результат близок к требованиям точности, установленным для земельных участков, отнесенных к землям сельскохозяйственного назначения и предоставленных для ведения личного подсобного, дачного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства. Среди земельных участков, сведения ГКН о которых неполны, таких большинство [12]. Представляется целесообразным применение данного способа для определения координат характерных точек таких земельных участков.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости: федер. закон № 221. – Новосибирск: Сиб. университетское изд-во, 2008. – 54 с., в редакции от 2 июля 2013 г.
2. О требованиях к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, а также контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке [Электронный ресурс]: приказ Министерства экономического развития РФ от 17 августа 2012 г. № 518. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
3. Аврунев Е. И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости: монография. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 144 с.
4. Труханов А. Э. Анализ современного состояния государственного кадастрового учета объектов недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 124–129.
5. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 3–11.
6. Разработка методики оперативного мониторинга и обновления карт и планов по космическим снимкам высокого разрешения / А. П. Гук, В. В. Прудников, Л. Г. Евстратова, А. В. Павленко // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. — С. 177–183.
7. Научно-методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации инструментальной справочно-аналитической геоинформационной системы / С. С. Дышлюк, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова, С. А. Сухорукова // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 53–60.
8. Гиниятов И. А., Ильиных А. Л. Геоинформационное обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 37–44.
9. Гиниятов И. А. О классификации документов государственного кадастра недвижимости // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 91–95.

10. Ильиных А. Л. Структура и содержание базы данных автоматизированной информационной системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 84–91.

11. Лукин А. С., Портнов А. М. Геодезические засечки и их точность при производстве кадастровых работ // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 61–67.

12. Иванов А. И. Новый взгляд на организацию информационных ресурсов для обеспечения управления муниципальным образованием // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 57–67.

Получено 17.07.2014

© А. Э. Труханов, Ф. К. Афонин, А. С. Ильин, 2014

УДК 528.4

## **АНАЛИЗ ПРИЧИН ПРИОСТАНОВЛЕНИЙ И ОТКАЗОВ В ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЕТА**

*Виктор Николаевич Ключниченко*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и территориального планирования, тел. 8(913)450-94-57, e-mail: kimirs@yandex.ru.

*Мария Дмитриевна Костенко*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, студентка группы ГК-52, e-mail: kostenko@yandex.ru

В статье дан анализ причин приостановлений и отказов в государственном кадастровом учете на примере двух регионов. Показаны положительные тенденции, которые обусловлены введением нового законодательства, снижающие причины отказов за счет изменения смыслового содержания некоторых статей закона.

**Ключевые слова:** государственный кадастровый учет, земельный участок, отказы и приостановления в кадастровом учете, налогооблагаемая база.

## **ANALYSIS OF REASONS FOR DENIAL AND SUSPENSION OF STATE CADASTRAL REGISTRATION**

*Victor N. Klyushnichenko*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. (913)450-94-57, e-mail: kimirs@yandex.ru

*Maria D. Kostenko*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Student, e-mail: kostenko@yandex.ru

The reasons for suspension and denial of state cadastral registration are analyzed by the example of two regions. The authors put forward two positive tendencies resulting from the new legislation. Due to the change of the meaning content in some law articles, the number of reasons for the denial may be reduced.

**Key words:** state cadastral registration, land unit, suspension and denial of state cadastral registration, tax base.

Без государственного кадастрового учета (ГКУ) невозможны сделки с недвижимым имуществом, а также регистрация прав на недвижимое имущество. Государственным кадастровым учетом недвижимого имущества признаются действия уполномоченного органа по внесению в государственный кадастр недвижимости (ГКН) сведений об объектах [2, 3].

Государственный кадастр недвижимости является основным информационным ресурсом, обеспечивающим защиту прав собственности на объекты не-

движимости. Поэтому несовершенство системы ГКН оказывает негативное влияние на интересы физических и юридических лиц, органов государственной власти и местного самоуправления [4].

Одной из главных проблем российского кадастра является его незавершенность. Это обусловлено заявительным принципом ведения кадастра. Кроме того, точность пунктов опорной межевой сети, а также границ земельных участков в большинстве случаев недостаточна [8, 9]. Тем не менее, такая информация включена в кадастр и принимается за основу. Современные средства и методы определения координат характерных точек выше, чем было двадцать лет назад, когда начал создаваться кадастр в России. В связи с этим неизбежны расхождения между атрибутивными и графическими данными, содержащимися в ГКН и предоставляемыми кадастровыми инженерами [5, 7, 11]. Такое несоответствие, согласно действующему законодательству, обуславливает приостановления и отказы в ГКУ [16, 17, 18]. Министерство экономического развития непрерывно совершенствует нормативную и законодательную базы, что приносит свои положительные результаты [6, 12, 13, 14, 15, 18, 20]. Вместе с тем, само определение «недвижимость» требует уточнения [1, 19, 21].

Ниже приведены статистические данные о приостановлениях и отказах в государственном кадастровом учете. Осуществление государственного кадастрового учета до 1 октября 2013 г., согласно ФЗ № 221, приостанавливалось в следующих случаях [10]:

- имелись противоречия между сведениями об объекте, содержащимися в представленных заявителем документах, и сведениями, внесенными в Единый государственный реестр (за исключением случаев, если при осуществлении государственного кадастрового учета вносились изменения в сведения);

- местоположение помещения, о государственном кадастровом учете которого представлено заявление, в соответствии со сведениями, содержащимися в Едином государственном реестре, частично или полностью совпадало с местоположением другого помещения (за исключением случая, если это помещение является преобразуемым объектом);

- не представлены необходимые для государственного кадастрового учета документы (за исключением случаев, если документы могли запрашиваться органом кадастрового учета в порядке межведомственного информационного взаимодействия).

В городе Белгороде за март 2012 г. было принято 247 решений о приостановлении государственного кадастрового учета. При этом доля приостановлений составила 4,4 % от количества поступивших заявлений. Основными причинами принятия решений о приостановлении являлись:

- противоречия между сведениями об объекте недвижимости, содержащимися в представленных заявителем документах, и кадастровыми сведениями (за исключением случаев внесения изменений (п. 1, ч. 2, ст. 26 Закона о кадастре)). По данному пункту филиалом Управления принято 136 решений о приостановлении;

- одна из границ земельного участка, о кадастровом учете которого представлено заявление, пересекает границу другого земельного участка, сведения о котором содержатся в государственном кадастре недвижимости (за исключением, если другой земельный участок является преобразуемым объектом недвижимости (согласно п. 2, ч. 1, ст. 26 Закона о кадастре принято 96 решений о приостановлении);

- не представлены необходимые для кадастрового учета документы, за исключением случаев, если документы (сведения) могут запрашиваться в порядке межведомственного информационного взаимодействия (согласно п. 4, ч. 2, ст. 26 Закона о кадастре принято 15 решений о приостановлении).

Основными причинами принятия решений об отказе в городе Белгороде являлись следующие:

- заявление о кадастровом учете или необходимые для этого документы по форме или содержанию не соответствовали требованиям п. 2, ч. 2, ст. 27 Закона о кадастре. По этой причине было принято 252 решения об отказе;

- истек срок приостановления реализации кадастрового учета и не устранены обстоятельства, явившиеся основанием для принятия решения о приостановлении (согласно п. 6, ч. 2, ст. 27 Закона о кадастре принято 52 решения об отказе);

- с заявлением о кадастровом учете обратилось ненадлежащее лицо (п. 5, ч. 2, ст. 27 Закона о кадастре принято 47 решений об отказе);

- при уточнении границ не был соблюден порядок согласования местоположения границ земельных участков (согласно п. 2, ч. 5, ст. 27 Закона о кадастре принято 11 решений об отказе);

- объект недвижимости, о кадастровом учете которого представлено заявление, образован из объекта, сведения о котором носят временный характер (п. 4, ч. 2, ст. 27 Закона о кадастре принято 8 решений об отказе);

- земельный участок не является преобразуемым и не подлежит снятию с учета в соответствии с установленными ст. 24 ФЗ № 221 (согласно ч. 6 ст. 27 Закона о кадастре принято 4 решения об отказе);

- размер образуемого земельного участка или земельного участка, который в результате преобразования сохраняется в измененных границах, не соответствует установленным требованиям к предельным размерам земельных участков (согласно п. 2, ч. 3, ст. 27 Закона о кадастре принято 3 решения об отказе);

- объект недвижимости, принятый для кадастрового учета, образуется из объекта недвижимости, раздел (выдел) доли в натуре или иное действие в отношении которого не допускается в соответствии с установленными требованиями (согласно п. 3, ч. 2, ст. 27 Закона о кадастре принято 2 решения об отказе);

- межевой план, технический план или акт обследования заверен подписью неуправомоченного лица (согласно п. 7, ч. 2, ст. 27 Закона о кадастре принято 2 решения об отказе);

- одна из границ земельного участка пересекает границу муниципального образования или границу населенного пункта (согласно п. 5, ч. 3, ст. 27 Закона о кадастре принято одно решение об отказе);

- в результате кадастрового учета площадь земельного участка оказалась больше площади, сведения о которой содержатся в государственном кадастре недвижимости (согласно п. 1, ч. 5, ст. 27 Закона о кадастре принято одно решение об отказе).

Ниже приведены данные за 2012 г. по филиалу Федеральной кадастровой палаты Челябинской области о количестве и причинах отказов:

- несоответствие заявления о ГКУ или необходимых документов по форме или содержанию требованиям п. 2, ч. 2, ст. 21 Закона о кадастре. В процентном соотношении это значение (6 279) составляло 45,4 % от общего количества;

- в 880 решениях об отказе (6,4 %) указано основание п. 2, ч. 5, ст. 27 Закона о кадастре, свидетельствующее о нарушении порядка согласования местоположения границ;

- в 334 решениях (2,4 %) нарушен п. 5, ч. 3, ст. 27 Закона о кадастре (одна из границ образуемого земельного участка пересекает границу муниципального образования или населенного пункта);

- в 246 решениях (1,8 %) нарушен п. 3, ч. 2, ст. 27 Закона о кадастре (раздел (выдел) доли в натуре или иное действие с преобразуемыми объектами недвижимости не допускается);

- в 224 решениях (1,6 %) нарушен п. 2, ч. 3, ст. 27 Закона о кадастре. Размер образуемого земельного участка, который в результате преобразования сохраняется в измененных границах, не соответствовал установленным земельным законодательством требованиям о предельных размерах земельных участков;

- в 204 решениях (1,5 %) нарушен п. 1, ч. 5, ст. 27 Закона о кадастре (в результате кадастрового учета площадь земельного участка оказалась больше предельного (минимального или максимального) размера земельного участка, внесенного в государственный кадастр недвижимости);

- в 190 решениях (1,4 %) нарушена ч. 4, ст. 27 Закона о кадастре (изменение не обусловлено образованием земельного участка или уточнением его границ);

- в 67 решениях (0,5 %) нарушен п. 4, ч. 3, ст. 27 Закона о кадастре (не обеспечен доступ к образуемому или измененному земельному участку, в том числе путем установления сервитута);

- в 13 решениях (0,1 %) нарушен п. 6, ч. 3, ст. 27 Закона о кадастре (земельный участок образован из земельных участков, относящихся к различным категориям земель).

Изучив материалы обследования организаций, осуществляющих ГКУ, нам удалось выявить основные причины приостановлений и отказов и их процентное соотношение. Например, в городе Белгороде в марте 2012 г. было принято

396 решений об отказе. Доля отказов в ГКУ составляла 7,0 % от количества поступивших заявлений.

По статистике в Российской Федерации количество отказов на 2012 г. составило 601 382. При этом их количество в 2012 г. по отношению к 2011 г. [12]:

- увеличилось на территории Центрального федерального округа на 9 %, Северо-Западного – на 1 %, Северо-Кавказского – на 24 %, Приволжского – на 2 %, Уральского – на 18 %, Сибирского – на 6 %, Дальневосточного – на 16 %;
- снизилось на территории Южного федерального округа на 17 %.

Количественные данные показывают, что по сравнению с 2011 г. возросло число отказов в осуществлении ГКУ:

- в первом полугодии 2011 г. – на 15,6 %, во втором полугодии 2011 г. – на 15,6 %;
- в первом полугодии 2012 г. – на 11,0 %, во втором полугодии 2012 г. – на 20,1 %.

В некоторых филиалах количество принятых решений о приостановлении в осуществлении ГКУ стабильное на протяжении всего 2012 г., например [12]:

- Волгоградская область (в первом полугодии – 4 %, во втором полугодии – 3 %);
- Республика Калмыкия (в первом полугодии – 5 %, во втором полугодии – 4 %);
- Чеченская Республика (в первом полугодии – 7 %, во втором полугодии – 5 %);
- Ульяновская область (в первом полугодии – 2 %, во втором полугодии – 5 %);
- Курганская область (в первом полугодии – 6 %, во втором полугодии – 6 %).

Как видно из материалов обследования, количество приостановлений и отказов достаточно высокое. Следовательно, муниципалитеты или Российская Федерация не будут получать налоги или они поступят со значительным опозданием. Основные причины задержек указаны выше. Действующие нормативные акты в сфере кадастровой деятельности и множество разъяснительных писем, издаваемых Министерством экономического развития, объясняют конкретные конфликтные ситуации, вместе с тем, не обеспечивают предотвращение процедур приостановления и отказов, поскольку предназначены для решения конкретной ситуации. Поэтому для борьбы с этим негативным явлением необходимо издать инструкцию по подготовке межевых и технических планов и передаче их на ГКУ. Эта инструкция должна содержать рекомендации по выбору метода определения координат с учетом требований к точности, включать порядок согласования границ с рассмотрением наиболее вероятных ситуаций, а также процедуру передачи межевых и технических планов на ГКУ. Проект данной инструкции целесообразно передать на предварительное рассмотрение объединению кадастровых инженеров и работникам органа кадастрового учета. Такая инструкция была бы полезна всем работникам, чьи интересы переплетаются в процессе кадастровой деятельности и кадастрового учета.

Анализируя статистические данные приостановлений и отказов в ГКУ, можно сделать заключение, что доля некоторых причин высока. Одной из таких причин является расхождение значений площади объектов на физической поверхности земли [1]. Это в конечном итоге может сказаться на размере налога по определенному муниципалитету, субъекту Федерации или государству в целом. Такая парадоксальная ситуация должна быть исключена за счет упрощения процедуры постановки на учет недвижимого имущества в целях налогообложения. Недостающие характеристики объектов недвижимости будут внесены в процессе совершения сделки с этим имуществом. Кроме того, множество разъяснительных писем Министерства экономического развития необходимо заменить, как было сказано выше, одной инструкцией для кадастровых инженеров. Целесообразно также внесение изменений в действующее законодательство, в котором следует уточнить цели создания кадастра в России: налогообложение или регистрация сделок с недвижимым имуществом. Одним из таких шагов является введение с 1 октября 2013 г. в действие Федерального закона № 250. Этот закон меняет местами наиболее проблемные пункты ранее действующего закона № 221, что позволяет сохранить право владельцев недвижимого имущества на успешное завершение операций с недвижимостью. Поэтому факт исключения из разряда отказных требований к форме и содержанию документов, а также наличие доступа к образуемому земельному участку значительно снижает процент отказов в государственном кадастровом учете.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации (по сост. на 15 мая 2010 г.): федер. закон № 136. – Новосибирск: Сиб. университетское изд-во, 2010. – 95 с.
2. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости: федер. закон № 221. – Новосибирск: Сиб. университетское изд-во, 2008. – 54 с., в редакции от 2 июля 2013 г
3. Российская Федерация. Законы. О Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии [Электронный ресурс]: указ Президента РФ от 25 декабря 2008 года № 1847 (в ред. Указа Президента РФ от 21. 05. 2012 № 636). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
4. Российская Федерация. Правительство. Об информационном взаимодействии при ведении государственного кадастра недвижимости: постановление Правительства Российской Федерации от 18 августа 2008 г. № 618 г. Москва // Рос. газ. – 2008. – 27 авг.
5. Жарников В. Б., Николаева О. Н., Сафронов В. В. Техногенная трансформация земель и ее показатели в системе мониторинга // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 73–77.
6. Итоги деятельности Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии за 2012 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ru&text/>
7. Каленицкий А. И., Васильева К. Е. Оценка площади физической поверхности участка на территории Алтайского края // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 79–83.
8. Карпик А. П. Разработка критериев оценки качества кадастровых данных // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 133–136.

9. Карпик А. П. Разработка методики качественной и количественной оценки кадастровой информации // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 137–142.
10. Ключниченко В. Н., Ивчатова Н. С., Пустовалова О. В. Государственный кадастр недвижимости: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1; под общ. ред. В. Н. Ключниченко. – Новосибирск: СГГА, 2014. – 248 с.
11. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной реальности. // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 58–63.
12. Об основаниях для приостановления осуществления государственного кадастрового учета земельных участков [Электронный ресурс]: письмо Минэкономразвития РФ от 10.12.2010 № Д23–5055. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
13. Об устранении несоответствий в местоположении границ земельных участков: письмо Минэкономразвития № 4448–ИМ/Д23 от 27 марта 2009 года // Кадастровый вестник. – 2009. – № 2.
14. Об утверждении форм заявлений и об исправлении технических ошибок в сведениях государственного кадастра недвижимости [Электронный ресурс]: приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 13 апреля 2009 г. № 125. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
15. Об утверждении форм заявлений о государственном кадастровом учете недвижимого имущества: приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 30 сентября 2011 г. № 529 г. // Рос. газ. – 2011 – 31 дек.
16. Об утверждении формы межевого плана и требований к его подготовке, примерной формы извещения о проведении собрания о согласовании местоположения границ земельных участков [Электронный ресурс]: приказ Минэкономразвития России от 24.11.2008 № 412 (в ред. приказа № 32 от 25. 01. 2012). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
17. О государственном кадастровом учете изменений земельного участка в связи с изменением площади земельного участка и (или) изменением описания местоположения его границ [Электронный ресурс]: письмо Минэкономразвития РФ от 17.10.2011 № 22781–ИМ/Д23 (с изм. от 27. 12. 2011). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
18. О подготовке межевого плана. [Электронный ресурс]: письмо Министерства экономического развития РФ от 3 февраля 2010 г. № Д23– 344. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
19. О порядке наследования в движимых и недвижимых имуществах: Указ Петра I 23 марта 1714 года // Российское законодательство X–XX веков в 9 т., Т. 4. – М.: Юрид. лит., 1986. – 137 с.
20. О порядке устранения кадастровой ошибки в сведениях государственного кадастра недвижимости о местоположении границ земельных участков [Электронный ресурс]: письмо Минэкономразвития РФ от 26.10.2010 № Д23–4375. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана.
21. Рягузова С. Е., Пархоменко И. В. Объекты недвижимости. Понятие, признаки, виды // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 13–22.

Получено 15.08.2014

© В. Н. Ключниченко, М. Д. Костенко, 2014

УДК 63

**ОБ ОЦЕНКЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА В РАМКАХ  
ПРОГРАММЫ «РАЗВИТИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА НА 2013–2020 ГОДЫ»)**

*Анастасия Александровна Бочарова*

Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект», 630048, Россия, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 137/1, помощник директора, тел. (905)953-43-88, e-mail: b-anetsan@yandex.ru

*Валерий Борисович Жарников*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор, директор регионального информационного центра, тел. (383)361-05-66, e-mail: vestnik@ssga.ru

На основе теоретической концепции формализации принципа «рациональное использование земель» и методики оценки такой рациональности (эффективности) использования конкретных земельных, в том числе лесных участков, предложен механизм анализа систем управления, реализованный в настоящей статье на примере государственной программы развития лесного хозяйства в России. Представленные результаты более наглядно характеризуют этапы реализации программы, отчетливее выделяют роль ее составляющих, которые интерпретированы в качестве организационно-правового, экономического, экологического и технического показателей управления гослесфондом и, соответственно, закрепленными за ним землями.

**Ключевые слова:** землепользование, лесные участки, критерии рациональности, государственная программа.

**STATE LAND-USE CONTROL ASSESSMENT (BY EXAMPLE OF FOREST  
LAND RESOURCES IN FRAMEWORK OF PROGRAM «FOREST MANAGEMENT  
DEVELOPMENT 2013–2020»)**

*Anastasia A. Bocharova*

Zapsiblesproject, 630048, Russia, Novosibirsk, 137/1 Nemirovicha-Danchenko, assistant director branch of Roslesinfor, tel. (905)953-43-88, e-mail: b-anetsan@yandex.ru

*Valery B. Zharnikov*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., director, Regional Information Centre, tel. (383)361-05-66, e-mail: vestnik@ssga.ru

Theoretical concept of «efficient land use» principle formalization and the techniques for this efficiency assessment (as regards concrete land units including forest sites) are presented here as a basis to be applied for management system analysis mechanism. The authors demonstrate this mechanism using the example of the state Program for forest management development in Russia. The presented results vividly characterize the stages of the Program implementation and put forward the role of its components. The latter are interpreted as organizational and legal, economic, ecological and technical indices of state forest resources (and relevant lands) management.

**Key words:** land use, forest sites, efficiency criteria, state program.

Важнейшим фактором успешного социально-экономического развития страны является эффективное управление, направленное на стабильный рост продукции, услуг и других активов отраслей экономики, социальной инфраструктуры, науки и образования [1–19]. При этом сама система управления должна быть еще более эффективной, обладать более совершенной структурой, организацией, кадровым потенциалом, способным корректировать цели, задачи и механизмы управления [20].

Одним из современных механизмов системы управления социально-экономическим развитием страны являются государственные программы, отражающие приоритеты государственной политики в различных сферах ее деятельности [21, 22]. Примером такой программы является государственная программа РФ «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 годы» (далее – Программа) [23, 24], определяющая его цели, задачи и основные направления развития на указанный период.

Содержание программы составляют планируемые результаты развития отечественного лесного хозяйства [5, 23] по годам от 2012 г. до 2020 г. и по отдельным направлениям, в качестве которых приняты следующие индикаторы:

- лесистость территории РФ и каждого субъекта РФ;
- доля площадей земель лесного фонда, переданных в аренду;
- объем платежей в бюджетную систему;
- фактический объем заготовки древесины;
- число лесных пожаров по вине граждан;
- доля лесных пожаров, ликвидированных в течение первых суток;
- доля крупных пожаров в их общем числе;
- площадь ликвидированных очагов вредных организмов;
- площадь проведенных санитарно-оздоровительных мероприятий;
- площадь искусственного лесовосстановления;
- доля лесных культур в общем объеме лесовосстановления и ряд других.

По причине объемности исходных данных Программы [23] представим их образец в виде табл. 1, 2.

Рассмотренный далее вариант анализа программы базируется на теоретических положениях, изложенных авторами ранее в работах [25, 26]. Выполненные и представленные в последующих таблицах расчеты сопровождаются краткими комментариями, позволяющими, на наш взгляд, отчетливо понять используемый нами алгоритм.

Обработка данных программы осуществляется по технологической схеме, представленной в работе [26], основными этапами которой, в нашем случае, являются:

– объединение индикаторов (критериев), представленных в исходных данных Программы, примеры которых даны в табл. 1, 2, в группы, определяющие содержание выделенных нами четырех интегральных показателей: организационно-правового, технического, экономического, экологического;

- перевод значений размерных индикаторов в безразмерные – доли от принятого нами базового, в нашем случае предшествующего (по каждой строке табл. 1, 2) значения;
- расчет весомостей полученных долей, определяемых лесистостью оцениваемой территории (страны, федерального округа);
- расчет интегральных значений четырех выделенных нами показателей суммированием взвешенных долей;
- расчет итогового показателя эффективности реализации программных процедур, при этом весомости суммируемых частных показателей определяются суммой весомостей составляющих их индикаторов.

Таблица 1

Плановые сведения государственной программы РФ «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 гг.» по федеральным округам (фрагмент из [25])

Критерии	Индикаторы										
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Доля площади лесов, на которых проведены мероприятия лесоустройства в течение последних 10 лет, в общей площади лесов, %	30,0	30,5	30,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
Доля площади лесов, в которых осуществляется государственная инвентаризация лесов на основе постоянных пробных площадей, в общей площади лесов, %	9	13	16	21	29	37	44	52	63	71	80
Доля площади земель лесного фонда, поставленной на кадастровый учет, в общей площади земель лесного фонда, %	10	15	20	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5

Таблица 2

Плановые сведения государственной программы РФ  
«Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 гг.» (фрагмент данных из [23])

Наименование федерального округа РФ	Индикаторы								
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Доля площадей земель лесного фонда, переданных в аренду, в общей площади земель лесного фонда, %									
Центральный федеральный округ (в среднем)	41,2	42,1	43,0	43,9	44,8	45,7	46,6	47,5	48,4
Северо-Западный федеральный округ (в среднем)	46,7	47,6	48,5	49,4	50,3	51,2	52,1	53,0	53,9
Южный федеральный округ (в среднем)	24,9	25,8	26,7	27,6	28,5	29,4	30,3	31,2	32,1
Северо-Кавказский федеральный округ (в среднем)	5,2	6,1	7,0	7,9	8,8	9,7	10,6	11,5	12,4
Приволжский федеральный округ (в среднем)	42,9	43,8	44,7	45,6	46,5	47,4	48,3	49,2	50,1
Уральский федеральный округ (в среднем)	13,2	14,1	15,0	15,9	16,8	17,7	18,6	19,5	20,4
Сибирский федеральный округ (в среднем)	19,2	20,1	21,0	21,9	22,8	23,7	24,6	25,5	26,4
Дальневосточный федеральный округ (в среднем)	10,4	11,3	12,2	13,1	14,0	14,9	15,8	16,7	17,6

В табл. 3 представлены результаты формирования четырех интегральных показателей, характеризующихся индикаторами (критериями) анализируемой Программы в соответствии с ее исходными данными [23].

В табл. 4 приведены результаты таких расчетов. Итоговые значения частных интегральных показателей представлены в табл. 5.

Таблица 3

Критерии базовых показателей для оценки эффективности реализации государственной программы РФ «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 гг.»

