

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 1 (25)

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, директор Института горного дела СО РАН *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. 1 (25). – Новоси-  
бирск: СГГА, 2014. – 187 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 528 (091)

## ТЕОРИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОДЕЗИИ И ФАКТОРЫ ПРЕДОПРЕДЕЛЕННОСТИ

*Мария Леонидовна Синянская*

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

*Георгий Николаевич Тетерин*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, профессор-консультант кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (923)706-45-43, e-mail: teterin-books@yandex.ru

В статье дается расширенное изложение теории развития геодезии с использованием теории предопределенности. Обосновываются три важнейших направления развития предопределенности геодезии, дается их пояснение, сопровождающееся соответствующими примерами. Выделяются важнейшие факторы предопределенности, в том числе антропные, природные, цивилизационные. Отмечена важнейшая роль (в теории и практике) свойства прямоугольности в геодезии.

**Ключевые слова:** теория развития, факторы предопределенности, геодезия.

## RECTANGULARITY AS A GEOMETRIC FACTOR IN DEVELOPMENT OF GEODESY

*Maria L. Sinyanskaya*

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

*Georgy N. Teterin*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., professor-consultant, Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, tel. (923)706-45-43, e-mail: teterin-books@yandex.ru

Extended statement of geodesy development is presented using the theory of predetermination. Three major directions in geodesy development predetermination are substantiated. Each one is explained and illustrated by relevant examples. The most important factors of predetermination are emphasized including anthropic, natural, and civilizational ones. The significant role (in theory and practice) of rectangularity in geodesy is shown.

**Key words:** theory of development, factors of predetermination, geodesy.

В развитии познания вопросы методологии играют важную роль. Общий характер развития знания представляется как формирование методологической базы, разрешение методологических противоречий и обновление существующих основ. Вступление в каждую новую историческую эпоху сопровождается обновлением знания. Методология, с одной стороны, это учение о методе научного познания и преобразования мира, с другой стороны, – учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности. Методология научного познания в современном понимании – это учение о процессах построения, формах и способах научно-познавательной деятельности. Сейчас методология – это, прежде всего, внутренние механизмы науки, логика движения и организация знания, средств познания [1–5]. В плане общих законов развития познания следует отметить большую роль принципа цикличности [25], а в системе знаний исторической эпохи – наличие определенных парадигм, составляющих их методологическую основу.

В геодезии XX в. произошли фундаментальные изменения, связанные с именами выдающихся отечественных ученых и специалистов производства:

– высшая, физическая, теоретическая геодезия: В. Д. Большаков, В. В. Бровар, Ю. Д. Буланже, В. А. Бывшев, А. И. Дурнев, И. Д. Жонголович, П. С. Закаатов, А. А. Изотов, Ф. Н. Красовский, И. И. Краснорылов, В. А. Магницкий, Ю. И. Маркузе, М. М. Машимов, А. А. Михайлов, М. С. Молоденский, Л. П. Пеллинен, К. Л. Проворов, М. И. Юркина, Н. В. Яковлев и др.;

– прикладная (инженерная) геодезия: Г. Ф. Глотов, В. П. Глумов, Е. Б. Ключин, Н. Н. Лебедев, Г. П. Левчук, Д. В. Лисицкий, А. В. Маслов, Ю. К. Неумывакин, А. С. Чеботарев, Х. К. Ямбаев и др.;

– аэрофототопография и фотограмметрия: Н. М. Алексапольский, И. Т. Антипов, Ф. В. Дробышев, М. Д. Коншин, А. Н. Лобанов, Г. В. Романовский, А. С. Скиридов, Ю. С. Тюфлин и др.;

– картография: А. М. Берлянт, Ю. С. Билич, Л. А. Вахрамеева, В. В. Каврайский, А. А. Лютый, Н. С. Подобедов, К. А. Салищев и др.

При этом крупных исследований и печатных работ по системным вопросам и общей теории развития геодезии до 70-80 гг. XX в. не было, за исключением нескольких оригинальных произведений по отдельным вопросам и разделам истории геодезии, среди которых книги Л. С. Хренова, А. В. Постникова, Л. А. Гольденбера, В. С. Кусова, З. К. Новокшановой-Соколовской.

История геодезии и теория ее развития тесно связаны между собой. Именно на исторической основе можно установить механизмы и закономерности развития геодезии. Начиная с 90-х гг. XX в. В этом «ключе» нами были написаны и изданы работы по истории и методологии геодезии, в которых на основе геометрической концепции была сформулирована и развита теория развития геодезии (ТРГ) [11–20].

При исследовании истории геодезии бросается в глаза некая заданность развития, своего рода предопределенность. В последнее время в печати появились теоретические разработки, связанные с понятием предопределенности раз-

вития. В работе [10] введен термин «пространственно-временная предметная предопределенность», который для геодезической науки является не только удобным, но и обладающим глубоким смыслом.

Ниже предлагается расширение теории развития геодезии (ТРГ) за счет теории предопределенности (ТП). Эта теория получила в последние годы развитие в трудах ряда ученых [1, 5] применительно к общефилософским и методологическим проблемам и вопросам.

Для ТРГ термин «пространственно-временная предметная предопределенность» представляется важнейшей характеристикой, важнейшим ключевым словом. Это выражение наиболее глубоко характеризует одно из важных направлений ТРГ (рисунок).



Рис. Общая структура теории развития; условия, факторы, критерии предопределенности

С учетом факторов предопределенности ТРГ получает более полную картину развития геодезии. На рисунке представлена структура ТРГ, включающая в себя как методологическую триаду, так и два источника направления предопределенности. Левый вертикальный блок определяет глобальный фактор предопределенности – пространственно-временную предметную предопределенность.

На этом рисунке в общей структуре ТРГ выделены три направления развития геодезии: общесистемное, характеризующее общее развитие геодезии; методологическое (содержательное); по результатам влияния отдельных факторов предопределенности.

Из трех направлений в структуре ТРГ левое (вертикальное) общесистемное развитие является направлением исторической заданности, предопределенности. В соответствии с этим направлением ТРГ и ТП получена (в рамках логистического закона) функция предопределенности в точности и эффективности геодезических измерений ( $y = 10^{-2i}