Показатели	Индикаторы (критерии)
1. Организационно-правовой	1.1. Доля площади лесов, на которых проведены мероприятия лесостроительства в течение последних 10 лет, в общей площади лесов. 1.2. Доля площади лесов, в которых осуществляется государственная инвентаризация лесов на основе постоянных пробных площадей, в общей площади лесов. 1.3. Доля площади земель лесного фонда, поставленной на кадастровый учет, в общей площади земель лесного фонда. 1.4. Доля площади земель лесного фонда, переданных в аренду, в общей площади земель лесного фонда. 1.5. Отношение количества случаев с установленными нарушителями лесного законодательства к общему количеству зарегистрированных случаев нарушения лесного законодательства
2. Технический	2.1. Лесистость территории РФ. 2.2. Доля площади лесов, выбывших из состава покрытых лесной растительностью земель лесного фонда в связи с воздействием пожаров, вредных организмов, рубок и других факторов, в общей площади покрытых лесной растительностью земель лесного фонда. 2.3. Доля площади ценных лесных насаждений в составе покрытых лесной растительностью земель лесного фонда. 2.4. Отношение фактического объема заготовки древесины к установленному допустимому объему изъятия древесины
3. Экономический	3.1. Объем платежей в бюджетную систему Российской Федерации от использования лесов, расположенных на землях лесного фонда, в расчете на 1 гектар земель лесного фонда. 3.2. Доля объема финансирования лесных научных исследований в общем финансировании лесного хозяйства
4. Экологический	4.1. Доля крупных лесных пожаров в общем количестве лесных пожаров. 4.2. Доля площади лесов на землях лесного фонда, в которых осуществляется в течение года наземный лесопатологический мониторинг, в общей площади лесов. 4.3. Отношение площади проведенных санитарно-оздоровительных мероприятий к площади погибших и поврежденных лесов. 4.4. Сокращение объема незаконных рубок в процентах к предыдущему году. 4.5. Отношение площади искусственного лесовосстановления к площади выбытия лесов в результате сплошных рубок и гибели лесов. 4.6. Доля лесных культур в общем объеме лесовосстановления на землях лесного фонда. 4.7. Отношение площади рубок ухода в молодняках к площади молодняков хозяйственно-ценных пород

Таблица 4

## Определение значений критериев каждого года расчетного периода

Критерии в соответствии с табл. 3	Значения											Σ	
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.		
1.1	1,00	1,02	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11,05
1.2	1,00	1,44	1,23	1,31	1,38	1,28	1,19	1,18	1,21	1,13	1,13	1,13	13,48
1.3	1,00	1,50	1,33	1,25	1,10	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	12,64
1.4	1,00	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	11,44
1.5	1,00	1,06	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	11,14
Σ	5,00	6,07	5,62	5,62	5,57	5,42	5,32	5,31	5,33	5,24	5,23	5,23	59,74
2.1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11,00
2.2	-1,00	-0,86	-0,75	-0,74	-0,73	-0,72	-0,70	-0,70	-0,69	-0,68	-0,67	-0,67	-8,22
2.3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11,00
2.4	1,00	1,07	1,03	1,03	1,06	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07	1,04	1,04	11,64
Σ	2,00	2,21	2,28	2,30	2,34	2,37	2,38	2,38	2,39	2,39	2,38	2,38	25,41
3.1	1,00	1,09	1,09	1,13	1,17	1,20	1,24	1,28	1,31	1,35	1,39	1,39	13,24
3.2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11,00
Σ	2,00	2,09	2,09	2,13	2,17	2,20	2,24	2,28	2,31	2,35	2,39	2,39	24,24
4.1	-1,00	-0,95	-0,94	-0,94	-0,93	-0,93	-0,93	-0,92	-0,91	-0,90	-0,89	-0,89	-10,24
4.2	1,00	1,00	1,10	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	11,67
4.3	1,00	1,55	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	11,90
4.4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11,00
4.5	1,00	1,00	1,04	1,03	1,04	1,03	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,04	11,31
4.6	1,00	1,09	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11,12
4.7	1,00	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	11,57
Σ	5,00	5,76	5,31	5,30	5,29	5,28	5,28	5,27	5,27	5,27	5,27	5,28	58,33

Таблица 5

## Итоговые значения показателей реализации Программы

Показатели	Значения											Σ
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
Организационно-правовой	0,90	1,09	1,01	1,01	1,00	0,98	0,96	0,96	0,96	0,94	0,94	10,75
Технический	0,46	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	5,85
Экономический	0,92	0,96	0,96	0,98	1,00	1,01	1,03	1,05	1,06	1,08	1,10	11,16
Экологический	0,65	0,75	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	7,58
Σ	2,93	3,31	3,19	3,21	3,23	3,22	3,22	3,24	3,26	3,26	3,27	35,33

На рис. 1 отображена динамика эффективности реализации Программы по годам с использованием значений из табл. 4. Наибольшая результативность, как следует из полученных результатов, относится к 2011 г. К 2020 г. ожидается стабильное улучшение показателей, определяющих устойчивое управление лесами, сохранение их глобальной значимости. Планируемые результаты, как следует из критериального анализа процесса реализации развития лесного хозяйства РФ, обусловлены реализацией следующих программных мероприятий:

- проведением лесоустройства, государственной инвентаризацией лесов, государственным кадастровым учетом лесных участков, ведением государственных реестров;
- организацией использования лесов, включая лесное планирование и регламентирование;
- осуществлением федерального государственного лесного надзора;
- развитием систем и средств обеспечения пожарной безопасности в лесах; предупреждением возникновения и тушением лесных пожаров; проведением профилактики возникновения и ликвидации очагов вредных организмов;
- осуществлением профилактических и реабилитационных мероприятий в зонах радиоактивного загрязнения земель;
- осуществлением лесовосстановления и лесоразведения;
- проведением ухода за лесами;
- научно-аналитическим обеспечением в сфере реализации государственной программы;
- подготовкой, переподготовкой и повышением квалификации кадров лесного хозяйства;
- обеспечением исполнения государственных функций федеральными, региональными и местными органами исполнительной власти.

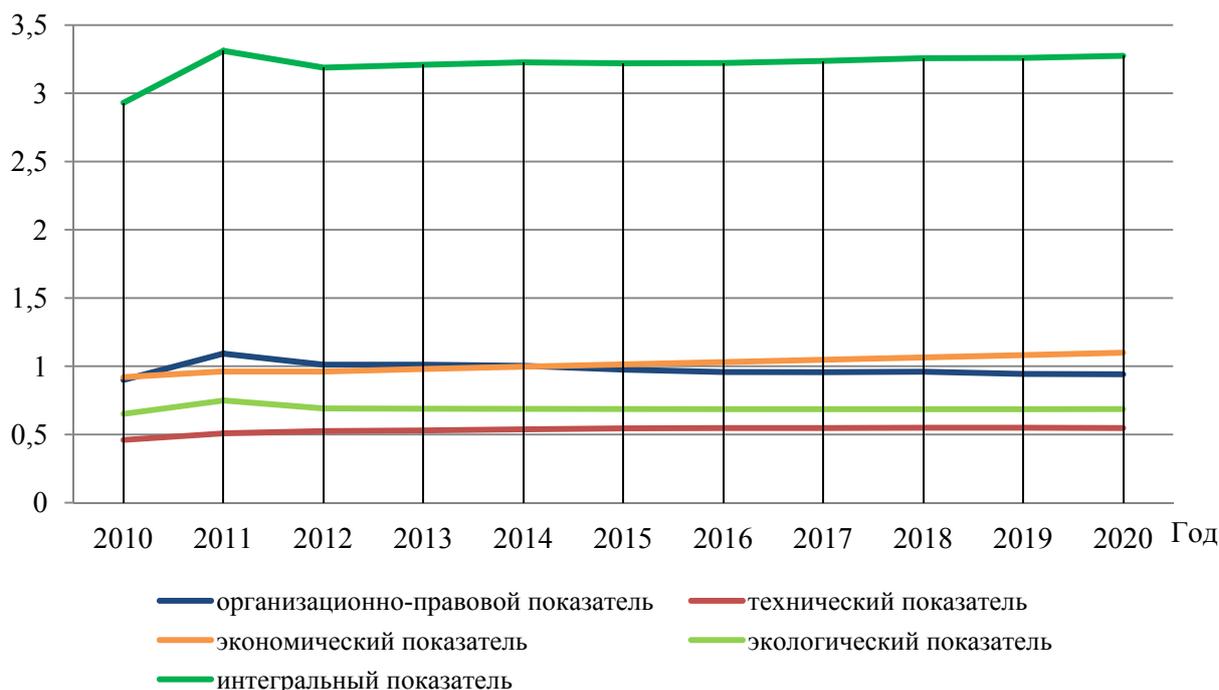


Рис. 1. Динамика эффективности реализации Программы по годам

Непосредственная конкретизация и адаптация указанных мероприятий может осуществляться на региональном и местном уровнях управления земельными и лесными ресурсами. Поэтому успешная реализация Программы требует активного участия органов исполнительной власти субъектов РФ, которым, в соответствии с ЛК РФ, переданы полномочия по организации и обеспечению использования лесов, их охраны, защиты и воспроизводства.

Аналогичным образом определена эффективность реализации государственной программы по округам. Результаты расчетов приведены в табл. 6, 7, их графическое отображение – на рис. 2 и 3.

Таблица 6

Весовые значения показателей федеральных округов, определяемых лесистостью территории

Критерий	Значения								
	Центральный федеральный округ	Северо-Западный федеральный округ	Южный федеральный округ	Северо-Кавказский федеральный округ	Приволжский федеральный округ	Уральский федеральный округ	Сибирский федеральный округ	Дальневосточный федеральный округ	
Лесистость территории, %	0,12	0,19	0,02	0,04	0,13	0,14	0,19	0,17	

Таблица 7

Значения приведенных (в долях) критериев

Наименование федерального округа РФ	Значения									Σ
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
Центральный	8,00	8,62	8,61	8,75	8,56	8,58	8,63	8,64	8,67	77,06
Северо-Западный	8,00	8,24	8,28	8,20	8,20	8,20	8,17	8,28	8,25	73,82
Южный	8,00	9,66	9,56	10,27	9,55	9,59	9,62	9,71	9,74	85,70
Северо-Кавказский	8,00	9,07	9,03	9,10	8,91	8,89	8,90	8,93	8,96	79,79
Приволжский	8,00	8,50	8,56	8,44	8,53	8,54	8,54	8,63	8,65	76,39
Уральский	8,00	8,51	8,35	8,36	8,35	8,30	8,32	8,37	8,35	74,91
Сибирский	8,00	8,24	8,47	8,21	8,20	8,18	8,22	8,30	8,27	74,09
Дальневосточный	8,00	8,15	8,59	8,05	8,02	8,31	7,99	8,12	8,02	73,26
Σ	64,00	69,00	69,45	69,37	68,32	68,60	68,39	68,99	68,92	615,03

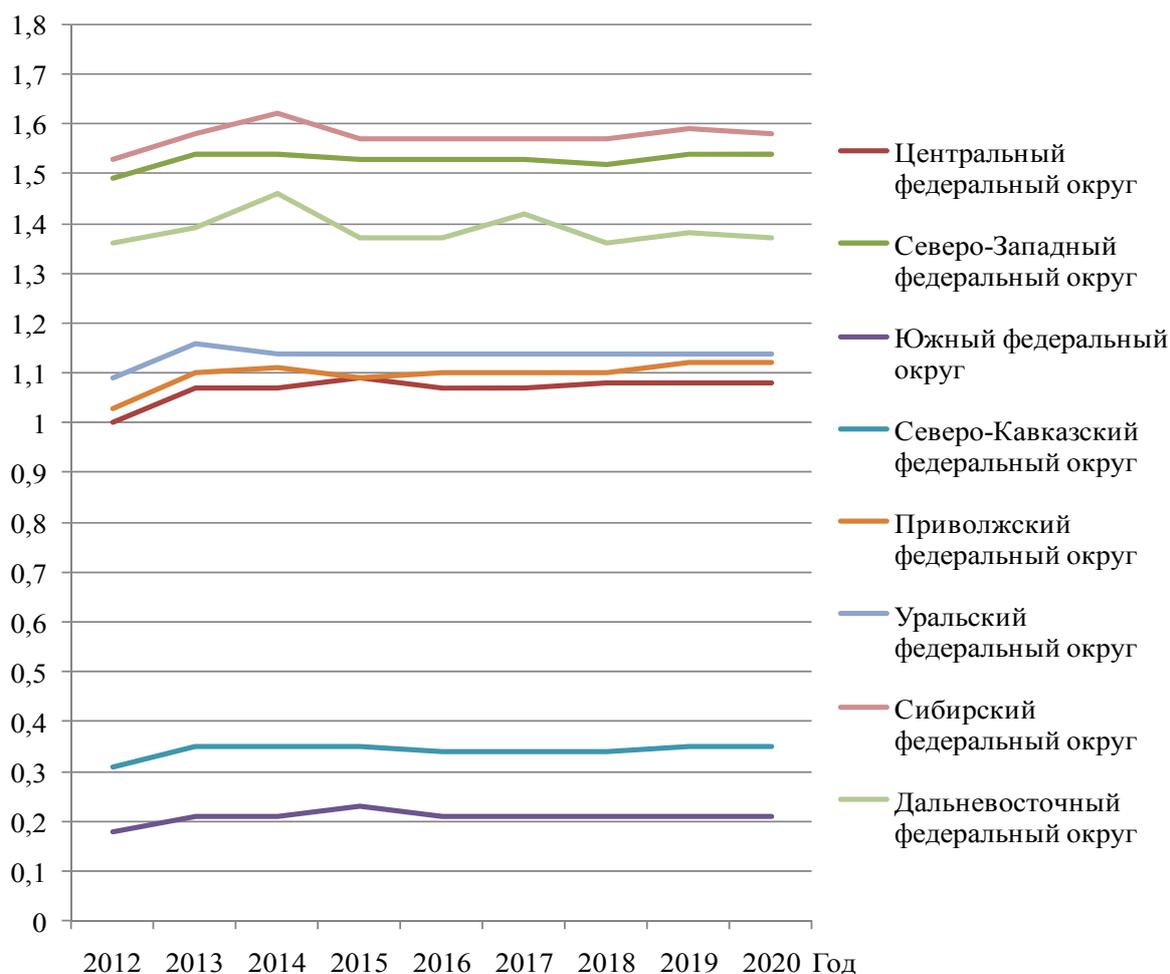


Рис. 2. Динамика эффективности реализации Программы по федеральным округам

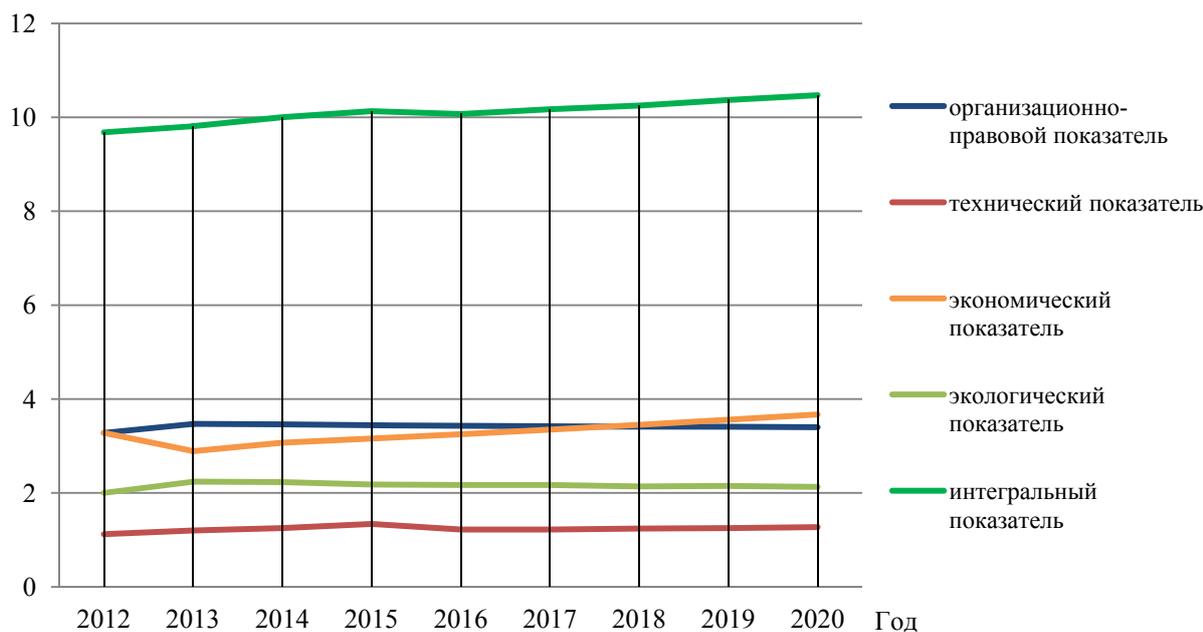


Рис. 3. Динамика эффективности реализации Программы федеральными округами по годам

В результате проведенных расчетов и анализа значений показателей эффективности реализации государственной программы развития лесного хозяйства страны до 2020 г. нами сделаны следующие выводы:

- использование предложенной методики анализа позволило нагляднее представить и более детально отобразить эффекты реализации Программы по отдельным направлениям и этапам развития лесного хозяйства;

- систематизация плановых сведений (индикаторов) Программы по предложенным показателям позволяет выделить проблемные зоны в траектории реализации Программы (в анализируемом варианте их немного, но они есть: снижены результаты в 2016 г.);

- более детальный анализ просматривается в результатах оценки показателей Программы, реализованных в субъектах РФ;

- критерии, представленные в табл. 8 и 9, отчетливо показывают роль каждого из четырех предложенных показателей (и составляющих их индикаторов), позволяют вносить необходимые коррективы в ход реализации Программы.

Представленные в табл. 8 результаты позволяют оценить взвешенные, т. е. соотношенные к лесистости и соответствующим объемам работ результаты деятельности федеральных округов по выполнению государственной программы по годам и в целом за весь период ее реализации. Лучшими здесь выглядят Сибирский и Дальневосточный округа, существенно худшие показатели имеют Южный и Северо-Кавказский округа.

Таблица 8

Интегральные значения показателей по федеральным округам  
(с учетом их весовых значений)

Наименование федерального округа РФ	Значения									Σ
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
Центральный	1,00	1,07	1,07	1,09	1,07	1,07	1,08	1,08	1,08	9,61
Северо-Западный	1,49	1,54	1,54	1,53	1,53	1,53	1,52	1,54	1,54	13,77
Южный	0,18	0,21	0,21	0,23	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	1,89
Северо-Кавказский	0,31	0,35	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	3,09
Приволжский	1,03	1,10	1,11	1,09	1,10	1,10	1,10	1,12	1,12	9,88
Уральский	1,09	1,16	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	10,25
Сибирский	1,53	1,58	1,62	1,57	1,57	1,57	1,57	1,59	1,58	14,19
Дальневосточный	1,36	1,39	1,46	1,37	1,37	1,42	1,36	1,38	1,37	12,49
Σ	8,00	8,41	8,51	8,38	8,33	8,38	8,33	8,42	8,39	75,15

Таблица 9

Итоговые значения показателей

Показатели	Значения									Σ
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
Организационно-правовой	3,28	3,47	3,46	3,44	3,43	3,42	3,41	3,41	3,40	30,73
Технический	1,12	1,20	1,25	1,34	1,22	1,22	1,24	1,25	1,27	11,11
Экономический	3,28	2,89	3,07	3,16	3,25	3,35	3,45	3,56	3,67	29,68
Экологический	2,00	2,24	2,23	2,18	2,17	2,17	2,14	2,15	2,13	19,41
Σ	9,68	9,81	10,00	10,13	10,07	10,17	10,25	10,37	10,47	90,94

Результаты табл. 9 дают представление о вкладе в итоговый результат отдельных направлений деятельности, среди которых выделяются организационно-правовая и экономическая деятельности, соответственно, с 34 и 33 %. Существенен также вклад экологической деятельности (21 %).

Полученные результаты, таким образом, детализируют анализ содержания Программы и одновременно подтверждают ее современный характер и соответствие базовым положениям устойчивого лесопользования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственное регулирование рыночной экономики: учебник для вузов; Под общ. ред. В. И. Кушлина, Н. А. Волгина. – М.: ОАО «НПО экономика», 2000. – 735 с.
2. Аврунев Е. И., Метелева М. В. О совершенствовании системы координатного обеспечения государственного кадастра недвижимости // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 60–66.
3. Варламоа А. А., Гальченко С. А. Государственный кадастр недвижимости: учебник для вузов; Под ред. А. А. Варламова. – М.: КолосС, 2012. – 679 с.
4. Шалмина Г. Г. Предпроектное обоснование прогнозирования экономики: монография. – Новосибирск: Изд-во НГОНБ, 2010. – 480 с.
5. Лесопромышленный комплекс России: состояние и перспективы [Электронный ресурс] / официальный сайт Государственной думы. – URL: <http://iam.duma.gov.ru/node/3/4666>. – Загл. с экрана (дата обращения 04.10.2010).
6. Ивчатова Н. С. Организационно-технологические предпосылки создания межрегионального учетно-регистрационного центра на территории Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 67–77.
7. Робинсон Б. В., Ушакова Е. О. Вопросы повышения эффективности управления региональными ресурсами развития туризма // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 63–71.
8. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости в России // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–59.
9. Креймер М. А. Принципы построения региональных нормативов градостроительного проектирования // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 60–76.
10. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.
11. Креймер М. А. Гармонизация природопользования и природоохранной деятельности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 61–77.
12. Нитяго И. В. Экономическое будущее Сибири: проблемы и перспективы // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 118–125.
13. Карпик А. П., Ащеулов В. А. Государственная аккредитация академии – платформа для подготовки специалистов новой формации // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 126–134.
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. Мусихин И. А. Современные подходы в проведении мониторинга качества результатов образования в вузе // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 113–122.
16. Луговская Л. Н. Совершенствование технологии государственной регистрации прав с использованием возможностей многофункционального центра // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 62–68.
17. Иванов А. И. Новый взгляд на организацию информационных ресурсов для обеспечения управления муниципальными образованиями // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 57–67.
18. Писаренко А. И., Страхов В. В. Современное состояние лесного комплекса России // Лесное хозяйство. – 2011. – № 5. – С. 2–7.
19. Петров А. П. Лесная политика Российской Федерации: уроки прошлого и взгляд в будущее // Лесное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 13–16.
20. Райзберг Б. А. Курс управления экономикой. – СПб.: Питер, 2003. – 528 с.

21. Об утверждении перечня государственных программ Российской Федерации [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства РФ от 11.11.2010 г. № 1950-р. – Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».

22. Об утверждении методических указаний по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации [Электронный ресурс]: приказ минэкономразвития РФ от 20.11.2013 г. № 690. – Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».

23. Документы. Государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 годы» [Электронный ресурс] / официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства РФ. – URL: [http:// www.rosleshoz.gov.ru/other/76](http://www.rosleshoz.gov.ru/other/76). – Загл. с экрана (дата обращения 01.07.2013).

24. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 годы» [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ № 318 от 15 апреля 2014 г. / официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства РФ. – URL: [http:// www.rosleshoz.gov.ru/docs/enachions/83](http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/enachions/83). – Загл. с экрана (дата обращения 01.05.2014).

25. Жарников В. Б. Рациональное использование земель как задача геоинформационного пространственного анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 77–81.

26. Бочарова А. А., Жарников В. Б. Методические основы оценки рационального использования лесных участков // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 25–31.

Получено 30.07.2014

© А. А. Бочарова, В. Б. Жарников, 2014

УДК 528.91

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ АРЕНДНОЙ ПЛАТЫ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА**

*Алексей Викторович Дубровский*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, заведующий научно-производственным центром «Дигитайзер», тел. 8(383)361-01-09, e-mail: avd5@mail.ru

*Елена Александровна Ермолаева*

RID Analytics, 630082, Россия, г. Новосибирск, ул. Жуковского, 102, руководитель RID Analytics, сертифицированный аналитик рынка недвижимости (САРН), тел. 8(383)263-44-08, e-mail: post@ridasib.com

*Екатерина Дмитриевна Подрядчикова*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант, тел. 8(383)361-01-09, e-mail: podryadchikova\_ed@mail.ru

Рассмотрен подход к выполнению геоинформационного анализа распределения величины арендной платы коммерческой недвижимости на территории города Новосибирска. Цена на аренду коммерческой недвижимости в Новосибирске зависит от множества факторов, начиная от месторасположения и «проходимости» офиса и заканчивая качеством ремонта и наличием необходимых коммуникаций, а также парковки для автомобилей. Графическая интерпретация дает возможность для получения «ценовых зон» – территорий с узким диапазоном разброса цен. Для выполнения анализа распределения величины арендной платы коммерческой недвижимости на территории города Новосибирска были применены методы геоинформационного анализа.

**Ключевые слова:** геоинформационный анализ, функциональное зонирование, объект недвижимости.

## **COMMERCIAL PROPERTY ON NOVOSIBIRSK TERRITORY: GEOINFORMATION ANALYSIS OF RENT VALUE DISTRIBUTION**

*Alexey V. Dubrovsky*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., head of Research and Production Centre «Digitizer», tel. (383)361-01-09, e-mail: avd5@mail.ru

*Elena A. Yermolayeva*

RID Analytics, 630082, Russia, Novosibirsk, 102 Zhukovsky St., Licensed analyst of real estate market, head of RID Analytics, tel. (383) 263-44-08, tel. (383)263-44-08, e-mail: post@ridasib.com

*Ekaterina D. Podryadchikova*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Post-graduate student, tel. (383)361-01-09, e-mail: podryadchikova\_ed@mail.ru

The paper discuss the approach to geoinformation analysis of distribution value of commercial real estate rent on the territory of Novosibirsk city. Real estate rent in Novosibirsk depends on

many factors, such as location, quality of repair and availability of the necessary communications, as well as parking. Graphical interpretation allows to obtain the "price zones" – areas with a closely range of price. For analysis of the distribution value of commercial real estate rent on the territory of Novosibirsk city was applied methods of GIS analysis.

**Key words:** geoinformation analysis, functional zoning, real estate object.

Территория любого города представляет собой сочетание различных по характеристикам функциональных зон. В большинстве случаев зоны оказывают взаимное влияние на качественные и количественные характеристики смежных территорий. При этом, в первую очередь, за счет точечного строительства на освоенных территориях углубляется процесс появления смешанных по функциональности зон [1–4].

Для выполнения работ по планированию, рациональной организации территории населенного пункта, а также анализа экономической и социальной эффективности проводимых на территории мер по оптимизации городской среды используются методы геоинформационного анализа и моделирования [5–8]. Результаты этих исследований представляют ценность для оценщиков, риэлтеров, строительных компаний, а также широкого круга лиц, интересующихся рынком недвижимости.

В статье рассматривается опыт выполнения геоинформационного анализа величины арендной платы коммерческой недвижимости на территории города Новосибирска. Дифференциация арендной ставки, несомненно, зависит от множества факторов: площади помещения, этажа, материала стен, наличия городской инфраструктуры. Продуктивно и более наглядно анализ и мониторинг состояния стоимости аренды проводится с использованием геоинформационных систем. Графическая интерпретация дает возможность для получения «ценовых зон» – территорий с узким диапазоном разброса цен.

Районирование территории для объектов офисной и торговой недвижимости имеет свои особенности, связанные с гораздо менее «сплошным», по сравнению с жильем, размещением этих объектов по территории города [9–11]. При анализе территории города Новосибирска выделено пять диапазонов средних по району удельных цен предложения, при этом максимальная ставка составила 1 553 руб. за кв. м, а минимальная – 206 руб. за кв. м. Диаграмма распределения значений арендной платы коммерческой недвижимости в городе Новосибирске представлена на рис. 1.

Для выполнения геоинформационного анализа применены методы геокодирования и интерполяции с использованием программного продукта ArcGIS. Алгоритм работы представлен на рис. 2, а.

Наиболее трудозатратным является совмещение значений арендной платы и пространственных объектов на карте, т. е. процесс геокодирования. В данном случае сопоставление двух баз данных производилось по адресу объекта недвижимости. Результатом геокодирования является нерегулярная сеть точек, неравномерно распределенных по территории города (рис. 2, б). В настоящее

время большое количество задач связано с обработкой таких неравномерно распределенных в пространстве данных. Особенно это касается географических информационных систем, так как в этих системах можно произвести измерения только в некоторых точках. Решением таких задач является применение различных методов интерполяции. Методы интерполяции позволяют вычислить поверхность по точечным измерениям и получить (предсказать) значения переменной для каждой точки.

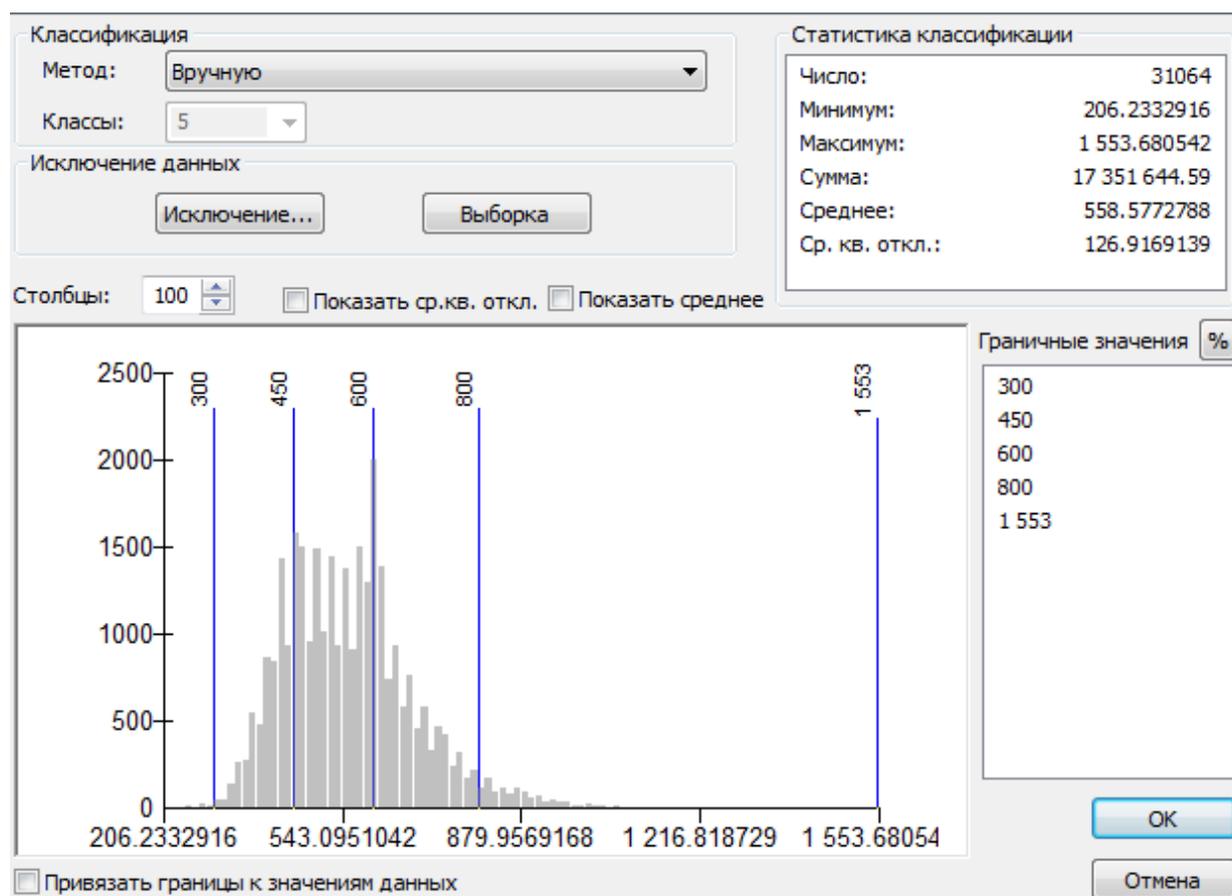


Рис. 1. Диаграмма распределения значений арендной платы коммерческой недвижимости в городе Новосибирске

Существуют две основные группы методов интерполяции: детерминированные и геостатистические. Методы детерминированной интерполяции создают поверхности из измеренных точек, основываясь или на степени схожести (обратные взвешенные расстояния), или на уровне сглаживания (радиальные базисные функции). Геостатистические методы интерполяции (кригинг) используют статистические свойства измеренных точек. Геостатистические методы измеряют пространственную автокорреляцию в измеренных точках и рассчитывают пространственную конфигурацию опорных точек вокруг интерполируемого местоположения [12, 13].



Рис. 2. Геоинформационный анализ величины арендной платы коммерческой недвижимости на территории города Новосибирска:

а) алгоритм работы; б) результат геокодирования исходных данных

Для выполнения анализа распределения величины арендной платы коммерческой недвижимости на территории города Новосибирска был применен метод обратных взвешенных расстояний. Суть данного метода заключается в том, что точки, находящиеся ближе к тем, в которых производится оценивание, оказывают большее влияние, по сравнению с удаленными точками. Выбирается максимальный радиус поиска или количество точек, ближайших по расстоянию от определяемой точки. После этого задается вес значению величины в каждой выбранной точке, который вычисляется в зависимости от квадрата расстояния до определяемой точки. Таким образом, достигается взнос большего вклада более близких точек в определение интерполируемой величины по сравнению с более удаленными точками [14–16].

После применения интерполяции по заданным параметрам (размер входной ячейки, радиус действия величины) была получена интерполяционная карта распределения величины арендной платы. Наиболее корректно интерполируются данные в центре и растягиваются на окраине, где нет такой густоты покрытия, наглядно это видно на рис. 3, а.

По интенсивности окраса зон можно судить о наибольшей ставке аренды офисных помещений. Для дополнительного пространственного анализа интерполированные ценовые зоны были совмещены с векторными слоями транспортной инфраструктуры города. Как видно из рис. 3, б, зоны наиболее высокой арендной платы сконцентрированы в центральной части города, субцентрах, по линии метро.

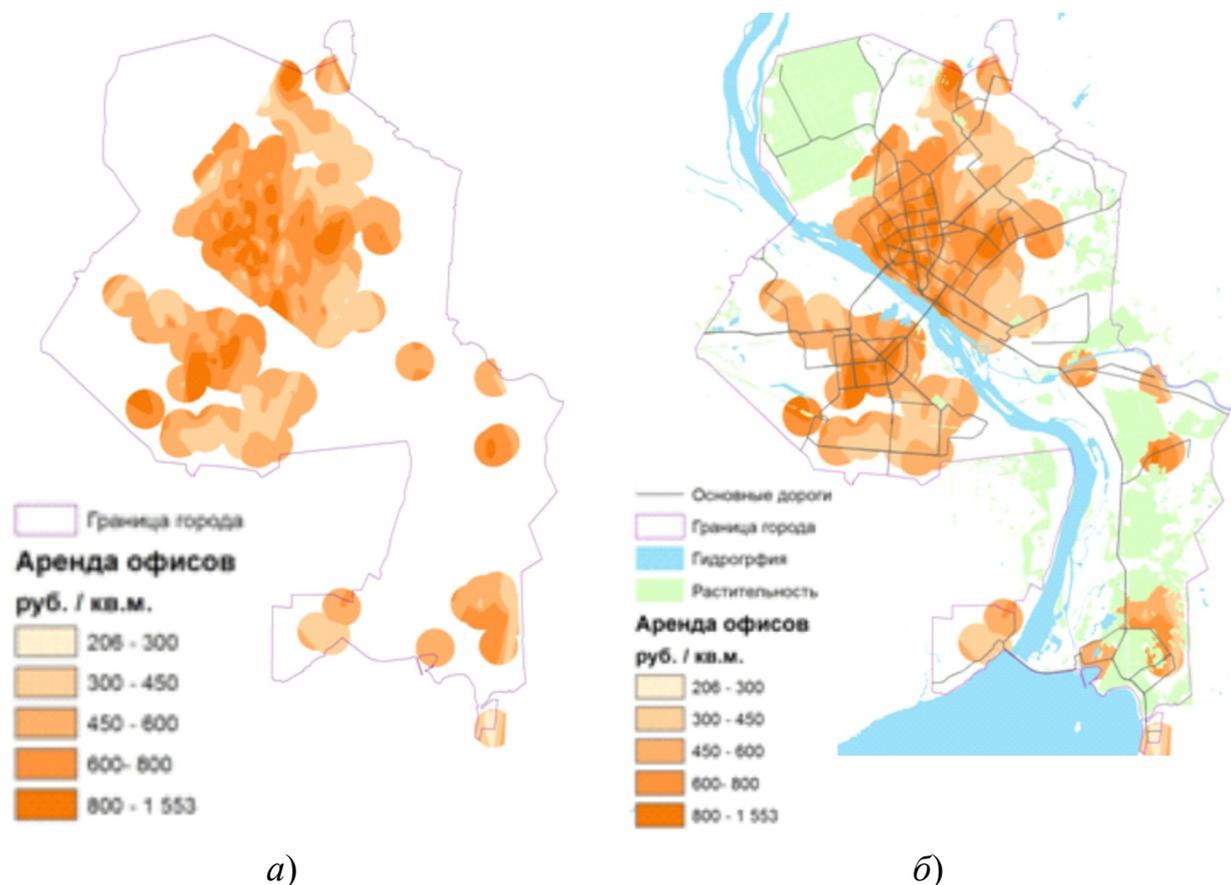


Рис. 3. Результаты интерполяции данных по величине арендной платы коммерческой недвижимости на территории города Новосибирска: а) интерполяционная модель; б) совмещение интерполяционной модели с векторной картой

Таким образом, показаны возможности и практическое применение геоинформационного анализа, а именно геокодирования и интерполяции, для целей информационного обеспечения работы аналитических агентств и других участников рынка оценки недвижимости [17, 18].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубровский А. В. Геоинформационные системы: управление и навигация: учебно-метод. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 96 с.

2. Разработка подхода к зонированию городской территории на основе показателя социальной комфортности населения / В. Н. Никитин, А. В. Дубровский, Е. Д. Подрядчикова, А. Е. Певнева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 73–79.
3. Дубровский А. В., Ершов А. В., Середович С. В. Исследования взаимосвязи плотности улично-дорожной сети с плотностью застройки для жилых, общественно-деловых, производственных зон города Новосибирска // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 143–147.
4. Дубровский А. В., Ершов А. В., Середович С. В. К вопросу применения геоинформационных технологий при планировании и оптимизации городской транспортной сети // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 3. – С. 97–103.
5. Дубровский А. В. Исследование геоинформационной основы для создания системы навигации и управления на территории субъекта РФ // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2009. – № 6. – С. 96–102.
6. Дубровский А. В. Земельно-информационные системы в кадастре: учебно-метод. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 112 с.
7. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 53–59.
8. Карпик А. П. Современное состояние и проблемы геоинформационного обеспечения территорий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 3–8.
9. Стерник Г. М., Стерник С. Г. Анализ рынка недвижимости для профессионалов. – М.: ЗАО «Издательство "Экономика"», 2009. – С. 287–289.
10. Стерник Г. М. Методика прогнозирования цен на жилье в зависимости от типа рынка // Имущественные отношения в РФ. – 2010. – № 12. – С. 72–78.
11. Стерник Г. М., Стерник С. Г. Методология прогнозирования российского рынка недвижимости. Часть 1. Основные допущения, ограничения и рабочие гипотезы // Механизация строительства. – 2013. – № 8 (830). – С. 53–63.
12. ArcGIS 10.2 Руководство пользования [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://resources.arcgis.com/ru>.
13. Гофман В. Корпоративные муниципальные ГИС [Электронный ресурс] // ДАТА+, ArcReview, 2006. – № 3 (38). – Режим доступа: [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_38/](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_38/)
14. Дубровский А. В., Подрядчикова Е. Д. О подходе к расчету показателя социальной комфортности населения для совершенствования системы оценки недвижимого имущества // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 94–100.
15. Дубровский А. В., Бударов В. П., Нечаева А. Н. Разработка интегрального показателя социальной комфортности населения как фактора расчета налога на недвижимое имущество // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 3, ч. 2. – С. 87–92.
16. Дубровский А. В., Мурзинцева Е. Л., Нечаева А. Н. Исследование взаимосвязи социально-территориальных взаимосвязей элементов городской среды средствами ГИС-

технологий // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 3, ч. 2. – С. 17–21.

17. Калинина Н., Кочетков Ю., Овсянников В. Массовая оценка недвижимости. Центр анализа рынков недвижимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.crea.ru/Articles/mass\\_est/mass\\_est/mass\\_est.htm](http://www.crea.ru/Articles/mass_est/mass_est/mass_est.htm)

18. Дробышева В. В., Герасимов Б. И. Интегральная оценка качества жизни населения региона: монография; Под научн. ред. д-ра экон. наук, проф. Б. И. Герасимова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 108 с.

Получено 04.08.2014

© *А. В. Дубровский, Е. А. Ермолаева, Е. Д. Подрядчикова, 2014*

УДК 528.44

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ НА ПРИМЕРЕ Г. КЕМЕРОВО**

*Мария Викторовна Метелева*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (383)344-31-73, e-mail: kadastr204@yandex.ru

В статье на практическом примере рассмотрена автоматизированная технология проектирования геодезического обоснования для ведения государственного кадастра недвижимости (ГКН). Предложенная технология предусматривает использование растровой подложки с применением программного продукта MapInfo и специальной компьютерной программы Logos200 для оценки точности проекта геодезического обоснования. В выполненном проекте рассмотрено три варианта построения геодезического обоснования (опорной межевой сети) с использованием как традиционных наземных средств для выполнения измерений, так и современных спутниковых ГНСС-технологий. На основании результатов оценки точности наиболее слабых параметров сделано заключение о нецелесообразности использования в качестве исходной основы для ведения ГКН существующего геодезического обоснования. Для оптимального варианта проектирования геодезического обоснования предложено использовать ГНСС-построения, основанные на сетевом способе.

**Ключевые слова:** государственный кадастр недвижимости, опорная межевая сеть, геодезическое обоснование, средняя квадратическая ошибка, точность параметров, ГНСС-построения.

## **PLANNING OF GEODETIC SURVEY FOR NATIONAL REAL ESTATE CADASTRE BY EXAMLE OF KEMEROVO**

*Maria V. Meteleva*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Postgraduate student, Department of Cadastre and Territorial Planning, tel. (383)344-31-73, e-mail: kadastr204@yandex.ru

The working model used here is to present computer-aided technology for planning geodetic survey for National Real-estate Cadaster. The offered technology involves application of raster base, MapInfo software, and special computer program Logos200 to estimate geodetic survey design accuracy. In the framework of the implemented design, three variants of geodetic survey (reference network for cadastral survey) applying both traditional ground-based measuring instruments and modern GNSS-technologies are considered. Taking into account the results of the weakest parameters accuracy estimation, current geodetic survey is inexpedient for using as a reference basis for National Real-estate Cadaster. Network-based GNSS-surveying as an optimal alternative for designing geodetic surveys is offered.

**Key words:** national real-estate cadaster, reference network for cadastral survey, geodetic survey, mean-root-square error, parameters accuracy, GNSS-surveying.

Эффективное ведение государственного кадастра недвижимости основывается на достоверной информации о геопространственном положении учтенного недвижимого имущества, которое расположено в границах территориального образования [8]. Местоположение в геопространстве определяется координатами характерных точек (межевых знаков), которые на местности закрепляют границы объектов недвижимости. В настоящее время координаты характерных точек должны быть представлены в плоской прямоугольной системе координат (государственной СК-95 или местной), а с 1 января 2017 г., в соответствии с мероприятиями, намеченными «в дорожной карте» развития управления «Росреестра», – в пространственной прямоугольной (геоцентрической) координатной системе [9].

Государственная система координат обеспечивает определение местоположения учтенного недвижимого имущества на всей территории Российской Федерации, в том числе, визуализацию кадастровой информации на топографических или кадастровых картах. Для решения вопросов практического использования кадастровой информации при регулировании земельно-имущественных отношений на муниципальном уровне, как правило, используют местную координатную систему [10].

Единое геопространство на федеральном или региональном уровне создается на основании построения на местности геодезических построений, поэтому вопросам проектирования и математической обработки результатов измерений посвящено значительное число работ [11, 16].

В соответствии с предложениями, изложенными в [15], в крупных территориальных образованиях геодезическое обоснование целесообразно создавать в трехступенчатом варианте. Обоснование состоит из опорных межевых сетей (ОМС), межевых сетей сгущения (МСС) и межевого съемочного обоснования (МСО).

ОМС необходима для закрепления координатной системы территориального образования, определения местоположения городской черты и уникальных характеристик учтенного недвижимого имущества [7, 8, 10].

Учитывая важность создания единого геопространства на данное территориальное образование [2, 17], в данной статье поставлена задача – рассмотреть различные варианты построения опорной межевой сети на территории города Кемерово для определения ее оптимальной структуры и анализа точности запроектированных параметров.

Проект расположения пунктов ОМС в данном территориальном образовании приведен на рис. 1. Пункты ОМС запроектированы в местах, обеспечивающих их долговременную сохранность (на крышах зданий и инженерных сооружений).

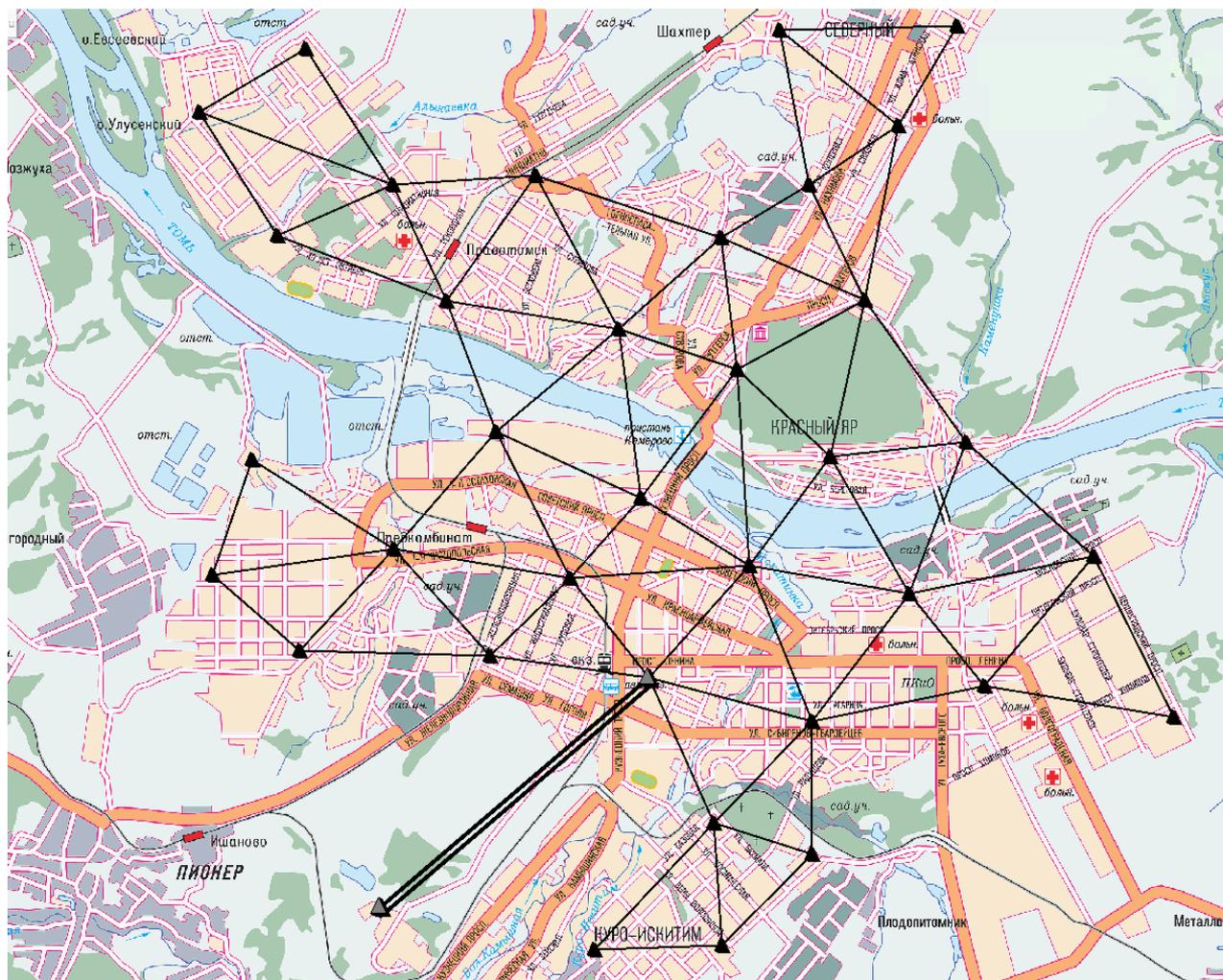


Рис. 1. Расположение пунктов ОМС на территории города Кемерово

Условные обозначения:

- ▲ – определяемые пункты ОМС;
- ==== – исходное направление, определяющее ориентирование ОМС относительно осевого меридиана;
- — — — — стороны ОМС

Нами рассмотрены три варианта построения опорной межевой сети. В первом варианте ОМС строится методом триангуляции (рис. 2) с использованием традиционных наземных измерительных технологий, при этом точность угловых измерений составляет 1", а три линейных измерения запроектировано выполнять с точностью 0,6 см. Во втором варианте ОМС строится линейно-угловым способом (рис. 3), в котором точность угловых и линейных измерений соответствует первому варианту. В третьем варианте запроектировано ГНСС-построение в виде сетевого варианта (рис. 4) с точностью спутникового позиционирования  $m_{\text{ГНСС}} = 0,6$  см.

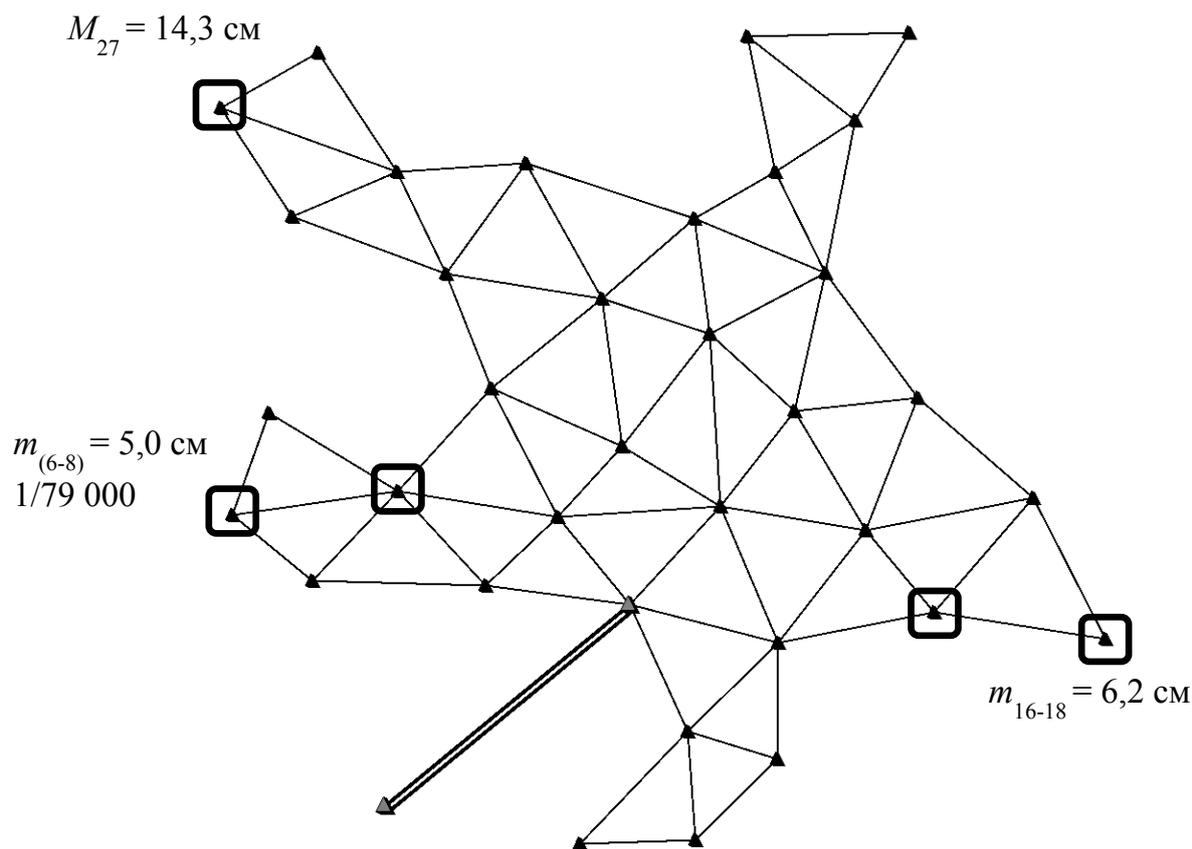


Рис. 2. Проект ОМС в виде триангуляции

Условное обозначение для рис. 2, 3, 4:

□ – наиболее слабый пункт в сети.

Для данной конфигурации территориального образования и условий размещения пунктов диапазон длин линий составил: максимальная длина – 4,4 км, минимальная длина – 2,1 км, средняя длина – 3,0 км.

В запроектированной сети 34 определяемых пункта, которые образуют центральную систему треугольников с двумя исходными пунктами. Расположение исходных пунктов и включение в первую ступень только одного из них определяется требованием создания геодезического обоснования в местной системе координат.

Оценка точности проекта городского геодезического обоснования заключается в вычислении средних квадратических ошибок (СКО) параметров геодезической сети и сравнении их с нормативными показателями [19, 20, 21].

В качестве точностных параметров использовались:

- средняя квадратическая ошибка положения наиболее слабого пункта относительно начала системы координат  $m_j$ ;
- средняя квадратическая ошибка взаимного положения двух определяемых смежных пунктов в наиболее слабом месте запроектированной сети  $m_{I,j}$ ;

- средняя квадратическая ошибка определения длины в наиболее слабом месте  $m_{S_{i-j}} / S_{i-j}$ .

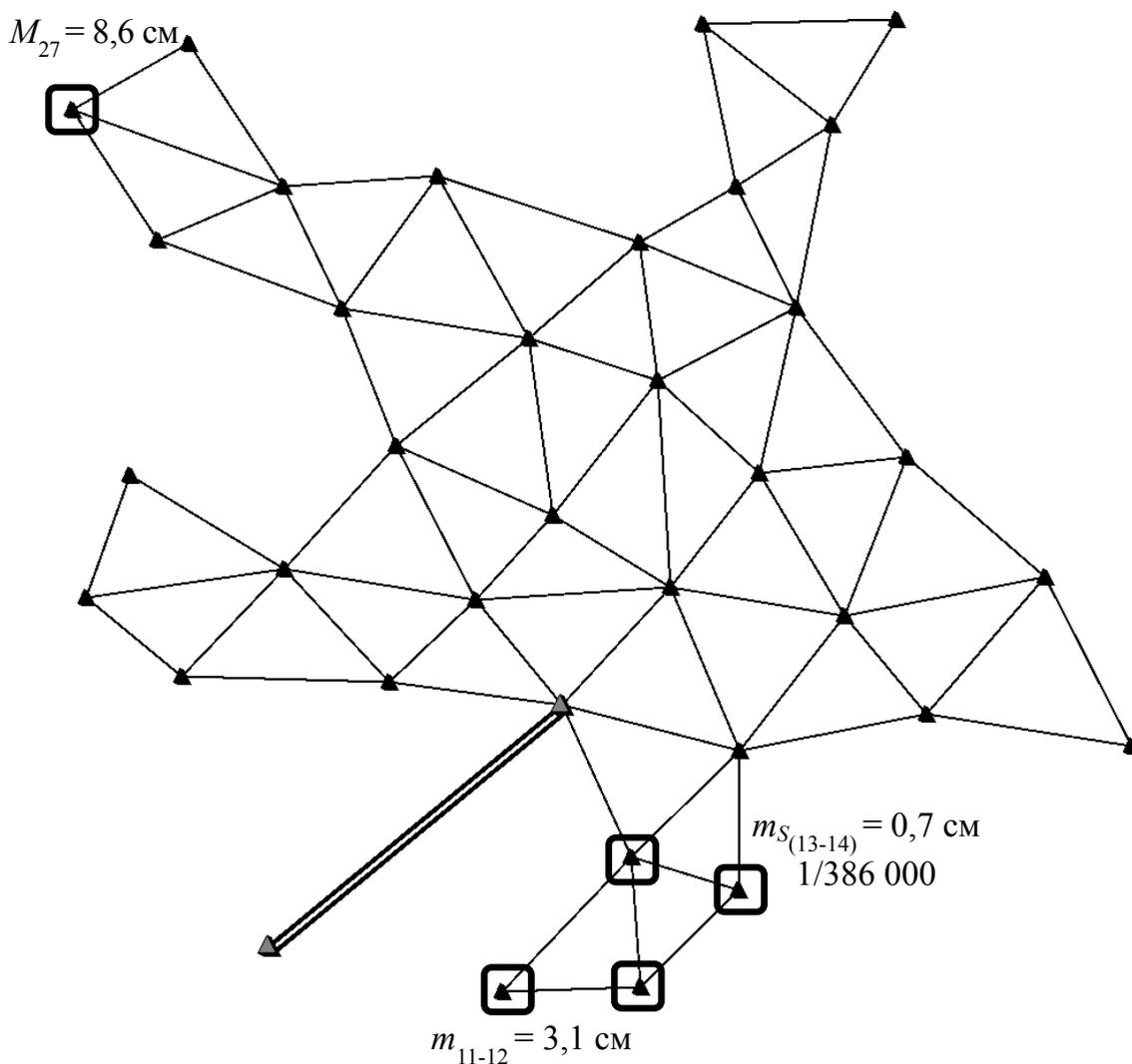


Рис. 3. Проект ОМС в виде линейно-угловой сети

Оценка точности всех вариантов запроектированной ОМС была выполнена в программе Logos 200, для работы с которой необходимы координаты исходных и определяемых пунктов, информация о точности запроектированных средств измерений и их структуре.

В качестве нормативного показателя, на основании которого оценивалось качество запроектированной ОМС и ее соответствие целям и задачам государственного кадастра недвижимости, использовалась средняя квадратическая ошибка взаимного положения смежных пунктов, значение которой не должно превышать  $m_{l-j} = 5$  см [18]. Исходя из положения, что создаваемая на территории города геодезическая сеть должна использоваться, в том числе, и для решения государственных задач, вторым нормативным допуском является относи-

тельная ошибка определения длины линии в наиболее слабом месте геодезического построения  $m_S / S = 1/200\ 000$  [20].

Результаты оценки точности в виде СКО параметров наиболее слабых элементов первого варианта ОМС представлены на рис. 2.

На рис. 3 представлены результаты оценки точности для линейно-углового варианта построения ОМС.

На рис. 4 представлены результаты оценки точности для последнего, третьего варианта ОМС в виде ГНСС-построения.

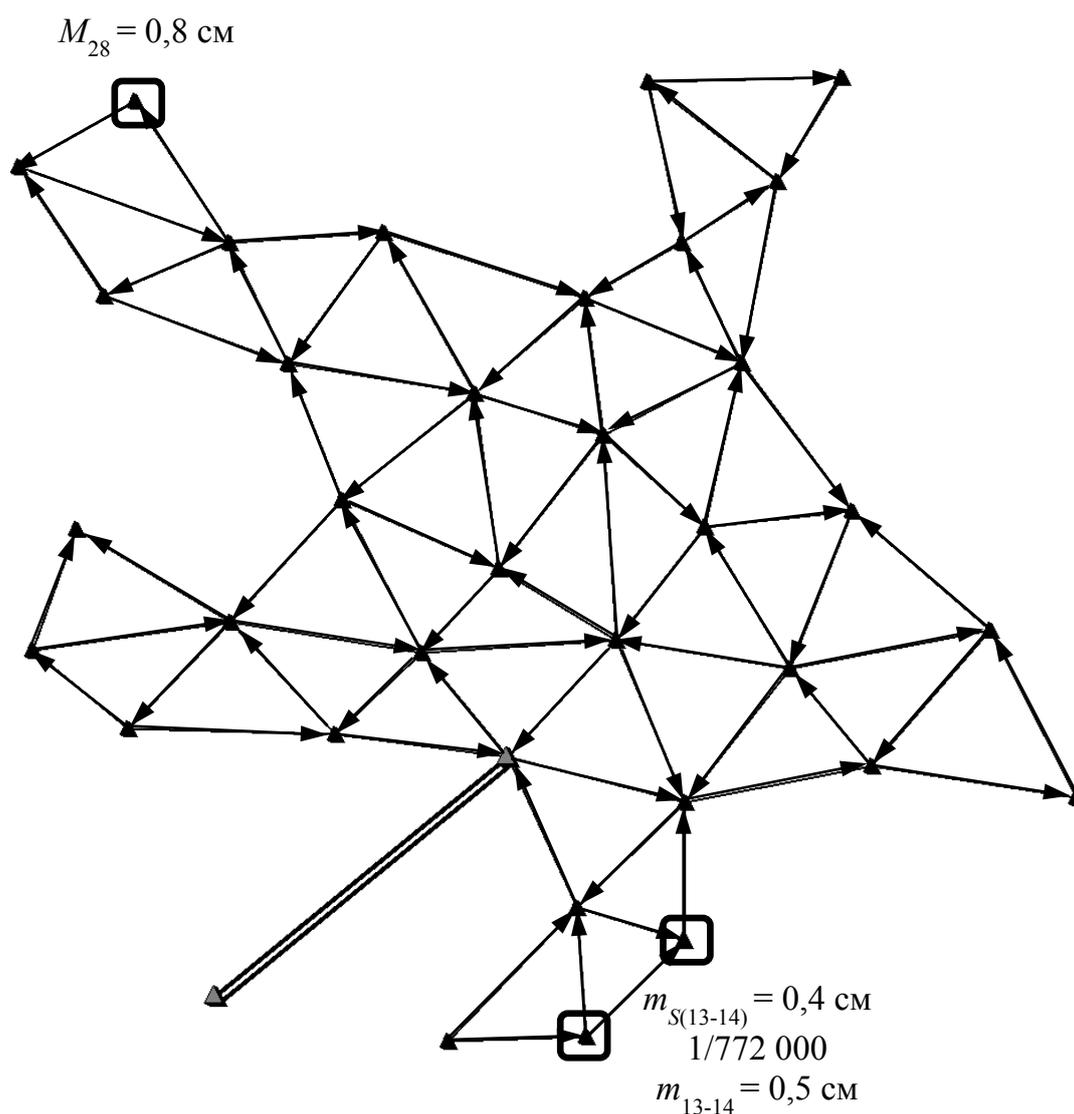


Рис. 4. Проект ОМС с использованием ГНСС-технологий в виде сетевого варианта

Сводные результаты оценки точности всех вариантов построения опорной межевой сети приведены в таблице.

Таблица

Результаты оценки точности наиболее слабых элементов  
опорной межевой сети

Номер варианта ОМС	Способ построения ОМС	СКО определения длин линий $m_S$ (см)	СКО взаимного положения пунктов $m_{I-J}$ (см)	СКО наиболее слабого пункта $m_I$ (см)
Нормативные требования		1/200 000	5	10
1	Триангуляция	$m_{S(6-8)} = 5,0$ 1/79 000	$m_{16-18} = 6,2$ 1/66 000	$M_{27} = 14,3$
2	Линейно-угловая сеть	$m_{S(13-14)} = 0,7$ 1/386 000	$m_{11-12} = 3,1$ 1/119 000	$M_{27} = 8,6$
3	Спутниковая сеть	$m_{S(13-14)} = 0,4$ 1/772 000	$m_{13-14} = 0,5$ 1/519 000	$M_{28} = 0,8$

На основании полученных результатов исследований можно сделать следующие выводы:

1. Метод триангуляции, который в основном использовался при создании опорных геодезических сетей на городских территориях в 1960–70-х гг., не соответствует по точности уравниваемых элементов требованиям нормативных документов и, следовательно, существующее геодезическое обоснование не может быть рекомендовано в качестве исходной основы для ведения государственного кадастра недвижимости.

2. Линейно-угловой способ построения ОМС, при условии использования современных электронных тахеометров, обеспечивает нормативную точность определения параметров, однако, учитывая, что геодезическое обоснование для ведения ГКН, как правило, является многоступенчатым, этот способ, по мнению автора, не может быть рекомендован как основной при реконструкции существующей геодезической основы.

3. Наивысшая точность параметров, удовлетворяющая требованиям нормативных документов и предусматривающая возможность построения последующих ступеней, характерна для ГНСС-построения, реализованного в сетевом варианте.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Земельный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: монография. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 259 с.
3. Карпик А. П. Структурно-функциональная модель геодезической пространственной информационной системы // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2004. – № 6. – С. 140–148.
4. Карпик А. П. Информационное обеспечение геодезической пространственной информационной системы // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 70–73.

5. Карпик А. П. Основные принципы формирования геодезического информационного пространства // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 73–78.
6. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 3–11.
7. Определение координат пунктов сети базовых станций Новосибирской области в общеземной системе координат / А. П. Карпик, А. П. Решетов, А. А. Струков, К. А. Карпик // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 9–12.
8. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–59.
9. Ламерт Д. А., Обиденко В. И., Карпик А. П. Реализация «дорожной карты»: пути повышения качества пространственного описания объектов государственного кадастра недвижимости // Геодезия и картография. – № 12. – 2013. – С. 45–49.
10. Аврунев Е. И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости: монография. – Новосибирск: СГГА, 2010.
11. Аврунев Е. И., Гиниятов И. А., Метелева М. В. К вопросу об оценке качества межевания земельных участков // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 43–50.
12. Аврунев Е. И., Карпик К. А. Оценка точности геодезических сетей для целей государственного кадастра недвижимости // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 5. – С. 94–99.
13. Аврунев Е. И. Математическая обработка спутниковых построений для целей государственного кадастра недвижимости // Вестник СГГА. – Вып. 1 (12). – 2010. – С. 51–58.
14. Аврунев Е. И. Анализ стабильности исходных пунктов на основании спутниковых определений в геодезической сети сгущения // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 3, ч. 2. – С. 151–156.
15. Аврунев Е. И., Жарников В. Б., Лесных А. И. К вопросу о геодезическом обеспечении работ по инвентаризации городских земель // Вестник СГГА. – 1999. – Вып. 4. – С. 48–53.
16. Антонович К. М., Николаев Н. А., Струков А. А. Геопространственное обеспечение землеустроительных и кадастровых работ // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 139–143.
17. Карпик К. А. Некоторые вопросы функционального использования земель поселений // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 3, ч. 2. – С. 107–109.
18. Инструкция по межеванию земель / Н. В. Комов; Комитет РФ по земельным ресурсам и землеустройству. – М.: Госкомзем, 1996. – 32 с.
19. Методические рекомендации по проведению межевания объектов землеустройства. ЕСТЗем. 16–05–007–03: утв. Росземкадастром 17 февр. 2003 г. / Федеральная служба земельного кадастра России. – М.: Росземкадастр, 2003. – 27 с.
20. Основные положения о государственной геодезической сети РФ / Федеральная служба геодезии и картографии России. – М.: ЦНИИГАиК, 2004. – 28 с.
21. Основные положения об опорной межевой сети. Федеральная служба земельного кадастра России. – М.: Росземкадастр, 2002. – 16 с.

Получено 08.08.2014

© М. В. Метелева, 2014

УДК 528.44

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НАЛОГООБЛАГАЕМОЙ БАЗЫ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Иван Викторович Пархоменко*

Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Новосибирской области, Бердский отдел, 633010, Россия, г. Бердск, ул. Островского, 53/1, начальник отдела, тел. (383)412-10-97, e-mail: iv\_uy@ngs.ru

В статье рассматриваются проблемы собираемости налогов, поступающих в местные бюджеты, анализируется нормативная база налогообложения, акцентируется внимание на недостатках формирования налогооблагаемой базы в переходный период, а также предлагаются решения возникающих проблем при помощи механизмов государственного земельного надзора и взаимодействия с различными органами и организациями. В этом же аспекте рассматривается перспективность изменения административного законодательства.

**Ключевые слова:** налог, налогооблагаемая база, кадастровая стоимость, инвентаризационная стоимость, государственный земельный надзор, муниципальный земельный контроль, надзорные органы.

## **IMPROVEMENT OF INFORMATION EXCHANGE FOR MUNICIPAL UNIT TAXABLE BASIS FORMATION**

*Ivan V. Parkhomenko*

Administration of Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography, Novosibirsk region, 633010, Russia, Berdsk, 53/1 Ostrovskogo St., Head of Berdsk Department, tel. (383)412-10-97, e-mail: iv\_uy@ngs.ru

The problems of collecting taxes for the local budget are considered. The normative taxable basis is analyzed. The shortcomings of taxable basis formation in transition period are emphasized, and the arising problems solutions are offered. The mechanisms of State Land Supervision and cooperation with different bodies and organizations are to be applied for the purpose. In the same context, the prospects for administrative legislation are considered.

**Key words:** tax, taxable basis, cadastral value, inventory value, state land supervision, municipal land supervision, supervising authorities.

В современный период, в условиях сменяющих друг друга мировых финансовых и политических кризисов, перед государством остро стоит вопрос о наполнении бюджетов всех уровней и выполнении разнообразных социальных обязательств. Решению данных вопросов, в том числе, формированию налогооблагаемой базы и задаче проведения требуемых учетно-регистрационных процедур с недвижимым имуществом посвящен целый ряд фундаментальных и прикладных исследований, результаты которых представлены в работах [1–11]. В этой связи рассмотрены возможности совершенствования и формирования взаимодействия субъектов земельных отношений в муниципальных образованиях.

В соответствии со ст. 15 Налогового кодекса Российской Федерации (далее – НК РФ) [12] земельный налог и налог на имущество физических лиц составляют полный перечень местных налогов. Налог на имущество организаций, согласно положениям ст. 14 НК РФ, является региональным налогом. Таким образом, если не учитывать дотации, субсидии, субвенции и прочие трансферы из бюджетов разных уровней, то местный бюджет формируется за счет налогов на недвижимое имущество.

Действительно, в отношении земельных участков объектом налогообложения признаются земельные участки, расположенные в пределах муниципального образования (городов федерального значения Москвы и Санкт-Петербурга), на территории которого введен налог, за исключением изъятых или некоторых ограниченных в обороте в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также земель лесного фонда и занятых объектами водного фонда. Налоговая база определяется как кадастровая стоимость [13] земельных участков, признаваемых объектом налогообложения.

Расчет налога без учета возможных льгот и наличия авансовых платежей для земельных участков производится по формуле:  $N = K_c \cdot C_n \cdot K_f$ , где  $K_c$  – кадастровая стоимость;  $C_n$  – ставка налога;  $K_f$  – коэффициент, который высчитывается делением количества полных месяцев, на протяжении которых данный участок находится в пользовании, на количество календарных месяцев в отчетном (налоговом) периоде.

При исчислении земельного налога в отношении земельного участка, принадлежащего одному налогоплательщику, из земель населенных пунктов с более чем одним видом разрешенного использования применяется налоговая ставка, установленная в отношении того вида разрешенного использования земельного участка, которому соответствует установленная для данного земельного участка кадастровая стоимость [14].

В отношении же имущества физических лиц, в соответствии со ст. 2 Закона Российской Федерации от 09.12.1991 № 2003-1 «О налогах на имущество физических лиц» (далее – Закон о налогах) [15], объектами налогообложения признаются следующие объекты недвижимого имущества: жилой дом, квартира, комната, дача, гараж, иное строение, помещение и сооружение, а также доля в праве общей собственности на вышеуказанное имущество. Согласно ст. 3 Закона о налогах, ставки налога устанавливаются нормативными правовыми актами представительных органов местного самоуправления (законами городов федерального значения Москвы и Санкт-Петербурга) в зависимости от суммарной инвентаризационной стоимости объектов налогообложения, умноженной на коэффициент-дефлятор, определяемый в соответствии с частью первой Налогового кодекса Российской Федерации (далее – коэффициент-дефлятор). Представительные органы местного самоуправления (законодательные (представительные) органы государственной власти городов федерального значения Москвы и Санкт-Петербурга) могут определять дифференциацию ставок в установленных пределах в зависимости от суммарной инвентаризационной стои-

мости, умноженной на коэффициент-дефлятор, и типа использования объекта налогообложения, а также в зависимости от места нахождения объекта налогообложения применительно к муниципальным образованиям, включенным в состав внутригородской территории города федерального значения Москвы в результате изменения его границ, в случае, если в соответствии с законом города федерального значения Москвы налог на имущество физических лиц отнесен к источникам доходов бюджетов указанных муниципальных образований. Кроме того, Законом о налогах установлены льготы для отдельных категорий граждан, а также определено право органов местного самоуправления устанавливать налоговые льготы по налогам, содержащимся в Законе о налогах, и основания для их использования налогоплательщиками.

Расчет налога без учета возможных льгот и наличия авансовых платежей для недвижимого имущества, принадлежащего физическим лицам, производится по формуле:  $H = I_o \cdot C_n \cdot K_f \cdot K_d$ , где  $I_o$  – инвентаризационная оценка по состоянию на 1 января текущего года;  $C_n$  – ставка налога;  $K_f$  – коэффициент, который высчитывается делением количества полных месяцев, на протяжении которых данный объект находится в пользовании, на количество календарных месяцев в отчетном (налоговом) периоде;  $K_d$  – коэффициент-дефлятор.

В соответствии с пп. 7 п. 1 ст. 1 Земельного кодекса Российской Федерации (ЗК РФ) [16] любое использование земли осуществляется за плату, за исключением случаев, установленных федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации. Граждане могут владеть земельными участками на праве собственности или по договору аренды, а также на праве постоянного (бессрочного) пользования или пожизненного наследуемого владения, приобретенного до введения в действие ЗК РФ. Юридические лица (организации), за исключением субъектов, указанных в ст. 20 ЗК РФ, – только на праве собственности и аренды. Самовольное занятие земельного участка или использование земельного участка без оформленных в установленном порядке правоустанавливающих документов на землю, а в случае необходимости – без документов, разрешающих осуществление хозяйственной деятельности, является составом административного правонарушения, предусмотренного ст. 7.1 Кодекса об административных правонарушениях Российской Федерации (далее – КоАП РФ) [17] и влечет наложение административного штрафа.

Таким образом, за единоличное использование земельного участка действующим законодательством предусмотрен налог или арендные платежи. Выявление и привлечение к ответственности нарушителей призвано вернуть их к правомерному поведению и соответственно к участию в формировании местного бюджета либо освобождению самовольно занимаемых земельных участков. Учитывая большое количество нарушений, выявляемых муниципальным земельным контролем и государственным земельным надзором, высокая эффективность государственных и муниципальных земельных инспекторов могла бы существенно повысить собираемость налогов и арендных платежей в отношении земельных участков.

Еще один состав административного правонарушения, предусмотренный ст. 8.8 КоАП РФ, – использование земельного участка не по целевому назначению в соответствии с его принадлежностью к той или иной категории земель и разрешенным использованием или неиспользование земельного участка, предназначенного для сельскохозяйственного производства либо жилищного или иного строительства, в указанных целях в течение срока, установленного федеральным законом. И устранение нецелевого использования в большинстве случаев влияет на пополнение местного бюджета. Как правило, текущее разрешенное использование предполагает более низкую налоговую ставку, чем фактическое использование. И изменение разрешенного использования, если это возможно в пределах территориальной зоны в соответствии с Правилами землепользования и застройки, утверждаемыми местными представительными органами, либо изменение разрешенного использования вместе с границей территориальной зоны с учетом публичных слушаний могут увеличить налоговые поступления в местный бюджет. Например, на землях садоводства и огородничества в пределах населенного пункта размещается магазин. В то же время соответствующая территориальная зона Р-3 [18] в городе Бердске Новосибирской области предусматривает вид вспомогательного разрешенного использования земельных участков, в составе которого есть объекты торговли до 100 кв. м. Таким образом, устранение нарушения, предусмотренного ст. 8.8 КоАП РФ, повысит размер налога, уплачиваемый собственником данного участка (для земель, используемых для торговли, одна из самых высоких ставок земельного налога).

Вместе с тем, множество проблем системного характера, присущих муниципальному земельному контролю и государственному земельному надзору [19], о которых есть много упоминаний в специальной литературе, ставит под сомнение эффективность сегодняшнего воздействия механизмов государственного (муниципального) надзора (контроля) на формирование местного бюджета. Справедливости ради следует упомянуть, что в соответствии с Бюджетным кодексом Российской Федерации [20] штрафы подлежат зачислению в местные бюджеты по месту нахождения органа или должностного лица, принявшего решение о наложении штрафа, если иное не предусмотрено Бюджетным кодексом и другими законодательными актами Российской Федерации, однако очень маленький размер штрафов существенного влияния на бюджет не оказывает.

Не всегда возможно в существующей системе надзора (контроля) выявить и пресечь земельное правонарушение. Существует проблема выявления нарушителя для привлечения к ответственности, если нарушение установлено на неразграниченных землях, государственных или муниципальных землях, а используемый (самовольно) участок не формировался и данных ни о нем, ни о правообладателе в государственных информационных системах нет. Публичный собственник может обнаружить незаконного пользователя через десятки лет после самовольного занятия [21], государственные надзорные органы могут и вовсе не обнаружить, поскольку государственный земельный надзор в со-

ответствии со ст. 71 ЗК РФ осуществляется путем проведения проверок указанных в этой статье лиц.

Еще менее оптимистично выглядит ситуация с объектами капитального строительства. В административном праве нет ответственности за самовольное строительство, отсутствие надлежаще оформленных правоустанавливающих документов на объекты капитального строительства и их части. Вся ответственность содержится в плоскости гражданского права. Самовольная постройка подлежит сносу осуществившим ее лицом либо за его счет, кроме случаев, когда право собственности на самовольную постройку может быть признано в судебном порядке. Снос производится по решению суда. Но даже вынесенные решения суда о сносе исполняются очень редко. В городе Бердске Новосибирской области было два случая за последние несколько лет, получившие серьезный общественный резонанс, когда суд общей юрисдикции вынес решение о сносе многоквартирного дома по причине самовольности постройки. В одном из них [22] в 2010 г. было принято решение о сносе девятиэтажного жилого дома в микрорайоне Молодежном города Бердска Новосибирской области по требованию прокуратуры по причине отсутствия оформленных прав на земельный участок и разрешения на строительство. Однако в последующем оно было отменено. Второй случай [23] в 2012 г. – снос трехэтажного многоквартирного жилого дома по адресу город Бердск, улица Герцена, 35, – построенного на земельном участке, предназначенном для индивидуального жилищного строительства. Решение о сносе, вынесенное Бердским городским судом, обжаловалось в областной суд, но было оставлено без изменений. На текущий момент дом до сих пор не снесен.

Есть еще огромное количество законно возведенных строений, на которые собственники земельных участков не спешат оформлять документы и регистрировать свои права. А отсутствие регистрации влечет отсутствие налогообложения. Местный бюджет недополучает средств в свою доходную часть.

Большое удивление вызывают пробелы законодательства, когда объект построен, права зарегистрированы, а налоговая служба отказывается начислять налог. Например, автор статьи на практике столкнулся с данной коллизией. Был приобретен гараж на этапе строительства в блоке гаражей. После сдачи в эксплуатацию с соблюдением всех формальностей, право на помещение гаража в блоке было зарегистрировано в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним. Каково же было удивление собственника, когда при получении налогового уведомления этого гаража там не оказалось. Поскольку собственник является государственным служащим, то сразу за получением налогового уведомления последовало обращение в Инспекцию Федеральной налоговой службы Российской Федерации по городу Бердску за разъяснениями. Выяснилось, что информация в соответствии с п. 4 ст. 85 НК РФ была своевременно передана из Росреестра и получена налоговой службой. Однако исчислить налог налоговая служба не может, поскольку у объекта отсутствует инвентаризационная стоимость. А как мы уже отмечали выше, в соот-

ветствии с НК РФ налог исчисляется исходя из суммарной инвентаризационной стоимости.

До заключительного этапа внедрения Федерального закона № 221-ФЗ от 24.07.2007 «О государственном кадастре недвижимости» [24], когда полномочия по кадастровому учету окончательно были переданы с электронной информацией в виде xml схем из органов БТИ в Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральная кадастровая палата Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии», в соответствии с имеющимся государственным контрактом, органы БТИ, осуществляя государственный учет, определяли инвентаризационную оценку. А с внедрением в полном объеме предусмотренного Законом о кадастре институте кадастрового инженера и подготовкой для кадастрового учета объектов капитального строительства специального технического плана, инвентаризационная оценка исчезла. Сведения государственного кадастра недвижимости не содержат в себе инвентаризационную оценку. А проведенная на основании соответствующего государственного контракта Росреестром кадастровая оценка [25] пока не применяется для целей налогообложения объектов капитального строительства.

В Новосибирской области информация об объектах капитального строительства была передана органами БТИ в государственный кадастр недвижимости 1 апреля 2012 г. С этого момента все объекты, которые ставились на учет, не имеют инвентаризационной оценки, и, соответственно, государственная регистрация не становится стартовым моментом для исчисления и уплаты собственником налога.

Кроме того, с 2006 г., по «дачной амнистии» [26] объекты, зарегистрированные на основании собственноручно заполняемой декларации, а именно садовые и дачные домики, хозяйственные постройки, вспомогательные объекты, тоже не попали в налогооблагаемую базу, а это миллионы объектов по всей стране.

Планируемый переход на единый налог на недвижимость и исчисление налога из кадастровой стоимости должно решить в скором будущем эту проблему [27].

Вместе с тем, самовольно возведенные объекты, объекты, используемые без надлежаще оформленных правоустанавливающих документов, по-прежнему не войдут в налогооблагаемую базу.

Представляется, что введение в КоАП РФ норм, по сути аналогичных нормам ст. 7.1 КоАП РФ для земельных участков, могло бы послужить одним из инструментов для решения данной проблемы.

Учитывая достаточно плачевную ситуацию с земельными участками, необходимо изменить существующую систему государственного надзора и муниципального контроля [28], в том числе совершенствовать административную ответственность [29].

Очень поспособствовал бы решению некоторых перечисленных проблем и мощный информационный ресурс, как инструмент фиксации и мониторинга

нарушений. Таким ресурсом может стать при соответствующей доработке Публичная кадастровая карта на портале Росреестра. На данном этапе развития ее настраиваемость и возможность включать ортофотопокрытия и космические снимки позволяет решать некоторые специфические задачи. Либо можно разработать специальную геоинформационную систему, которая будет использоваться для конкретных задач. Принципы построения пространственных систем и способы их использования достаточно хорошо описаны в научной литературе [30–33].

В заключение хотелось бы отметить, что для повышения роли контролирующих органов в собираемости налогов на недвижимое имущество бюджетов всех уровней, а в особенности местных бюджетов, необходимо:

- изменить предмет государственного земельного надзора;
- изменить предмет муниципального земельного контроля;
- предоставить полномочия по контролю за использованием объектов капитального строительства без оформленных в установленном порядке правоустанавливающих документов органам местного самоуправления, предусмотрев существенные санкции в КоАП РФ;
- разработать систему межведомственного информационного взаимодействия для достижения максимального результата.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Варламов А. А. Системы государственного и муниципального управления: учебник. – М.: ФГБОУ ВПО «Государственный университет по землеустройству», 2014. – 452 с.
2. Зотов В. Б. Системы муниципального управления: учебник. – СПб.: Питер, 2007. – 560 с.
3. Шугрина Е. С. Муниципальные права: учебник 3-е издание, перераб. и доп. – М.: Норма, 2010. – 526 с.
4. Ветошкин Д. Н. Повышение качества и доступности государственных услуг в сфере ведения кадастра недвижимости путем организации государственно-частного партнерства // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 66–74.
5. Луговская Л. Н. Совершенствование технологии государственной регистрации прав с использованием возможностей многофункционального центра // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 62–68.
6. Быкова О. Г. Оценка территориальных особенностей функционирования агроландшафтов Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (16). – С. 51–56.
7. Юрлова В. А. Анализ эколого-экономической эффективности использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 93–99.
8. Терентьев Д. Ю. К вопросу об оценке точности площадей земельных участков // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 45–48.
9. Митрофанова Н. О., Сухарникова Я. В. Повышение качества и доступности государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним на территории Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 44–99.
10. Гаврюшина Н. В., Ильиных А. Л. Особенности кадастрового учета частей объектов недвижимости при заключении договоров аренды // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 88–93.

11. Дубровский А. В., Подрядчикова Е. Д. О подходе к расчету показателя социальной комфортности населения для совершенствования системы оценки недвижимого имущества // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 94–100.
12. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть первая) от 31.07.1998 № 146-ФЗ // Российская газета. – 06.08.1998. – № 148-149.
13. Об утверждении Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов: приказ Минэкономразвития РФ от 15.02.2007 № 39 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 02.05.2007 № 9370) // Российская газета. – 15.05.2007. – № 100.
14. О земельном налоге: письмо ФНС РФ от 27.06.2011 № ЗН-4-11/10181 (вместе с Письмом Минфина РФ от 24.05.2011 № 03-05-04-02/50) // Экономика и жизнь (Бухгалтерское приложение). – 22.07.2011. – № 28.
15. О налогах на имущество физических лиц: закон РФ от 09.12.1991 № 2003-1 // Российская газета. – 14.02.1992. – № 36.
16. Земельный кодекс Российской Федерации // Российская газета. – 30.10.2001. – № 211–212.
17. Кодекс об административных правонарушениях Российской Федерации // Российская газета. – 31.12.2001. – № 256.
18. Об утверждении Правил землепользования и застройки муниципального образования г. Бердска: решение Совета депутатов г. Бердска от 08.11.2007 № 322 // Бердские новости. – 26.11.2007. – № 48.
19. Пархоменко И. В. Проблемы государственного земельного надзора в Российской Федерации // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 11–17.
20. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 145-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 03.08.1998. – № 31. – С. 3823.
21. Спиренков В. А. Земельный надзор – эффективность в современных условиях // Вестник Росреестра. – 2013. – № 4. – С. 42–46.
22. Солодовникова А. Суд принял решение снести девятиэтажную новостройку в Бердске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kurer-sreda.ru/2010/10/25/33578>.
23. Панчева Г. Обманутого дольщика суд обязал за свой счет снести незаконную новостройку в Бердске [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.kurer-sreda.ru/2013/11/17/121989>.
24. О государственном кадастре недвижимости: федеральный закон № 221-ФЗ от 24.07.2007 // Российская газета. – 01.08.2007. – № 165.
25. Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов в Новосибирской области и среднего уровня кадастровой стоимости земель населенных пунктов по муниципальным районам и городским округам Новосибирской области: постановление Правительства Новосибирской области от 29.11.2011 № 535-п // Советская Сибирь. – 30.11.2011. – № 236.
26. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 18.12.2006 № 232-ФЗ // Парламентская газета. – 21.12.2006. – № 214-215.
27. Пояснительная записка к проекту Федерального закона «О внесении изменения в Закон Российской Федерации "О налогах на имущество физических лиц"» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/economylib4/mer/about/structure/deprealty/doc20120213\\_024](http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/economylib4/mer/about/structure/deprealty/doc20120213_024).
28. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного земельного надзора: проект Федерального за-

кона (подготовлен Минэкономразвития России) (не внесен в ГД ФС РФ, текст по состоянию на 17.06.2013) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.ru/wps/wcm/connect/1cdabd004fa792348473ff67296c3d88/pfz.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=1cdabd004fa792348473ff67296c3d88>.

29. О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: проект Федерального закона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.economy.gov.ru/wps/wcm/connect/economylib4/mer/activity/sections/ria/anounce/doc20140213\\_11](http://www.economy.gov.ru/wps/wcm/connect/economylib4/mer/activity/sections/ria/anounce/doc20140213_11).

30. Карпик А. П. Структурно-функциональная модель геодезической пространственной информационной системы // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2004. – № 6. – С. 140–148.

31. Карпик А. П. Информационное обеспечение геодезической пространственной информационной системы // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 70–73.

32. Жаров А. В., Москвин В. Н., Татаренко В. И. Мониторинг и охрана земель населенных пунктов в системе управления устойчивым развитием крупных городов: монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing: Saarbrücken, 2013. – 140 с.

33. Территориальные основы государственного управления: монография: В 2-х томах / Г. Г. Шалмина, В. И. Татаренко, Е. В. Катункина, В. Н. Москвин, А. В. Загарин, В. В. Тарасевич, О. В. Симагина, Н. П. Шалмин; Под ред. Г. Г. Шалминой. – Новосибирск: СГГА, 2003. – 750 с.

Получено 26.08.2014

© *И. В. Пархоменко, 2014*

# ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ



УДК 504

## **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПО ЗАКОНАМ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И В ПРЕДЕЛАХ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ**

*Михаил Абрамович Креймер*

Сибирская государственная геодезическая академия, 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

Показано, что схема территориального планирования завершает научно-практическое содержание физической и экономической географии. Территориальное планирование не является самостоятельным суждением градостроительной деятельности, а продолжает дискуссию о географическом детерминизме и предлагает вариант экстенсивного природопользования. Доказано, что схема территориального планирования повторяет методы оценки воздействия планируемой деятельности на окружающую среду. Важное назначение территориального планирования – это минимизации эксплуатационных расходов, определяемых по категориям землепользования и установления судьбы земельных участков. Качественная схема территориального планирования приближает к социалистическому планированию, однако в интересах рынка нарушает экономические пропорции.

**Ключевые слова:** экономическое районирование, территориальное планирование, природно-территориальный комплекс, территориально-производственный комплекс, схема территориального планирования, географический детерминизм, общественный прогресс, санитарно-эпидемиологические требования.

## **ECONOMIC AND TERRITORIAL PLANNING BY LAWS OF BIO-GEO-CHEMICAL ACTIVITIES ACCORDING TO SANITARY-AND-EPIDEMIOLOGIC REQUIREMENTS**

*Mikhail A. Krejmer*

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

The scheme of territorial planning is shown as a completing part of theoretical and practical content of physical and economic geography. Territorial planning is not an original opinion for urban development, being a discussion on the geographic determinism. It offers an alternative of extensive nature management. It has been proved that the scheme of territorial planning repeats the methods for assessing some planned activities environmental impact. An important object of terri-

torial planning is minimization of maintenance costs, which are determined by land-use and land units fate categories. Qualitative scheme of planning is approximate to the socialist planning, however, it violates economic proportions for the benefit of market.

**Key words:** economic zoning, territorial planning, natural territorial complex, territorial production complex, scheme of territorial planning, geographic determinism, social progress, sanitary-hygienic requirements.

Последние два этапа эволюционной экономики отражают обременение природопользования экологизацией и снижение социальных расходов за счет градостроительного уплотнения. Экономия пространства и времени необходима и выгодна до определенных физиологических пределов человека [1]. Противоречие между экономикой и территориальным планированием заложено в ст. 3, 4 и 9 Градостроительного кодекса Российской Федерации.

**Рыночные отношения как генератор доходов и государственное регулирование расходов.** Глобализация стирает границы государств, перераспределяет потоки населения и позволяет иметь  $W$ , независимый от национальных особенностей  $L$  и  $T$ ,  $L$  – это меняющееся пространство государства, благодаря энерговооруженности в освоении природных ресурсов;  $T$  – это настоящее поколение людей, жизнь которых обеспечена прошлым трудом, в свою очередь, создающих условия жизни для будущих поколений;  $W$  – это полезный продукт, распределяемый в основном между ныне живущими, а также на энерговооруженность труда и капитальные вложения для будущих поколений.

Иностраный работник как временный житель согласен трудиться за меньшую сумму, чем местные граждане. Законодательно это закрепляется незнанием языка, культуры и пр., что не имеет никакого отношения к рабскому труду. Выигрывает страна, отпустившая на заработки, а принявшая страна реставрирует элементы рабовладельческого строя. Практически все страны мира используют этот метод получения  $W$ . При таком  $T$  не формируется налоговая база в социальные фонды, а непроизводительный труд препятствует экологизации технологии и производства.

Понять состояние и перспективы глобальной экономики можно в системе семейства чисел, обладающего независимыми от политических моделей и национальных настроений закономерностями. Этому есть следующие основания: расчет индексов поведения экономики при флуктуации настроения в обществе; перерасчет денежной массы по курсу валют, образование блоков для регулирования товарных интервенций\*.

---

\* G7 + 1 – страны-лидеры западного мира, отличающиеся наибольшими масштабами экономической и политической деятельности; G20 – индустриальные страны, представляющие 90 % мирового валового национального продукта, 80 % мировой торговли (включая торговлю внутри ЕС) и две третьих населения мира; БРИК – наиболее быстро развивающиеся крупные страны; золотой миллиард – население развитых стран с достаточно высоким уровнем жизни в условиях ограниченности ресурсов (подробно: Вестник СГГА. – 2011. – № 3. – С. 118).

Технический анализ фондового рынка, а также финансового и валютного рынков оторван от аксиом и логики доказательств, без которых универсальность, заложенная в математике, может привести к потере доказательности в экономике.  $W$ , как множество, сводимо (приближаемо, отождествляемо) с числами, по которым могут быть представлены все достоинства и недостатки известных общественно-экономических формаций\* ( $L$ ) и поведение сословий ( $T$ ). Поэтому проектная деятельность ( $W$ ) может быть построена, исходя из доступных вычислительных комбинаций чисел. Она проста и раскрывает положения эволюционной экономики  $R \rightarrow N \rightarrow Z \rightarrow Q$  [2]. Экономическое и территориальное планирование не должны разрывать феномен социально-экономической системы, образованной для производства и распределения товаров и услуг.

Природные ресурсы создают отдельным государствам социально-экономические преимущества, понимание которых возможно, как вещественные (действительные) числа ( $R$ ) в рассматриваемой выше последовательности. Материальную основу социально-экономических процессов формируют полезные ископаемые, плодородие почвы, минеральные и органические соединения, расход кормов, урожайность пашни, жирность молока, сплавы металлов и др. Приведенные характеристики биогеохимической деятельности создают основы экономических категорий о доходе и его вариантах: прибыли, экономии, ренте и пр.

Социальные блага и экономические возможности многообразны, что может быть отражено как натуральные числа ( $N$ ). Однако, создатель и потребитель случайным образом соприкасаются с некоторым перечнем благ. Случайность является рыночной, а не статистической (негауссовой), ограничивающей применение методов математической статистики. В экономике и обществе абсолютные признаки в натуральном и стоимостном выражении образуют начало исследований, формируют наше представление о росте и развитии государства. Однако, прямой ответ на причины территориального различия и исторического развития они не дают. Анализ абсолютных признаков возможен только как сравнение степеней разрядов больших чисел. Поэтому они могут носить информацию о различных потребительных свойствах и социальных интересах, формируют специфические показатели о грузообороте, объемах и массе сброса (выброса и размещения) отходов производства и жизнедеятельности и др.

При анализе перечисленных выше признаков используют свойства целых чисел ( $Z$ ) изучать неразрывность материальных явлений во времени ( $T$ ). Используемые для этих целей коэффициенты, для наглядности представленные в процентах, создают основы экономической категории стоимости. Добавленная в атрибутивные свойства вещей (товаров и услуг) стоимость отражает зависимость от биогеохимических функций (как полезности) и рациональное движение этой полезности из различных историко-культурных частей мира на момент установления стоимости. Например, соль, сахар, кофе и чай. В значениях

---

\* Стадия эволюции.

этой стоимости формируется государство и социальные институты взаимопомощи. Административно-территориальное деление государства, расслоение экономики на макро-, мезо- и микроуровни, деление по формам собственности и сословия приводят к несопоставимым результатам при вычислении коэффициентов, на основании которых можно определить стоимость. Возможно поэтому К. К. Вальтух предлагает рассматривать стоимость как меру неопределенности (энтропии) [3]. Поэтому для расчета коэффициентов, а далее стоимости используют значение цены, определенной по социальным, конъюнктурным и политическим мотивам.

Все что создано, используется и продается человеком, имеет цену, которая соответствует не стоимости, а общественным интересам. Рынок позволяет найти товар подешевле (коммерция), а продать подороже (спекуляция). Таким образом, происходит спонтанная организация государства и рост цены. Эти закономерности соответствуют рациональным числам ( $Q$ ).

Идеальное государство строится от  $R$  и далее, раскрывая материальное производство и управление. В рыночной экономике доминируют  $Q$  – различные хозяйствующие субъекты, территориальные образования и домохозяйства, целью которых (как раскрытие числовой последовательности) является движение к  $R$  – природным ресурсам, приносящим монополю высокую прибыль.

Современные рыночные отношения как генератор доходов и государственное регулирование расходов определяются «экономической жизнедеятельностью»  $R \rightarrow N \rightarrow Z \rightarrow Q$  [4], которая может применяться при разработке прогнозов, планирования и управления, в пределах каждой числовой системы.

В координатах: удельные показатели (плотность) – аттрактор (генезис) – вещественные (действительные) числа изучается экономическая категория «доход». В них отражается не только начало социального процесса, но и образование экономической составляющей субстанции. От концентраций полезных месторождений и плодородия почв возможно применение антиномий И. Канта при рассуждении о доходах и их источниках. Научным достижением следует считать восстановление баланса антиномий между тезисом: «В мире существуют свободные причины» и антитезисом: «Нет никакой свободы, все есть природа». Положение подходит для понимания экономического расслоения, золотого миллиарда и глобальной нищеты.

В координатах: абсолютные признаки – бифуркация (эпистема) – натуральные числа – изучаются экономические категории «товары» и «услуги». В них отражается не только начало математического множества, но и образование нового атрибутивного свойства. От многообразия спроса и предложения возможно применение антиномий И. Канта при рассуждении о разумном устройстве общества. Научным достижением следует считать восстановление баланса антиномий между тезисом: «Мир имеет начало (границу) во времени и в пространстве» и антитезисом: «Мир во времени и в пространстве бесконечен». Положение подходит для понимания размеров и времени существования государства в цивилизации.

В координатах: коэффициенты – фрактал (матезис) – целые числа, изучается экономическая категория стоимость. От оценки результатов настоящего и прошлого труда возможно применение антиномий И. Канта при рассуждении о стоимости человека, жизни и обществе. Научным достижением следует считать восстановление баланса антиномий между тезисом: «В ряду причин мира есть некая необходимая сущность» и антитезисом: «В этом ряду нет ничего необходимого, все в нем случайно». Положение подходит для понимания о сущности или случайности стоимости.

В координатах: доли – синергетика (таксономия) – рациональные числа изучается экономическая категория «цена». От экономических интересов домохозяйств (сословий) и бизнеса (государства) возможно применение антиномий И. Канта при рассуждении о законах и нормах права. Научным достижением следует считать восстановление баланса антиномий между тезисом: «Все в мире состоит из простого» и антитезисом: «Нет ничего простого, все сложно ...». Положение подходит для понимания модели об экономическом и территориальном планировании и управлении.

Прогнозирование будет доминировать в координатах  $R$  в результате творения нового, а планирование над многообразием  $N$  в виде построения различных социальных комбинаций; для  $Z$  и  $Q$  доступны только управление с учетом соответственно  $T$  и  $L$ .

В эволюционной экономике деньги субстанциональны, как  $R$ ; многообразны, как  $N$ ; проявляются (выявляются, обозначаются) при соизмерении различных  $W$  по условию  $T$  и  $L$ , как  $Z$ ; могут дробиться, как  $Q$ , но никогда не образуют единое конечное множество. Денежные сбережения у населения и в банках в обстоятельствах  $T_1, L_1$  не тождественны в обстоятельствах  $T_2, L_2$  по  $R, N, Z$  и  $Q$ . Однако, их единое начало в  $R$  и различие валют в  $N$ , сводимые к курсу в  $Z$ , преимущественно наличествуют в виде цен в  $Q$ .

**Градостроительная деятельность как универсальный подход экономического и территориального планирования.** Приведенные четыре этапа моделирования  $LTW$  с выбором показателей (труд, стоимость, деньги) и приоритетов по пространству ресурсов (дифференциальная рента) или трудовых отношений поколений (ссудный процент) вывели на построение универсального регулятора экономического ( $T$ ) и территориального ( $L$ ) планирования.

Универсальный характер начал формироваться в географической науке. На момент проведения III съезда географического общества СССР (30.01. – 07.02.1960 г.) во введении к итогам и задачам советской географии И. П. Герасимов писал: «В настоящее время система географических наук делится прежде всего на два крупных раздела: физическую географию [5] и экономическую географию [6], включающую географию населения. Это разделение вытекает из самой сущности объектов, изучаемых географией, – природных явлений, с одной стороны, и общественных явлений (населения и общественного производства) – с другой» [7, с. 7]. В общей резолюции III съезда географического общества СССР по проблеме изучения, учета, охраны, рационального использования

и воспроизводства природных ресурсов принято: «... строительство ... сооружений необходимо производить как часть новой районной планировки территорий, попадающих в сферу влияния новостроек, привлекая для этой цели коллективы специалистов в области технических, сельскохозяйственных, географических, биологических и экономических наук. Только такой подход обеспечивает соответствие новостройки местным природным условиям, рациональное использование естественных ресурсов территории и создание наилучших условий жизни населения» [8, с. 62]. Через 54 года коллективная точка зрения о методологии территориального планирования и строительства сохраняет актуальность, несмотря на новые экономические отношения.

Дальнейшее методическое сопровождение природопользования в СССР стало осуществляться через природно-территориальные комплексы (ПТК) [9] и территориально-производственные комплексы (ТПК) [10, 11]. В инструкции СН 202-81\* [12] о составе и порядке разработки проектно-сметной документации были предусмотрены разделы, обеспечивающие технологические и строительные решения, жилищно-гражданское строительство и охрану окружающей природной среды. Для охраны природы, особенно в местах пионерного освоения, разрабатывались Территориальные комплексные схемы охраны природы (ТерКСОП) [13].

Однако, это не устраивало новое экологическое движение и в строительстве стали проводить оценку воздействия на окружающую среду [14]. В международной практике «Заявление о воздействии на окружающую среду», а в последующем «Оценка воздействия на окружающую среду» (ОВОС) проводится с целью координации деятельности федеральных ведомств и использования систематического, междисциплинарного подхода при принятии решений о реализации намечаемой хозяйственной деятельности, а не является «оправданием уже принятого решения» [15]. ОВОС выступает аналитическим инструментом по установлению взаимодействующих, как сервитут, или изолированных, как экологически независимых участков, при совмещении различных категорий землепользования.

Несмотря на научные достижения СССР по экономическому и территориальному районированию и некоторому учету экологических факторов, в российском законодательстве было принято деление страны на 7 категорий землепользования (ст. 7, Земельного кодекса (2001, 136-ФЗ)), отличающееся от ПТК, ТПК и возможности проведения ОВОС. При этом «правовой режим земель определяется исходя из их принадлежности к той или иной категории и разрешенного использования в соответствии с зонированием территорий, ... и выбирается самостоятельно, без дополнительных разрешений и процедур согласования».

В завершение неопределенности Федеральным законом от 21.07.2014 г. № 219-ФЗ внесены в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» четыре категории объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (ст. 4.2) и процедура комплексного экологического разрешения.

После 2000 г. в экономике России приоритет получила градостроительная деятельность и для ее осуществления стали обосновывать территориальное планирование (ТП) (гл. 3 Градостроительного кодекса (2004, 190-ФЗ)). В вузах страны стали изучать геоэкологию и другие новые науки о взаимодействии природы и общества, как продолжение теоретических основ общей географии, отличающуюся от задач территориального планирования.

Пункт 2 ст. 7 Земельного кодекса противоречит некоторым положениям гл. 3 о территориальном планировании градостроительного кодекса (2004, 190-ФЗ). «Территориальное планирование направлено на определение в документах территориального планирования назначения территорий ...» (ст. 9, 2004, 190-ФЗ), что уже сделано по земельному кодексу (ст. 7, 2001, 136-ФЗ).

Документы ТП разрабатываются «исходя из совокупности социальных, экономических, экологических и иных факторов в целях обеспечения устойчивого развития территорий, развития инженерной, транспортной и социальной инфраструктур, обеспечения учета интересов граждан и их объединений, Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований» отдельно для Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований (ст. 9, п. 1 и 2, 2004, 190-ФЗ). Административно-территориальное деление на три уровня содержит различные народно-хозяйственные интересы, поэтому следует ожидать противоречий при одновременном осуществлении экономической и социально-бытовой деятельности.

По п. 5 ст. 9 Градостроительного кодекса подготовка документов ТП осуществляется в основном по материалам планирования экономической деятельности и не включает регламенты функционального зонирования территорий, предусмотренных Водным и Лесным кодексами, федеральными законами об особо охраняемых природных территориях и объектах, а также о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения. Данный раздел рассматривает преимущественно интересы объектов капитального строительства, относящиеся по условиям размещения к землям промышленности, транспорта связи и т. д.

Если рассматривать все перечисленные модели природопользования (ТПК, ТП, КЭР) и природоохранной деятельности (ПТК, ТерКСОП, ОВОС), то каждая из них не может применяться автономно, так как это понятийные конструкции единого целого – окружающей действительности, доступной для экономической деятельности, за пределами которой остаются естественные процессы биосферы по сохранению устойчивого развития. За короткий период методического сопровождения схем территориального планирования (СТП) [16, 17, 18, 19], оно не достигло опыта ПТК, и едва ли сможет интегрироваться с ПТК.

В экономике капитального строительства выделяют капитальные вложения и эксплуатационные расходы. СТП посвящена первой части, вторая же часть будет определяться разрушительными силами ПТК. В 1980 г. Госпланом СССР была утверждена Методика определения экономической эффективности капитальных вложений, на основе которой также были приняты методики оп-

ределения эффективности затрат в непроизводственную сферу и в мероприятия по охране окружающей среды [20]. В стране, где роль финансов не была доминирующим регулятором, варианты размещения предприятий, технологических комплексов и внедрения новой техники определялись по формуле  $C + EK \rightarrow \text{минимум}$ , где  $C$  – текущие затраты (себестоимость);  $E$  – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений;  $K$  – капитальные вложения.

Приведенное выше противоречие в природопользовании и природоохранной деятельности, закрепленное также в российских кодексах, отражает вековой спор и имеет свое научное определение, как географический детерминизм – суждение о роли географических условий, вносящих специфику в экономическую, социальную и политическую жизнь государств, следствием которого является эффективность модели *LTW*. Наиболее яркими представителями географического детерминизма выделяют Л. И. Мечникова (1838–1888) и Л. Н. Гумилева (1912–1992) [21].

Сущность географического детерминизма Л. И. Мечниковым показана в публикации «Цивилизация и великие исторические реки» на примере речных цивилизаций Нила, Тигра и Ефрата, Инда и Ганга, Хунхэ и Янцзы. В СССР областями речных цивилизаций являются Днепр – Дон – Волга, Обь – Иртыш, Ангара – Енисей, Амур – Зея – Буряя.

Речные цивилизации – это территории ( $L$ ), на которых создавались источники гидроэлектроэнергии и расселялись ее потребители. На этих территориях преимущественно располагаются земли водного и лесного фонда, земли особо охраняемых территорий и объектов. Они способствовали увеличению миграции атомов первого и второго рода (по классификации В. И. Вернадского).

Прогресс цивилизации, как определял Л. И. Мечников: «... дает нам непрерывная эволюция социальной связи между людьми и факт нарастания общечеловеческой солидарности. Вот почему только эти факты, по нашему мнению, и заслуживают быть признанными в качестве критерия и признака общественного прогресса» [22, с. 42]. Общечеловеческая солидарность формирует длительные по времени отношения с различной экономической зависимостью ( $T$ ). Благодаря этому трудовая деятельность и применение ее результатов выходит за рамки одной человеческой жизни. Прогресс формирует земли сельскохозяйственного назначения и земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения. Экономически выгодно, чтобы перечисленные выше земли находились на землях населенных пунктов. Они способствовали увеличению миграции атомов второго и третьего рода. Поэтому Градостроительный кодекс, по названию отнесенный к землям населенных пунктов, распространяет свою деятельность на все категории землепользования. Однако одним строительством прогресс не создать без развития социальных, экономических и поселенческих форм общения.

Получение прибыли ( $W$ ) возможно только за пределами одной человеческой жизни ( $T$ ) на минимизированной по эксплуатационным расходам территории ( $L$ ). «Области речных цивилизаций» формируются там, где есть источники питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения и условия создания зон санитарной охраны. Ниже по течению относительно населенных пунктов осуществляется сброс не только хозяйственно-бытовых, но и промышленных сточных вод. Поэтому проектируемые к размещению в СТП объекты сельскохозяйственного и промышленного назначения всегда будут находиться в конфликтной ситуации с интересами человека на землях населенных пунктов [23].

СТП создается не на пустом информационном пространстве. Ей предшествует зонирование территории по 7 категориям землепользования. При этом категории землепользования носят правовой характер, а не географический, позволяющий устанавливать противоречия между природопользованием и природоохранной деятельностью. В табл. 1 приведены основы правового, географического и экономического районирования, которые предусмотрены российским законодательством в интересах устойчивого развития страны до начала разработки СТП. Элементы классификации приведены в соответствующих статьях кодексов и федеральных законах. По ним выделяются следующие три уровня классификации.

Природная классификация страны основывается на бассейновых округах, делении лесного фонда на леса, выполняющие защитные функции в интересах природы (категории особо охраняемых территорий и объектов) и человека (функциональные зоны населенных пунктов), эксплуатационные и резервные леса. На этой основе строится биогеохимическая деятельность человека в виде природно-сельскохозяйственного районирования и организации ресурсных циклов.

Функциональная (правовая) классификация занимает промежуточное положение между природной и хозяйственной и поэтому основывается на выделении гидрографических и лесорастительных районов с обоснованием лесничеств, лесопарков и территорий сохранения реликтовых и эндемичных природных объектов, историко-культурных памятников. На землях населенных пунктов функциональная классификация выстраивается в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями. Для формирования биогеохимической деятельности необходимо выделение природно-производственных сельскохозяйственных и территориально-производственных (ТПК) зон.

Хозяйственная (экономическая) классификация формирует участки, на которых материальные ценности и интересы ( $L$ ) в понимании общества ( $T$ ), как способствующие получению прибыли, так и приводящие к планированию расходов по обеспечению устойчивого развития ( $W$ ). Водохозяйственные и лесные участки дополняют друг друга, а в идеальных (экологических) случаях приводят к образованию категорий особо охраняемых природных территорий. На землях населенных пунктов таким участком является квартал, благоустройство которого носит затратный характер по санитарным правилам и нормам.

Матрица географического и экономического районирования до начала разработки схемы  
территориального планирования

Уровни СТП	Земли водного фонда	Земли лесного фонда	Особо охраняемые территории и объекты	Земли населенных пунктов	Земли сельско- хозяйственного назначения	Земли промышленности
Природная классифи- кация	Бассейновый округ ст. 20	Леса, выполняю- щие защитные функции, резерв- ные и эксплуата- ционные ст. 10, 68.2, 102, 108,109	Сохранение элементов водного, лесного кате- горий землепользования и находящегося на них животного мира	Функциональные зоны	Природно- сельскохозяй- ственное рай- онирование	Ресурсные циклы
Функцио- нальная классифи- кация	Гидрографиче- ский район ст. 32	Лесорастительное районирование ст. 15, лесничества и лесопарки ст. 23, 68.1	Сохранение реликтовых и эндемичных, сохране- ние историко- культурных	Санитарно- эпидемиологические требования	Природно- производст- венная	ТПК
Хозяйст- венная классифи- кация	Водохозяйст- венный уча- сток ст. 41–54	Лесной участок ст. 7, 67, 69, 92, 69	Категории особо охра- няемых природных тер- риторий, особенности их создания и развития ст. 2	Квартал благоуст- ройства	Агрохимиче- ское зонирова- ние	Объекты времен- ного сопряжения: шахты, разрезы, карьеры; объекты постоянного со- пряжения: пред- приятия, ГЭС
Федераль- ный закон «О земле- устройст- ве»	Водный кодекс	Лесной кодекс	Федеральный закон «Об особо охраняемых тер- риториях и объектах»; Федеральный закон «О природных лечебных ресурсах, лечебно- оздоровительных мест- ностях и курортах»	Градостроительный кодекс. Федераль- ный закон «О сани- тарно-эпидемиоло- гическом благопо- лучии населения»	Земельный ко- декс	Федеральный за- кон «О недрах»

Прибыль возможна, если учтено агрохимическое зонирование. Эксплуатационные затраты объектов промышленного производства, социальной и производственной инфраструктуры, осуществляющиеся по нормам ПДВ (предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферный воздух), ПДС (предельно допустимых сбросов вредных веществ в воду водоемов) и утилизации, размещения и захоронения промышленных и бытовых отходов могут быть приемлемыми по экономическим оценкам, если исключается наложение различных участков, приводящее к сервитуту.

Для обеспечения природопользования (ТПК, ТП, КЭР) и природоохранной деятельности (ПТК, ТерКСОП, ОВОС), как единого целого в принципах земельного и экологического законодательства (ст. 1 Земельного кодекса 2001 г., 136-ФЗ, ст. 2 Градостроительного кодекса 2004 г., 190-ФЗ, ст. 3 Водного кодекса 2006 г., 74-ФЗ, ст. 1 Лесного кодекса 2006 г., 200-ФЗ), необходима следующая гармонизация [24]. Предложено экологическое право рассматривать в четырех отраслевых блоках. 1. Гармонизация между интересами настоящего и будущих поколений решается посредством определения судьбы на основе общих принципов классификации окружающей среды и экспертизы предлагаемых решений. 2. Создание экологического кодекса на основе методического объединения Водного и Лесного кодексов, включая закон об особо охраняемых территориях и объектах. 3. Сохранение условий адаптивного поведения человека путем согласования интересов хозяйствующих субъектов и граждан (жителей города) по санитарно-эпидемиологическим требованиям. 4. Общественный договор об интенсивности биогеохимической деятельности, обеспечивающий законодательные ограничения природопользования и сопровождение бизнеса средозащитными мероприятиями.

СТП ближе к процедуре ОВОС, поэтому может только выдать модель минимизации эксплуатационных расходов и судьбу земли [25]. Сложноорганизованная система является успешной по  $W$  за счет дифференциальной ренты, формируемой различными категориями землепользования, а в них функциональным назначением выделенных территорий и участков экономической деятельности. При наличии участков с высокой рентабельностью природных ресурсов создается капитал, как концентрация  $T$  на  $L$ . Экономические преимущества, создаваемые биогеохимической деятельностью, расширяются в результате сельскохозяйственного или промышленного производства, но ограничиваются в пределах санитарно-эпидемиологических требований. Формирование собственности и рыночных отношений привело к социально-гигиеническому расслоению общества.

ТП с учетом ПТК может формировать в общих чертах (упрощенно) схему (греч. *schema* – образ, вид) желаемого размещения и деятельности. СТП в части земель лесного и водного фонда, а также особо охраняемых природных территорий и объектов может выполнить ОВОС; в части земель населенных пунктов – санитарно-эпидемиологические требования (СЭТ); в части земель сельскохозяйственного назначения и промышленности – обосновывающие исследо-

вания ТПК и КЭР. ОВОС в составе СТП оценивает природопользование прошлых лет. 17 статей СЭТ ФЗ-52 в составе СТП оценивают сложившееся социально-гигиеническое расслоение общества. Ресурсные циклы ТПК в составе СТП планируют трудовую деятельность для будущих поколений.

**Выводы.** Разрешение противоречий между глобальной экономикой и территориальным планированием мы видим в использовании числовой последовательности, раскрывающей экономические отношения  $R \rightarrow N \rightarrow Z \rightarrow Q$ . Территориальное планирование, представленное выше в отдельных технико-экономических и санитарно-экологических проектных решениях, также должно содержать приведенную числовую последовательность.

Приведенные в табл. 2 разделы нормативно-методических документов, а также федеральных законов и кодексов образуют каркас по разработке проектных документов (ПТК, ТПК, ТерКСОП, ОВОС, КЭР, ТП, СТП, ПДВ, ПДС и пр.). Можно предложить следующую классификацию по целям проектирования и возможностям интеграции на основе семейства чисел и антиномий И. Канта. Необходимо учитывать, что построение может носить выраженный доказательный характер, например, на основе причинно-следственных закономерностей для  $R$ , или явной классификации по атрибутивным признакам для  $N$ , или диагностироваться во времени для  $T$ , или в пространстве для  $Q$ . Эти формулировки антиномий приведены в правой части таблицы, в отличие от левой части, принимаемых по убеждению недостаточности знаний или методов изучения закономерностей.

При разработке ОВОС и ТПК могут применяться следующие нормативно-методические документы, содержащие доказательный инструментарий о причинно-следственных закономерностях на основе вещественных (действительных) чисел между негативными факторами и объектами окружающей среды или при создании ресурсного цикла на основе территориально-производственного комплекса. Здесь имеются следующие регламенты: Раздел 1.2. Гигиена, токсикология, санитария, в соответствии с классификацией нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования (Руководство 1.1.002-96). Несмотря на то, что методические указания по обоснованию (разработке) предельно допустимых концентраций (ПДК) в атмосферном воздухе (№ 4681-88), воде водоемов (МУ 2.1.5.720-98), почве (№ 2609-82) непосредственно не используются в ОВОС и ТПК, их принципы и нормы определяют технико-экономическую политику в территориальном планировании через санитарные правила.

Федеральный закон об охране окружающей среды (7-ФЗ) и Градостроительный кодекс (190-ФЗ) содержат главы о нормировании в области охраны окружающей среды (гл. V, 7-ФЗ) градостроительного проектирования (гл. 3.1, 190-ФЗ), построенные на наблюдениях, их частоты встречаемости и доминирующем положении в практике. К ним могут быть добавлены критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды (приказ МПР № 511 от 15.06.2001 г.) категории объектов негативного воздействия и методы комплексного экологического разрешения (219-ФЗ от 21.07.2014 г.).

Модель интеграции экономического и территориального планирования по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований

Межотраслевая интеграция явлений, выраженных в вещественных (действительных) числах на основе антиномий	
Причинность по законам природы есть не единственная причинность, из которой можно вывести все явления в мире. Для объяснения явлений необходимо еще допустить причинность через свободу (И. Кант, 1994 г.)	Нет никакой свободы, все совершается в мире только по законам природы (И. Кант, 1964, 1994, 2008 гг.)
<p>Нормирование в области охраны окружающей среды (гл. V, 7-ФЗ).</p> <p>Нормативы градостроительного проектирования (гл. 3.1, 190-ФЗ).</p> <p>Категории объектов негативного воздействия.</p> <p>Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды (МПР № 511).</p> <p>Оценка воздействия на окружающую среду (гл. VI, 7-ФЗ)</p>	<p>Классификация нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования. Руководство 1.1.002-96: (1.2. Гигиена, токсикология, санитария).</p> <p>Временные методические указания по обоснованию ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. № 4681-88, утв. Минздравом СССР 15.06.88.</p> <p>Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. Утверждены Минздравом СССР 05.08.1982 № 2609-82.</p> <p>Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования МУ 2.1.5.720-98.</p> <p>Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления СП 2.1.7.1386-03.</p> <p>Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами: СанПиН 2.1.7.2790-10</p>
Межотраслевая интеграция явлений, выраженных в натуральных числах на основе антиномий	
Мир не имеет начала во времени и границ в пространстве; он бесконечен и во времени, и в пространстве (1964, 1994, 2008 гг.)	Мир имеет начало во времени и ограничен также в пространстве (1964, 1994, 2008 гг.)
<p>Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности (гл. VII, 7-ФЗ).</p> <p>Территориальное планирование (гл. 3, 190-ФЗ).</p> <p>Планировка территории (гл. 5, 190-ФЗ).</p> <p>Санитарно-эпидемиологические требования (гл. 3, 52-ФЗ)</p>	<p>Категории землепользования.</p> <p>Классификация нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования. Руководство 1.1.002-96:</p> <p>2.1. Коммунальная гигиена.</p> <p>2.2. Гигиена труда.</p> <p>2.4. Гигиена детей и подростков.</p> <p>2.5. Гигиена и эпидемиология на транспорте.</p>

	<p>2.6. Радиационная гигиена.</p> <p>3.1. Профилактика инфекционных болезней.</p> <p>3.2. Профилактика паразитарных болезней.</p> <p>3.4. Санитарная охрана территории</p>
Межотраслевая интеграция явлений, выраженных в рациональных числах на основе антиномий	
Ни одна сложная вещь в мире не состоит из простых частей, и вообще в мире нет ничего простого (И. Кант, 1964, 1994, 2008 гг.)	Всякая сложная субстанция в мире состоит из простых частей, и вообще существует только простое или то, что сложено из простого (И. Кант, 1964, 1994, 2008 гг.)
Градостроительное зонирование (гл. 4, 190-ФЗ). Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем 10-го пересмотра	<p>Классификация нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования. Руководство 1.1.002-96:</p> <p>2.3. Гигиена питания.</p> <p>3. Эпидемиология.</p> <p>3.3. Иммунопрофилактика инфекционных болезней.</p> <p>3.5. Дезинфектология</p>
Межотраслевая интеграция явлений, выраженных в целых числах на основе антиномий	
Нигде нет никакой абсолютно необходимой сущности — ни в мире, ни вне мира – как его причины (И. Кант, 1964, 1994, 2008 гг.)	К миру принадлежит или как часть его, или как его причина безусловно необходимая сущность (И. Кант, 1964, 1994, 2008 гг.)
<p>Демография.</p> <p>Планировка территории (гл. 5, 190-ФЗ).</p> <p>Архитектурно-строительное проектирование, строительство, реконструкция объектов капитального строительства (гл. 6, 190-ФЗ)</p>	<p>Классификация нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования. Руководство 1.1.002-96:</p> <p>2.1.10. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей природной среды и условиями проживания населения.</p> <p>2.2.9. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды.</p> <p>2.3.7. Состояние здоровья населения в связи с состоянием питания.</p> <p>2.4.8. Состояние здоровья детей и подростков в связи с состоянием среды обитания и условий жизнедеятельности.</p> <p>2.6.7. Состояние здоровья населения и работающих в связи с воздействием ионизирующего излучения.</p> <p>3.6. Состояние здоровья населения в связи с влиянием микробиологического фактора среды обитания человека</p>

Созданные в прошлом веке ТПК сыграли важную роль в формировании отраслей экономики, а ОВОС способствовала обращению внимания к экологическим проблемам. Они отражают действие аттрактора в направлении генезиса эволюционной экономики. В то же время многие разделы ОВОС и ТПК не имеют разработанного методического сопровождения.

При разработке ТПК, ТерКСОП и ТП могут применяться следующие нормативно-методические документы, содержащие доказательный инструментарий о множестве признаков на основе натуральных чисел. Классификация и распределение возможны, если преобразуемый мир содержит начало во времени и ограничен в пространстве. К методам, раскрывающим это экономическое и территориальное пространство, относятся категории землепользования и классификация нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования (Руководство 1.1.002-96) в части следующих разделов: 2.1. Коммунальная гигиена, 2.2. Гигиена труда, 2.4. Гигиена детей и подростков, 2.5. Гигиена и эпидемиология на транспорте, 2.6. Радиационная гигиена, 3.1. Профилактика инфекционных болезней, 3.2. Профилактика паразитарных болезней, 3.4. Санитарная охрана территории.

В то же время при экономическом и территориальном планировании руководствуются не доказательной логикой, а пространством без границ и временем без начала (окружающая среда) в следующих технико-экономических решениях: требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности (гл. VII 7-ФЗ); территориальное планирование (гл. 3 190-ФЗ); планировка территории (гл. 5 190-ФЗ); санитарно-эпидемиологические требования (гл. 3 52-ФЗ).

Трехуровневая система административно-территориального деления РФ и трехзвенная экономика отражают бифуркацию эпистемы. Это доступная метафизическая модель о множестве, ограничивающая ТП до уровня СТП.

При разработке СТП и генеральных планов населенных пунктов могут применяться следующие нормативно-методические документы, содержащие доказательный инструментарий о кластерах на основе рациональных чисел. Если всякая сложная субстанция в мире состоит из простых частей и вообще существует только простое или то, что сложено из простого, то можно руководствоваться следующими разделами классификации нормативных и методических документов системы государственного санитарно-эпидемиологического нормирования (Руководство 1.1.002-96): 2.3. Гигиена питания, 3. Эпидемиология, 3.3. Иммунопрофилактика инфекционных болезней, 3.5. Дезинфектология.

Если отрасль знания не может выйти из антиномии «Ни одна сложная вещь в мире не состоит из простых частей, и вообще в мире нет ничего простого», то проектная деятельность вынуждена строиться на следующих положениях: градостроительное зонирование (гл. 4 190-ФЗ) и международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем 10-го пересмотра.

Метафизика СТП и генеральных планов формируется синергетикой, которую мы закрепляем в различные градостроительные, экономические, социальные и медицинские таксономии. Если бы их не было, то в равноправном обществе сравнения бессмысленны, как и само назначение стоимости – выявлять неравенство в труде и доходах, но сохранять общество в интересах государства.

При разработке КЭР, ПДВ, ПДС могут применяться следующие нормативно-методические документы, содержащие доказательный инструментарий о параметрах производства, потребления и отходов этой деятельности в окружающей среде на основе целых чисел. Имеются только санитарно-эпидемиологические нормативы, приведенные в Руководстве 1.1.002–96, исполнение которых обеспечивается экологическими методами ПДВ и ПДС. КЭР также может использовать эти доказательные нормативы.

В настоящее время планировка территории (гл. 5 190-ФЗ) и архитектурно-строительное проектирование, строительство, реконструкция объектов капитального строительства (гл. 6 190-ФЗ) использует (неосознанно) антиномию «Нигде нет никакой абсолютно необходимой сущности — ни в мире, ни вне мира – как его причины». Поэтому по прошествии некоторого времени выбирают архитектурные шедевры и ансамбли или занимаются реконструкцией или сносом ветхого жилья. В истории некоторых цивилизаций описаны события, когда жители оставляли город и мигрировали в другие страны. Причины такого странного поведения могут быть описаны в рубриках руководства 1.1.002-96: 2.1.10. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей природной среды и условиями проживания населения; 2.2.9. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды; 2.3.7. Состояние здоровья населения в связи с состоянием питания; 2.4.8. Состояние здоровья детей и подростков в связи с состоянием среды обитания и условий жизнедеятельности; 2.6.7. Состояние здоровья населения и работающих в связи с воздействием ионизирующего излучения; 3.6. Состояние здоровья населения в связи с влиянием микробиологического фактора среды обитания человека.

Миграция, вызванная гигиеной и санитарией, климатом и питанием, соматическими и инфекционными заболеваниями, прерывает череду сравнений между затратами труда и потреблением. Миграционная информация не способствует определению стоимости и формирует другое государство и социальные институты взаимопомощи. В экономике и обществе складываются другие представления о росте и развитии государства. Государство не может поддерживать минувший вариант управления. Фрактальная метафизика переводит мировоззрение в новый матезис (по М. Фуко). Старые деньги обмениваются в новые. Природа может существовать (и, возможно, существует как ботаника): «Нигде нет никакой абсолютно необходимой сущности – ни в мире, ни вне мира – как его причины». Для общества всегда надо иметь: «К миру принадлежит или как часть его, или как его причина безусловно необходимая сущность».

Приведенный обзор отражает недостаточность регуляторов воздействия законодательства на экономическое и территориальное планирование. В неко-

торых видах проектно-сметной деятельности наблюдается их избыток, а чаще встречается некомплектность, если руководствоваться антиномиями и естественной доказательностью права. Поэтому в Министерстве экономического развития РФ создан Департамент оценки регулирующего воздействия. Утверждены Методические рекомендации по организации и проведению процедуры оценки регулирующего воздействия проектов нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации и экспертизы нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации. Согласно приказу Минэкономразвития России от 26.03.2014 № 159, выбор наилучшего варианта правового регулирования (п. 4.1) осуществляется с «...высокой степенью вероятности достижения заявленных целей регулирования», «...обоснованности предполагаемых затрат потенциальных адресатов...» и предполагаемой пользой. Считаем, что наш вариант решения противоречий между экономическим и территориальным планированием по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований обладает большей научно-практической эффективностью.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Креймер М. А. Правдоподобные рассуждения в социально-экономических исследованиях // Роль непрерывного образования в подготовке инновационных кадров для экономики: сб. материалов Международной научно-практической конференции, 13 сентября 2012 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 37–42.
3. Вальтух К. К. Информационная теория стоимости. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 1996. – 413 с.
4. Креймер М. А. Построение методологии научного познания // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 88–104.
5. Забелин И. М. Физическая география в современном естествознании (Вопросы истории и теории). – М.: Наука, 1977. – 336 с.
6. Белоусов И. И. Основы учения об экономическом районировании (Размещение и районирование производительных сил). – М.: МГУ, 1976. – 320 с.
7. Советская география. Итоги и задачи. – М.: Гос. изд-во географической лит-ры, 1960. – 636 с.
8. Материалы III съезда географического общества СССР по проблеме «Роль географии в изучении, использовании, охране и восстановлении природных ресурсов»; Под ред. Д. Л. Арманда. – Л., 1962. – 69 с.
9. Природа, техника, геотехнические системы. – М.: Наука, 1978. – 152 с.
10. Моделирование формирования территориально-производственных комплексов; Отв. ред. М. К. Бандман. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1976. – 339 с.
11. Территориально-производственные комплексы: Предплановые исследования / М. К. Бандман и др.; Предисл. М. К. Бандмана. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. – 270 с.
12. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. СН 202-81\*. Утверждена постановлением Госстроя СССР от 29.12.1981 г. № 261. – М., 1981. – 67 с.

13. Методика разработки территориальных комплексных схем охраны природы (рекомендации). Утверждена Приказом Председателя Госстроя РСФСР № 25 от 06.03.1986. – М., 1986. – 181 с.
14. Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации. Приложение к Приказу Госкомэкологии России от 16.05.2000 № 372.
15. Креймер М. А. Эффективность применения процедуры ОВОС на территории, где разрабатываются схемы территориального планирования и проводится кадастровая оценка земель // 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. 3. – С. 98–103.
16. Методические рекомендации по подготовке проектов схем территориального планирования субъектов Российской Федерации. Утверждены приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 19 апреля 2013 г. № 169 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
17. Положение о согласовании проектов схем территориального планирования субъектов Российской Федерации. Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24.03.2007 г. № 178 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
18. Положение о подготовке и согласовании проекта схемы территориального планирования Российской Федерации. Утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 23.03.2008 г. № 198 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
19. Положение о составе схем территориального планирования Российской Федерации. Утверждено постановлением Правительства РФ от 13.11.2006 № 680 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
20. Методика и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники: сборник научной информации, вып. 33 / Научный совет по эффективности основных фондов, капитальных вложений и новой техники. Институт экономики АН СССР. – М.: Наука, 1982. – 128 с.
21. Банных С. Г. Географический детерминизм от Льва Мечникова до Льва Гумилева. Исторические очерки. – Екатеринбург, 1997. – 129 с.
22. Мечников Л. И. Цивилизация и великие исторические реки. Географическая теория прогресса и социального развития. – М.: Голос труда, 1924. – 256 с.
23. Креймер М. А. Гармонизация гигиенического нормирования с требованиями экологической и градостроительной деятельности. Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей: сборник статей. Том I. / Под редакцией академика РАМН, профессора Г. Г. Онищенко, академика РАМН, профессора А. И. Потапова. – М., Ярославль: Канцлер, 2012. – С. 523–526.
24. Креймер М. А. Гармонизация природопользования и природоохранной деятельности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 61–77.
25. Креймер М. А. Экономические задачи территориального планирования и экологическое обоснование судьбы земли // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 78–88.

Получено 21.07.2014

© М. А. Креймер, 2014

УДК 332.36

## ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

*Виктория Александровна Юрлова*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент кафедры управления бизнес-процессами, тел. (383)210-95-87, e-mail: yurlova\_vika@mail.ru

Содержится обоснование принципов и методов для формирования системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель. Используются нормативный метод, метод оценки по доходности на единицу почвенно-экологического индекса и метод капитализации земельной ренты, реализованный в государственной кадастровой оценке. Воздействие негативных экологических факторов в стоимостном значении рассчитывается с применением методик определения размеров вреда от деградации и загрязнения земельных ресурсов. Оценка проводится на основе принципа альтернативной стоимости. Отражены основные результаты практической реализации системы эколого-экономической оценки на пахотных и кормовых угодьях территории Ордынского района Новосибирской области.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные земли, эколого-экономическая оценка, экологические факторы, стоимость, ущерб.

## PRINCIPLES AND TECHNIQUES FOR ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LANDS

*Victoria A. Yurlova*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Assistant lecturer, Department of Business Processes Management, tel. (383)210-95-87, e-mail: iyurlova\_vika@mail.ru

The author substantiates the principles and techniques for creating the system of agricultural lands ecological and economic assessment. The author offers a normative method, the technique of assessment by profitability per unit of soil-ecology index, and capitalization-of-land rent method applied for the state cadastral valuation. Negative ecological factors impact (in value terms) is calculated by the techniques for estimating the damage of land resources degradation and contamination. Estimation is based on the principle of alternative value. Main results of ecological-and-economic assessment system practical application are given concerning croplands and meadowlands of Ordynsky district, Novosibirsk region.

**Key words:** agricultural lands, ecological and economic assessment, ecological factors, cost, damage.

Устойчивое развитие территорий невозможно без комплексного научного, информационного и правового обеспечения. В настоящее время существует возможность технической поддержки достижения устойчивости территорий на основе геоинформационного подхода [1], в том числе применения ГИС-технологий для рационального использования земельных ресурсов [2] и мониторинга сельскохозяйственных земель [3]. Ведутся исследования и разрабатываются поло-

жения по согласованию законодательства в сфере природопользования и охраны окружающей среды с учетом категорий землепользования и функций биосферы [4, 5].

Одной из приоритетных задач комплексного подхода устойчивого землепользования является совершенствование систем оценок земельных ресурсов с учетом эколого-экономических условий хозяйствования (Повестка дня на XXI век, Рио-де-Жанейро, 1992 г.). Впервые с обоснованием междисциплинарного подхода к оценке земельных ресурсов выступила Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) еще в 1976 г. [6]. Сейчас факторы экологии, оказывающие влияние на состояние земельных ресурсов, активно изучаются, в частности, исследуются показатели для почв, рельефа, техногенной трансформации, требующие мониторинга [7], разрабатываются подходы к земледелию и наращиванию плодородия почв [8]. Однако в практике оценки земельных ресурсов в основном применяются сравнительный (рыночный) и кадастровый подходы, которые во многом не отражают влияния окружающей природной среды [9].

В сельском хозяйстве устойчивость землепользования является естественной необходимостью вследствие главенствующей роли земельных угодий как основного средства производства. Земельная и аграрная политики РФ ориентированы на рациональное использование сельскохозяйственных земель и получение максимального экономического эффекта с единицы земельной площади. В регионах ведутся исследования об эффективном использовании сельскохозяйственных земель и функционировании агроландшафтов [10, 11]. При этом выделение совокупности экологических факторов, воздействующих на состояние сельскохозяйственных земель, и их стоимостная оценка является сложным и мало разработанным направлением.

Проведение эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель в российских условиях связано с проблемой информационного обеспечения (отсутствие данных почвенных обследований и системы экологического мониторинга в целом) и необходимостью дифференцированного подхода (различие в природно-экономических условиях и типах негативных воздействий природного и антропогенного характера в зависимости от местоположения земельных участков). Тем не менее, в стране разработаны и имеют практическое применение различные методические положения по эколого-экономической оценке сельскохозяйственных земель, реализованные в разных регионах [12–14]. Имеющаяся теоретико-методическая база, на основе которой может быть проведена эколого-экономическая оценка, требует систематической актуализации в изменяющихся условиях хозяйствования, а также по мере получения новых и уточнения старых данных о землепользовании. Исследование динамики состояния и использования сельскохозяйственных земель на территории Новосибирской области в течение последних 30 лет, а также значения эколого-экономических показателей свидетельствует об антиустойчивом характере землепользования [13], поэтому проведение эколого-экономической оценки явля-

ется актуальным направлением, имеющим важное научно-практическое значение.

Цель работы заключалась в обосновании принципов и методов для формирования системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель и ее практической реализации на территории Новосибирской области с учетом процессов природной и антропогенной деградации.

Система оценки основана на принципе альтернативной стоимости, который заключается в определении потерянной возможности извлекать положительные экономические выгоды с нарушенных земель и, как следствие, – необходимости искать взамен лучшие земли, что в условиях ограниченности земельного фонда и сельскохозяйственной пригодности земель не может являться признаком устойчивого землепользования. В эколого-экономическом подходе принцип альтернативной стоимости при оценке сельскохозяйственных земель имеет большое значение как денежное выражение необходимости их сохранения, воспроизводства и рационального использования.

При этом ключевая задача заключается в обоснованном выборе из имеющихся методов стоимостной оценки сельскохозяйственных земель тех, которые в большей степени учитывают экологические факторы. В системе эколого-экономической оценки предлагается использовать следующие методы:

1) нормативный метод: стоимость определяется по нормативам освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий как сумма стоимостей почвенных контуров, представленных разными типами почв, каждый из которых имеет свое значение норматива;

2) метод оценки по доходности на единицу почвенно-экологического индекса (ПЭИ): стоимость определяется поконтурно исходя из урожайности земельных угодий и цены реализации продукции с учетом климатических особенностей местоположения участка, почвенных характеристик и наличия питательных элементов;

3) метод капитализации земельной ренты, реализованный в методике государственной кадастровой оценки сельскохозяйственных земель (ГКО): используется значение кадастровой стоимости, рассчитанной как произведение расчетного рентного дохода и срока капитализации, принятого равным 33 годам.

Для оценки негативных экологических воздействий на сельскохозяйственное землепользование используются методические рекомендации по определению ущербов, позволяющие вычлнить отрицательный эффект в стоимостном выражении. В РФ в этих целях используются три основные методики:

1) Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Минприроды РФ и Роскомземом в 1993 г.);

2) Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель (утв. Минприроды РФ и Роскомземом в 1994 г.);

3) Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (утв. Минприроды РФ в 2010 г.).

Экологические воздействия в обозначенных методиках выражены в форме индикаторных показателей. Изменения значений индикаторных показателей по сравнению с оптимальным состоянием земельных ресурсов (недеградированные, незагрязненные) свидетельствует о степени нарушенности земель, что в итоге выражается в значении коэффициента пересчета. Кроме того, учитывается экологическая ситуация и значимость территории, отнесенной к одной из оценочных зон страны.

Процесс эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель строится на принципе поэтапной упреждающей подготовки, который говорит о том, что успешность оценки и достоверность получаемых результатов зависят от качественного выполнения каждого из предыдущих этапов осуществления деятельности в этой области. Автором были выделены шесть этапов, последовательность которых представлена в виде алгоритма на рисунке.

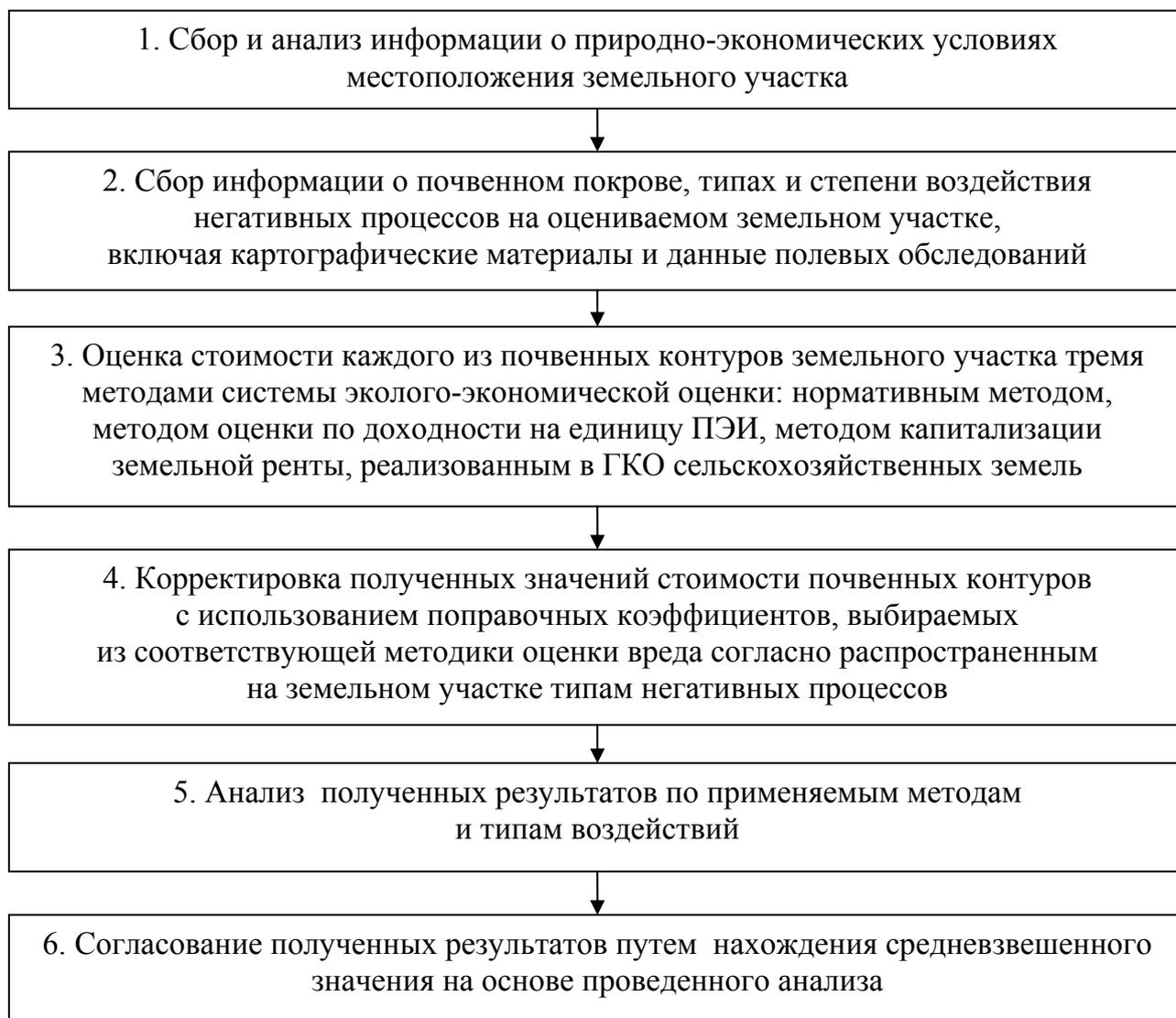


Рис. Алгоритм эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель на основе предлагаемой системы

Качество оценки во многом определяется эффективностью применяемых методов, корректностью их использования и обеспеченностью необходимой информацией всех этапов. Поэтому полнота и достоверность данных о природно-экономических условиях землепользования и особенностях почвенного покрова будут иметь определяющее значение.

Система эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель была практически реализована на пахотных и кормовых угодьях территории Ордынского района Новосибирской области. Ордынский район отличается высокой степенью сельскохозяйственной освоенности (82,5 % земельного фонда вовлечены в сельскохозяйственный оборот) и развитием процессов эрозии (более 30 % от общей площади) и оврагообразования (прирост 234,5 м/год) [15]. Ключевые участки были выбраны совместно с сотрудниками Института почвоведения и агрохимии (ИПА) СО РАН и по своим природно-экономическим условиям совпадают с характерными особенностями Ордынского района в целом.

Исходной информацией для проведения эколого-экономической оценки территории исследования послужили данные Росстата по Новосибирской области о средней урожайности основных сельскохозяйственных культур и ценах их реализации, данные Росреестра по Новосибирской области о средней кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий, а также почвенные контуры, представленные в виде слоев геоинформационной системы, созданной по результатам почвенных полевых и лабораторных исследований сотрудниками ИПА СО РАН.

Основную площадь территории исследования занимают пахотные и кормовые угодья. Структура земельных участков представлена в табл. 1.

Таблица 1

## Структура ключевых участков территории исследования

Объект исследования	Тип землепользования	Площадь, га	Доля угодий, % от общей площади
Ключевой участок № 1 (54:20:030401 МО Козихинский)	пашня	1 221,21	69,4
	сенокос	424,04	24,1
	другие земли	114,28	6,5
	всего	1 759,53	100,0
Ключевой участок № 2 (54:20:030201 МО Березовский)	пашня	1 243,66	70,5
	сенокос	402,83	22,8
	другие земли	119,64	6,8
	всего	1 763,13	100,0

Почвенный покров пахотных земель и земель сенокосов территории исследования представлен черноземами выщелоченными, лугово-черноземными, черноземно-луговыми и луговыми почвами. В соответствии с подтипами почв

ключевые участки разбиты на почвенные контуры. Оценка проводилась индивидуально для каждого почвенного контура. Итоговая величина стоимости была рассчитана как сумма стоимостей отдельных почвенных контуров, полученных с использованием трех методов. Также в зависимости от степени интенсивности проявления типов негативных экологических воздействий была рассчитана величина общего размера ущерба с использованием коэффициентов пересчета по степени деградации из Методики определения размеров ущерба от деградации почв и земель (1994 г.). В Методике используется пять степеней деградации по каждому из индикаторных показателей (уменьшение гумуса, потери почвенной массы, расчлененность территории и др.) и значение коэффициента изменяется от 0 до 1,0. Оценка также производится поконтурно, а общий размер ущерба получается как сумма значений ущербов от деградации каждого из почвенных контуров. Чем сильнее деградация, тем выше потерянная возможность использования земельных ресурсов для ведения сельского хозяйства. Таким образом, стоимостное значение ущерба представляет альтернативную стоимость нарушенных земель и свидетельствует о необходимости их замены. Результаты эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий территории исследования содержатся в табл. 2.

Таблица 2

Стоимость сельскохозяйственных угодий и ущерб от их деградации, рассчитанные методами системы эколого-экономической оценки

Типы землепользований и их площадь	Нормативный метод	Метод оценки по доходности на единицу ПЭИ	Метод капитализации земельной ренты (методика ГКО)
Стоимость, тыс. руб.			
пашня (участок 1)	1 403,43	11 256,11	23 339,77
пашня (участок 2)	1 462,34	11 414,42	27 969,91
сенокос (участок 1)	321,56	797,97	8 104,25
сенокос (участок 2)	296,39	756,84	9 059,65
Ущерб, тыс. руб.			
пашня (участок 1)	43 507,24	11 823,73	24 113,73
пашня (участок 1)	43 484,82	3 271,16	8 187,94
сенокос (участок 2)	4 153,96	368,95	3 669,63
сенокос (участок 2)	4 064,12	802,55	9 471,63

В зависимости от используемого метода системы эколого-экономической оценки, итоговые значения ущерба будут отличаться. Поэтому после расчетов необходим тщательный анализ полученных результатов по применяемым методам и типам воздействий на сельскохозяйственные земли. С помощью сравни-

тельного анализа была получена информация, необходимая для согласования результатов.

Для территории исследования характерно распространение семи типов негативных экологических воздействий, занимающих разную площадь. Логично, что значительный вклад в общий размер ущерба вносят те, которые занимают наибольшую площадь (уменьшение запасов гумуса в профиле почвы и уменьшение мощности почвенного профиля – 38 и 30 % от общей площади территории исследования соответственно). Также значение имеет стоимость воздействия каждого типа экологического влияния, поэтому для них было рассчитано среднее значение ущерба с единицы земельной площади. Для итогового согласования результатов был проведен сравнительный анализ по применяемым методам системы эколого-экономической оценки, и для каждого метода был обоснован весовой коэффициент в зависимости от наличия информации и возможности детального учета экологических факторов (нормативный метод – 0,2; метод оценки по доходности на единицу ПЭИ – 0,5; метод капитализации земельной ренты, реализованный в ГКО, – 0,3). Подробное описание процесса согласования содержится в работе автора [16]. Основная информация и итоговые значения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Итоговые данные анализа и согласования результатов  
эколого-экономической оценки сельскохозяйственных угодий  
территории исследования

Показатель	Ед. изм.	Значение
Общая площадь территории исследования, в том числе	га	3 291,74
пахотные земли	га	2 464,87
земли сенокосов	га	826,87
Средневзвешенное значение размера ущерба с единицы земельной площади по типам воздействий:		
1) увеличение площади эродированных земель	тыс. руб. /га	11,00
2) уменьшение запасов гумуса в профиле почвы	тыс. руб. /га	8,84
3) уменьшение мощности почвенного профиля	тыс. руб. /га	10,21
4) потери почвенной массы	тыс. руб. /га	9,58
5) площадь обнаженной почвообразующей породы или подстилающей породы	тыс. руб. /га	10,91
6) глубина размывов и водороинов относительно поверхности	тыс. руб. /га	9,69
7) расчлененность территории оврагами	тыс. руб. /га	39,52

Из расчетных данных табл. 3 видно, что наибольший природно-хозяйственный ущерб на единицу земельной площади в стоимостном выражении наносит расчлененность территории оврагами, получившая наибольшую оценку.

Данный тип деградации занимает 9 % площади территории исследования, в наибольшей степени ограничивает возможность ведения сельскохозяйственной деятельности и способствует развитию эрозии.

Использование принципа альтернативной стоимости, реализованного в эколого-экономическом подходе к оценке земельных ресурсов, однозначно свидетельствует о необходимости разработки комплекса мероприятий, заключающихся в борьбе с распространенными негативными экологическими процессами, с целью предотвращения потери этих территорий с точки зрения сельскохозяйственной пригодности. Экономическая оценка целесообразности мероприятий по улучшению состояния сельскохозяйственных земель основывается на определении показателя эколого-экономической эффективности проекта, при этом для его расчета используется показатель ущерба [17–19]. Поэтому полученные в ходе эколого-экономической оценки результаты являются необходимым информационным базисом при обосновании проектов с учетом обоих параметров: площади распространения и стоимостного значения каждого типа экологического воздействия.

Рассматриваемые в работе принципы и методы послужили основой для формирования системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель, которая была практически реализована на территории Ордынского района Новосибирской области. Использование в общей системе трех представленных в работе методов стоимостной оценки сельскохозяйственных земель повышает объективность получаемых результатов, так как в комплексе учитывает большее количество значимых экологических факторов, оказывающих влияние на состояние аграрного землепользования. Итоговые результаты во многом зависят от своевременного обеспечения достаточным количеством информации каждого этапа эколого-экономической оценки. Решение проблем экологического мониторинга земельных ресурсов позволит повысить качество проводимых исследований, что, в свою очередь, будет способствовать достижению устойчивого аграрного землепользования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 3–13.
2. Жарников В. Б. Рациональное использование земель как задача геоинформационного пространственного анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 77–81.
3. Гиниятов И. А., Ильиных А. Л. Геоинформационное обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 33–39.
4. Креймер М. А. Гармонизация природопользования и природоохранной деятельности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 61–77.
5. 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.
6. A framework for land evaluation [Электронный ресурс] : FAO Soils bulletin 32 / Soil resources development and conservation service land and water development division. FAO UN. – Rome, 1976. – Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/X5310E/x5310e00.htm>.

7. Ларионов Ю. С. Альтернативные подходы к современному земледелию и наращиванию плодородия почв (новая парадигма) // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 49–60.
8. Шалмина Г. Г., Межуева Т. В. Комплексная оценка земельных ресурсов // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 2 (13). – С. 50–59.
9. Быкова О. Г. Оценка территориальных особенностей функционирования агроландшафтов Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 51–56.
10. Кудюшева Р. В. Сельскохозяйственные земли Республики Алтай как важный фактор развития экономики // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 33–39.
11. Альтернативные подходы к эколого-экономической оценке земли и механизмы управления землепользованием / М. М. Гузев и др. – Волгоград: Комитет по печати, 1996. – 224 с.
12. Методические положения рационального использования сельскохозяйственных земель с учетом агроэкологических, экономических и ресурсных ограничений в регионах России / А. М. Югай и др. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2009. – 204 с.
13. Мещанинова Е. Г., Ткачева О. А. Эколого-экономическая оценка земли // Экономика сельского хозяйства России. – 2010. – № 3. – С. 79–84.
14. Юрлова В. А. Краткий ретроспективный обзор состояния и использования земель сельскохозяйственного назначения в Новосибирской области // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 164–171.
15. 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.
16. Юрлова В. А. Эколого-экономическая оценка сельскохозяйственных земель: теоретико-методические аспекты и практическая реализация [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2014. – № 6. – Режим доступа: [http://www.uecs.ru/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=2965](http://www.uecs.ru/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=2965). – Загл. с экрана.
17. Чогут Г. И. Эффективность функционирования эколого-экономических систем в сельском хозяйстве: теория, методология, практика. – Воронеж : Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 2007. – 317 с.
18. Юрлова В. А. Анализ эколого-экономической эффективности использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 93–99.
19. Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities [Электронный ресурс] / G. S. Rodrigues and al. // Environmental Impact Assessment Review. – 2010. – Vol. 30, Issue 4. – P. 229–239. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2009.10.002>.

Получено 28.07.2014

© В. А. Юрлова, 2014

## ХРОНИКА

### О МУЗЕЕ ИСТОРИИ И ТРУДОВОЙ СЛАВЫ СГГА

*Александра Алексеевна Короткова*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, директор Центра воспитания молодежи – музея истории и трудовой славы СГГА

### ABOUT THE MUSEUM OF HISTORY AND LABOR GLORY SSGA

*Alexandra A. Korotkova*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., director of the education of youth – a museum of history and labor glory SSGA

### Об авторе

А. А. Короткова родилась 10 сентября 1939 г. в деревне Ревунка Новосибирской области. Отец погиб под Ленинградом в годы Великой Отечественной войны. Росла с матерью, с 1948 г. – в г. Новосибирске. По окончании средней школы № 63 четыре года работала на заводе «Тяжстанкогидропресс». В 1962–1967 гг. училась на географическом факультете Новосибирского пединститута. С 1973 г. в течение 40 лет работает в НИИГАиК – СГГА на кафедре гуманитарных наук. В настоящее время директор ЦВМ – музея истории академии. Активная общественница, зам. председателя Совета ветеранов СГГА. Имеет множество наград: почетные грамоты Мин-оборонпрома СССР, ЦК Профсоюзов, Роскартографии, памятные знаки мэрии г. Новосибирска и др. Уважаемый работник, воспитала двух сыновей.

10 сентября 2014 г. А. А. Короткова отметила 75-летие. Редакция Вестника СГГА сердечно поздравляет Александру Алексеевну и публикует фрагмент ее воспоминаний о работе.



Музей истории и трудовой славы СГГА является общеакадемическим подразделением. 21 февраля 1991 г. состоялось официальное открытие. На открытии присутствовали: и. о. ректора вуза профессор И. В. Лесных, проректоры, деканы факультетов, председатель профкома Н. Г. Карлина, члены Совета ветеранов, студенты. Право разрезать ленту было предоставлено бывшему ректору НИИГАиК – СГГА, профессору, заслуженному работнику геодезии и картографии К. Л. Проворову.

Константина Леонтьевича Проворова (1909–1992) заслуженно называют «патриархом геодезии в Сибири», отмечая его особые качества: первое – при защите кандидатской диссертации ему была присвоена докторская степень; второе – его реальный трудовой стаж составляет более 70 лет; третье – ему принадлежит право выбора места и организатора строительства зданий вуза и студенческого городка в 1964–1968 гг. по улице Плахотного, 10.

По сложившейся традиции, ежегодно, в течение осеннего семестра каждая студенческая группа 1-го курса встречается в музее с человеком, который вводит их в мир избранной специальности. Это может быть один из преподавателей профилирующей кафедры или ветеран, находящийся на заслуженном отдыхе, но неизменно – человек с большим производственным, педагогическим и жизненным опытом.

Ежегодно проводится более 120 подобных встреч. Особенно хочется отметить участие в них ветеранов труда, участников Великой Отечественной войны, каждому из которых есть что сказать – самое заветное, иногда самое памятное – нашим студентам. Ведь при любых обстоятельствах наши студенты – это продолжение нас, наших традиций, отчасти и наших недостатков. И только опыт жизни, военный, профессиональный, помогает в большей степени избавиться от таковых. Студенты активно участвуют в различных направлениях работы музея, пополняют стенды и альбомы, в том числе изготавливают новые, например, посвященные юбилейным датам: 120-летию Новосибирска, 80-летию НИИГАиК – СГГА. Часть экспонатов выставляется в музее развития Ленинского района.

В первой декаде февраля 2014 г. на базе музея впервые прошли «Федосеевские чтения», посвященные 115-летию со дня рождения известного писателя-геодезиста Г. А. Федосеева, в которых широкое участие приняли студенты, аспиранты и сотрудники вуза, ветераны федосеевского периода деятельности. На «чтениях» был представлен красочный альбом, подробно отражающий жизнь и деятельность Григория Анисимовича, много лет отдавшего работе в Новосибирском аэрогеодезическом предприятии. Состоялся также просмотр фильма по произведению Федосеева «Злой дух Ямбуя». В сентябре был проведен научный семинар, посвященный юбилейным датам выдающихся геодезистов советской эпохи К. Л. Проворова и А. Н. Гридчина, ставших основателями сибирских научных школ в области теоретической и инженерной геодезии.

Представители коллектива академии, ее ветераны, часто встречающиеся на площадках музея, отчетливо осознают современные задачи высшей школы, ее

проблемы и активно работают по подготовке кадров для различных отраслей народного хозяйства страны, требующих людей грамотных, компетентных, преданных своему делу, способных побеждать в конкурентной борьбе, а также нацеленных развивать лучшие национальные традиции и участвовать в работе по формированию гражданской ответственности молодежи перед отечеством, народом и своими потомками.

Получено 25.08.2014

© *А. А. Короткова, 2014*

## ХРОНИКА СОБЫТИЙ И ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ СГГА

### CHRONICLE OF EVENTS AND MEMORIALS SSGA

19 июня.

В СГГА прошла презентация геоинформационного комплекса – универсальной цифровой карты местных туристических зон, выполненной по заказу Минэкономразвития Новосибирской области. В состав зон включены санаторно-курортный парк «Озеро Карачи», экологический маршрут по Караканскому бору (Ордынский район), рекреационная зона Бердского залива с Бердским острогом и молодежным лагерем «Сибирский Артек», а также несколько рекреационных зон и парков Советского района г. Новосибирска. Геоинформационный комплекс включает карты указанных объектов, расположенные на них гостиницы, базы отдыха, памятники природы и исторические достопримечательности, а также информацию о них с адресами, фотографиями, в том числе в 3D-формате, справочные сведения.

27 июня.

Утверждена общероссийская программа «Глобальное образование» на 2014–2016 гг., определяющая обучение в ведущих вузах мира 1 500 граждан России. Финансирует программу госбюджет в объеме более 4 млрд. рублей. Претендентами на обучение могут быть бакалавры российских вузов, обязующиеся по завершению зарубежной учебы отработать в российских компаниях не менее трех лет (по материалам СМИ).

28 июня.

В условиях активизации отечественной науки и производства специалистами активно обсуждается роль России в создании эксафлопсного суперкомпьютера с пиковой мощностью квинтиллион ( $10^{18}$ ) операций в секунду. России жизненно необходимо решение этой задачи из-за отсутствия суперкомпьютеров на коммерческих рынках; необходимости суперрасчетов, обосновывающих притязания страны к участию в международных конкурсах и грантах; обоснованию стратегических программ развития. Подвижки здесь наметились, в частности, Росатом планирует затратить 45 млрд. руб. на создание подобного суперкомпьютера (АН № 23 от 26.06.2014).

2 июля.

60 лет назад начали работать первые отечественные атомные электростанции, построенные в Подмосковье и на Кольском полуострове, до настоящего времени доказывающие миру и оппонентам востребованность, конкурентноспособность и безопасность атомных технологий, в том числе в условиях Крайнего Севера.

На Белоярской атомной электростанции запустили в опытную работу крупнейший в мире реактор на быстрых нейтронах БН-800. Реакторы такого

типа, впервые в истории атомной энергетики предназначенные для формирования закрытого ядерного технологического цикла, имеют мощность 1,2 ГВт. Новый тип оборудования ставит инновационные задачи корректировки технологий геодезического контроля безопасной эксплуатации атомных электростанций, являющихся традиционным предметом научных изысканий кафедр прикладной инженерной геодезии профильных вузов.

1–3 июля.

В г. Калининграде состоялся Третий Всероссийский съезд кадастровых инженеров в присутствии более 100 представителей саморегулируемых кадастровых организаций из большей части субъектов РФ. В работе съезда приняли участие руководители СРО НП «Кадастровые инженеры России» (В. С. Кислов, М. И. Петрушина), Росреестра (И. В. Васильев, В. А. Спиренков, С. Г. Мирошниченко), представители администрации Калининградской области.

Основное внимание было уделено усилившимся правовым новациям в земельно-имущественной сфере и кадастровой деятельности. Особо была подчеркнута роль геодезических определений границ земельных участков, являющихся базовым фактором объективной и достоверной идентификации местоположения таких участков – основных объектов современного кадастрового учета.

Параллельно прошла научная конференция, посвященная В. Я. Струве (1793–1864), академику Петербургской АН и первому директору Пулковской обсерватории. В составе Новосибирской делегации в работе съезда от СГГА участвовал зав. кафедрой кадастра и территориального планирования Е. И. Аврунев.

3 июля.

Председателем Правительства РФ Д. А. Медведевым подписан Устав РАН в редакции, сохраняющей, по мнению президента РАН В. Фортова, главные принципы функционирования отечественной науки.

В России должен появиться национальный атлас Арктики, в связи с чем готовится государственная программа комплексных научных исследований, включая подготовку соответствующих научных кадров. Особое внимание будет уделено сохранению арктического биоразнообразия, в первую очередь представленного редкими видами флоры и фауны, являющимися индикаторами устойчивого состояния морских экосистем (по материалам СМИ).

21 июля.

75 лет со дня рождения Ямбаева Харьеса Каюмовича, д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и заслуженного работника геодезии и картографии РФ, проректора МИИГАиК по научной работе с 1985 по 2007 г., многолетнего эксперта ВАК, заместителя председателя диссертационного совета Д 212.143.03 при МИИГАиК.

24 июля.

120 лет назад (1894) состоялась торжественная закладка железнодорожного моста через реку Обь (автор проекта Н. А. Белелюбский) в будущем городе Новосибирске, ставшим в настоящее время крупнейшим за Уралом промышленно-логистическим центром с населением около 1,5 млн. человек.

28 июля.

160 лет со дня рождения директора Константиновского межевого института (1900–1912) Струве Василия Берндгардовича (1854–1912), оставившего нынешнему МосГУГК – МИИГАиК достойные научно-педагогические традиции и историческую память.

1 августа.

100 лет назад (1914) началась Первая мировая война, участниками которой стали все основные мировые державы, включая Россию и Германию. Для России война стала как подвигом ее армии, так и национальной катастрофой, унесшей жизни более 3 млн. человек в период 1914–1918 гг. Тем не менее, война определила целый ряд отечественных инновационных разработок: артиллерийские прицелы, противогаз, расширенное использование координатных систем, топографических карт и аэрофотосъемки. Усилилась подготовка соответствующих специалистов. Константиновский межевой институт получил статус Императорского (1916), а в последующем не только сохранил, но и приумножил отечественные достижения, в том числе кадровый состав, обеспечивший вузу современные лидирующие позиции в мировой геодезической науке.

2 августа.

40 лет назад (1974) в пос. Кольцово Новосибирской области создан Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор».

10 августа.

День строителя, всегда ассоциирующего нужность и важность профессии геодезиста, выполняющего востребованные работы по изысканию строительных площадок, проектированию, разбивке и контролю качества строящихся инженерных объектов и их элементов.

12 августа.

Распространяется практика преобразования лучших отечественных вузов в международные с правом получения двух дипломов об образовании. Прием абитуриентов осуществляется на основе международного комплексного письменного теста и предварительного сданного экзамена по английскому языку. После зачисления обучение продолжается в любом вузе, участвующем в соответствующей программе (подобные соглашения есть и у СГГА). Основными критериями международного статуса российского вуза определено качество НИР,

публикации в известных международных журналах и объемы исследований с приоритетом их исполнителей в возрасте до 40 лет (по материалам СМИ).

Российские вузы подводят итоги приема абитуриентов на бюджетные места. Всего в 2014 г. было открыто 500 000 мест, включая бакалавриат, специалитет, магистратуру и аспирантуру. На 100 выпускников средних школ в итоге пришлось 56 студенческих мест. Зачисление в вузы прошло в две волны. Для льготников впервые выделили 10 % мест от их общего числа. Ряд вузов установил минимальные баллы ЕГЭ по отдельным предметам. Как и в прошлые годы, основные проблемы приема были связаны с техническими вопросами: неопределенностью выбора абитуриентами своего вуза и своей специальности, поэтому подлинники аттестатов представлялись в приемные комиссии даже не в последние дни, а в последние часы работы. В СГГА на 1-й курс зачислены 498 студентов, включая 106 будущих магистров первого года обучения, а также 94 студента на контрактной основе. Средний балл поступления 64.

15 августа.

Минспорта совместно с Минобрнауки РФ намерено внести поправки в Федеральный закон «О физической культуре и спорте в РФ» о присуждении повышенных стипендий за золотой знак отличия физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» с 2015 г. («Известия» № 151 от 15.08.2014).

Опубликован приказ Минобрнауки РФ от 05.06.2014 г. № 632 «Об установлении соответствия профессий и специальностей среднего профессионального образования профессиям начального профессионального образования, перечни которых установлены приказами Минобрнауки РФ от 29.10.2013 г. № 1199 от 28.09.2009 г. № 354 и от 28.09.2009 г. № 355».

Опубликован приказ Минобрнауки РФ от 18.06.2014 г. № 667 «Об утверждении формы и Порядка проведения государственного тестирования по русскому языку как иностранному языку». Приказ предназначен для иностранных граждан, желающих получить гражданство РФ, и осуществляется образовательными организациями, которые включены в перечень Минобрнауки РФ.

245 лет назад родился Наполеон Бонапарт, французский император, идеолог известного в мире «Гражданского кодекса», основные принципы и положения которого широко используются многими поколениями специалистов юриспруденции.

В перечень 100 крупнейших оборонных компаний мира попали 8 компаний из РФ, пять из которых – впервые. Среди них: «Вертолеты России», «Объединенная двигателестроительная корпорация», «Сухой», «Радиоэлектронные технологии», «Иркут», «МиГ», «РТИ Системы», в коллективах которых успешно трудятся и выпускники СГГА.

17 августа.

70-летие вхождения Республики Тува в состав РСФСР – России. Тувинский народ (урянки) с давних пор развивает дружеские отношения с Россией. Тува всемерно помогала России в годы войны. Тува успешно решает вопросы подготовки кадров, в том числе в содружестве с вузами г. Новосибирска. СГГА за последние 15 лет подготовила для республики более 50 специалистов с целевой подготовкой по геодезии, картографии, кадастру, информатике и ежегодно набирает около десятка новых студентов. Ярким примером здесь является студентка-отличница, будущий магистр по землеустройству и кадастру Бора-Тараа Алдынай.

22 августа.

Опубликован приказ Минобрнауки России от 28.07.2014 г. № 795 «Об утверждении Положения о порядке проведения аттестации работников, занимающих должности научно-педагогических работников».

28 августа.

В 2015 г. вузы получают возможность предоставлять бюджетные места на новые направления обучения, заявленные в Минобрнауке, но не получившие госаккредитацию Рособнадзора.

Указанное изменение инициировано Президентом России В. В. Путиным и касается прежде всего вузов, осуществляющих подготовку инженерно-технических кадров («Известия» № 160 от 28.08.2014).

ВАК России разрабатывает критерии успешности завершения аспирантской подготовки, которая с 2014 г. стала третьей ступенью высшего профессионального образования. Завершением аспирантуры планируется считать представление подготовленной кандидатской диссертации аспирантом или защиту ее предварительного варианта. Выпускнику аспирантуры будет присваиваться квалификация «преподаватель» или «инженер-исследователь». Отмечается, что в значительной части аспирантур вузов в период 2010–2013 гг. число защитивших диссертации в срок выпускников не превышает 33 % (из интервью председателя ВАК В. Филиппова «Российской газете» № 194 от 28.08.2014).

31 августа.

70 лет назад (1944) создан Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии (СНИИМ), ставший и являющийся до настоящего времени одним из основных партнеров СГГА в научно-образовательной деятельности и распределении ее выпускников.

1 сентября.

День знаний, собравший в СГГА большую часть научно-преподавательского состава во главе с ректором академии А. П. Карпиком и почти тысячу первокурсников, начавших обживать свою альма-матер. На торжественном со-

брании в адрес новых студентов прозвучали искренние поздравления, состоялся небольшой концерт, а в заключение первокурсникам были вручены студенческие билеты.

3 сентября.

65 лет со дня рождения Тулохонова Арнольда Кирилловича, члена-корреспондента РАН, доктора географических наук, профессора, директора Байкальского института природопользования СО РАН.

105 лет со дня рождения К. Л. Проворова (1909–1992), профессора, д. т. н., заслуженного работника геодезии и картографии, главного инженера аэрогеодезического предприятия в 1944–1953 гг., ректора НИИГАиК в 1955–1970 гг.

25 лет назад (1989) создан Сибирский региональный союз «Чернобыль», членами которого являются участники ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС – сотрудники СГГА, кавалеры ордена Мужества профессор И. В. Лесных, доценты П. В. Мучин и А. Л. Малиновский, зав. лабораторией В. С. Никифоров.

9 сентября.

В СГГА состоялся научный семинар, посвященный юбилейным датам известных ученых-геодезистов, профессоров, докторов наук К. Л. Проворова (1909–1992) и А. Н. Гридчина (1914–1988), внесших значительный вклад в развитие вуза, становление его научно-педагогических школ, подготовку высококвалифицированных кадров.

10 сентября.

75 лет со дня рождения Коротковой Александры Алексеевны, директора музея СГГА, ветерана кафедры социальных и правовых наук, активного участника общественной жизни академии.

11 сентября.

Научный журнал академии «Вестник СГГА» стал участником открытого конкурса по государственной поддержке программ развития и продвижения отечественных научных журналов в международное научно-информационное пространство. Среди основных задач конкурса – обеспечение требований международных стандартов и критериев, вхождение в международные индексы научного цитирования.

17 сентября.

75 лет со дня рождения Лебедева Юрия Владимировича, д. т. н., профессора, заведующего кафедрой «Землеустройство и кадастры» Уральского государственного лесотехнического университета, ведущего научного сотрудника Бо-

танического сада УрО РАН, члена диссертационного совета Д 212.251.04 при СГГА.

29 сентября.

90 лет со дня рождения Визгина Александра Александровича (1924–2010), выпускника НИИГАиК (1947), известного педагога и ученого, д. т. н., профессора, заведующего, а впоследствии профессора кафедры инженерной геодезии (1972–2008) НИИЖТ – СГУПС.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ

1. <i>К. М. Антонович, Н. С. Косарев, Л. А. Липатников.</i> Контроль фазовых измерений ГНСС-приемника с атомными часами .....	3
2. <i>В. Ф. Канушин, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, Е. М. Мазурова, А. М. Косарева, Н. С. Косарев.</i> Сравнение спутниковых моделей проекта GOCE с различными наборами независимых наземных гравиметрических данных .....	21
3. <i>Р. В. Шульц, А. А. Анненков, А. М. Хайлак, В. С. Стрелец.</i> Статистическое исследование перемещений подпорных стенок по результатам геодезических измерений .....	35
4. <i>М. Л. Синянская.</i> Логистический закон развития геодезии как пространственно-временная предопределенность.....	54
5. <i>А. С. Глазунов.</i> Методика совместного определения астрономических координат для электронных теодолитов.....	64
6. <i>А. В. Елагин, И. Е. Дорогова, А. В. Мареев.</i> Исследование взаимосвязи смешанных и чистых аномалий силы тяжести.....	70
7. <i>Е. М. Мазурова, К. М. Антонович, Е. К. Лагутина, Л. А. Липатников.</i> Анализ состояния государственной геодезической сети России с учетом существующих и перспективных требований.....	84

### ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

8. <i>В. Н. Ключниченко, И. В. Шаталов.</i> О многоконтурных земельных участках.....	90
9. <i>А. Э. Труханов, Ф. К. Афонин, А. С. Ильин.</i> Исследование возможности применения космических снимков для определения местоположения границ земельных участков.....	96
10. <i>В. Н. Ключниченко, М. Д. Костенко.</i> Анализ причин приостановлений и отказов в осуществлении государственного кадастрового учета .....	102
11. <i>А. А. Бочарова, В. Б. Жарников.</i> Об оценке государственного управления землепользованием (на примере земель лесного фонда в рамках программы «Развитие лесного хозяйства на 2013–2020 годы») .....	109
12. <i>А. В. Дубровский, Е. А. Ермолаева, Е. Д. Подрядчикова.</i> Геоинформационный анализ распределения величины арендной платы коммерческой недвижимости на территории города Новосибирска .....	122
13. <i>М. В. Метелева.</i> Проектирование геодезического обоснования для ведения государственного кадастра недвижимости на примере г. Кемерово .....	129
14. <i>И. В. Пархоменко.</i> Совершенствование информационного взаимодействия при формировании налогооблагаемой базы муниципального образования.....	137

## ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

15. *М. А. Креймер*. Экономическое и территориальное планирование по законам биогеохимической деятельности и в пределах санитарно-эпидемиологических требований ..... 146
16. *В. А. Юрлова*. Принципы и методы системы эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель ..... 164

## ХРОНИКА

17. *А. А. Короткова*. О музее истории и трудовой славы СГГА..... 173
18. Хроника событий и памятные даты СГГА..... 176

## CONTENTS

### GEODESY AND MINE SURVEY

1. <i>K. M. Antonovich, N. S. Kosarev, L. A. Lipatnikov</i> . Phase measurements control of GNSS receiver with atomic clock .....	3
2. <i>V. F. Kanushin, I. G. Ganagina, D. N. Goldobin, E. M. Mazurova, A. M. Kosareva, N. S. Kosarev</i> . Comparison of the GOCE project satellite models with different sets of independent terrestrial gravimetry data .....	21
3. <i>R. V. Shults, A. A. Annenkov, A. M. Khaylak, V. S. Strilets</i> . Statistical examination of retaining wall displacement by geodetic measurements results .....	35
4. <i>M. L. Sinyanskaya</i> . Logistic law of geodesy development as space-time predetermination.....	54
5. <i>A. S. Glazunov</i> . Technique for joint determination of astronomical coordinates for electronic theodolites.....	64
6. <i>A. V. Elagin, I. E. Dorogova, A. V. Mareev</i> . Research of relationship gravity disturbance and gravity anomaly .....	70
7. <i>E. M. Mazurova, K. M. Antonovich, E. K. Lagutina, L. A. Lipatnikov</i> . Analysis of the Russian national reference network condition considering modern and prospective requirements.....	84

### LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

8. <i>V. N. Klyushnichenko, I. V. Shatalov</i> . Multicontour land units .....	90
9. <i>A. E. Trukhanov, F. K. Afonin, A. S. Ilyin</i> . Satellite images to be applied for land units boundaries determination.....	96
10. <i>V. N. Klyushnichenko, M. D. Kostenko</i> . Analysis of reasons for denial and suspension of state cadastral registration .....	102
11. <i>A. A. Bocharova, V. B. Zharnikov</i> . State land-use control assessment (by example of forest land resources in framework of program «Forest management development 2013–2020»).....	109
12. <i>A. V. Dubrovsky, E. A. Yermolayeva, E. D. Podryadchikova</i> . Commercial property on Novosibirsk territory: geoinformation analysis of rent value distribution .....	122
13. <i>M. V. Meteleva</i> . Planning of geodetic survey for national real estate cadastre by example of Kemerovo.....	129
14. <i>I. V. Parkhomenko</i> . Improvement of information exchange for municipal unit taxable basis formation .....	137

### ECOLOGY

15. <i>M. A. Kreymer</i> . Economic and territorial planning by laws of bio-geochemical activities according to sanitary-and-epidemiologic requirements .....	146
---	-----

16. <i>V. A. Yurlova</i> . Principles and techniques for ecological and economic assessment of agricultural lands .....	164
---	-----

### **CHRONICLE**

17. <i>A. A. Korotkova</i> . About the museum of history and labor glory SSGA .....	173
18. Chronicle of events and memorials SSGA .....	176

## Правила оформления статей

Журнал «Вестник СГГА» публикует статьи, представляющие научный и практический интерес по современным вопросам наук о Земле, а также оптики, экономики, образования и пр.

Оформление статей, направленных в журнал, должно строго соответствовать приведенным правилам.

1. Статья должна быть представлена в редакцию журнала на одной стороне стандартного листа формата А4, а также в электронном варианте (на электронном носителе CD или по электронной почте: vestnik@ssga.ru).

2. Статья должна быть тщательно выверена автором. За достоверность и точность приведенных фактов, цитат, географических названий, собственных имен и прочих сведений несет ответственность автор.

3. Статья должна быть подписана автором (при наличии нескольких авторов – всеми соавторами).

4. К статье прилагается экспертное заключение о возможности опубликования, рецензия.

5. К статье соискателя, аспиранта обязательно прилагается рецензия научного руководителя.

6. Объем статьи (без информации об авторах), включая таблицы, иллюстративный материал и библиографический список, не должен превышать 10 страниц компьютерного текста (для гуманитарных наук – 16 страниц).

7. Порядок оформления статьи:

– УДК;

на русском и английском языках:

– заголовок;

– сведения об авторах: фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, ученое звание, должность, полное название места работы, его почтовый адрес, телефон, адрес электронной почты;

– аннотация статьи;

– ключевые слова.

Далее – основной текст статьи, библиографический список.

8. Текстовый материал должен быть набран на компьютере в формате Word 2003.

9. Кегль (размер) шрифта основного текста статьи – 14 пт, тип – Times New Roman, межстрочный интервал – одинарный.

10. Поля: левое, правое, верхнее и нижнее – по 20 мм, абзацный отступ – 10 мм, выравнивание по ширине.

11. Заголовок статьи набирается прописными буквами (шрифт Arial, кегль – 12).

12. Аннотация и ключевые слова набираются шрифтом Times New Roman, кегль – 12. Аннотация включает характеристику основной темы, проблемы объекта, цели работы и ее результаты. В аннотации указывают, что нового не-

сет в себе данный документ в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению. Средний объем аннотации – не более 500 печатных знаков. Ключевые слова выбираются из текста публикуемого материала.

13. Названия и номера рисунков указываются под рисунками, названия и номера таблиц – над таблицами. Таблицы, схемы, рисунки, формулы, графики не должны выходить за пределы указанных полей.

14. Таблицы и рисунки должны быть помещены в тексте после абзацев, содержащих ссылки на них.

15. Ссылки на литературу помещаются в квадратных скобках. Библиографический список оформляется строго в соответствии с ГОСТ 7.05–2008 «Библиографическая ссылка».

16. Математические и химические формулы, а также знаки, символы и обозначения должны быть набраны на компьютере (сканированные формулы не принимаются). В формулах относительные размеры и взаимное расположение символов и индексов должны соответствовать их значению, а также общему содержанию формулы.

17. Формулы, набранные в редакторе формул Microsoft Equation 3,0, должны иметь кегль – 14, кегль индексов – 10. Буквы латинского алфавита, применяемые для обозначения единиц величин, набирают курсивом, буквы греческого алфавита, а также некоторые обозначения математических величин (cos, sin, tg, lim, const, lg и т. п.) – прямым шрифтом.

18. Научная терминология, обозначения, единицы измерения, символы, применяемые в статье, должны строго соответствовать требованиям государственных стандартов.

19. В авторском оригинале необходимо пронумеровать страницы по порядку.

20. Не допускается применение выделений в тексте статьи (жирного шрифта, курсива и т. п.).

21. Иллюстрации, приведенные в статье, должны быть высокого качества, хорошо читаемы и представлены в одном файле с текстом статьи.

22. Не допускается применение фоновых рисунков и заливки в схемах, таблицах.

23. Словесные надписи и числа на иллюстрациях должны иметь размер шрифта 12 пт.

При несоблюдении указанных правил редакция журнала не принимает статью к изданию.

Плата за публикацию статей с авторов не взимается.

Научное издание

**ВЕСТНИК  
СГГА**  
(СИБИРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ)

Выпуск 3 (27)

Технический редактор редколлегии журнала *И. О. Колганова*  
Тел. (383)361-05-66, e-mail: [vestnik@ssga.ru](mailto:vestnik@ssga.ru)

Редактор *Е. К. Деханова*  
Компьютерная верстка *К. В. Ионко, Н. Ю. Леоновой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.97.  
Подписано в печать 29.09.2014. Формат 70 × 100 1/16.  
Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 15,24. Тираж 1 000 экз.  
Заказ 164. Цена договорная.  
Гигиеническое заключение  
№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГГА  
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГГА  
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 8.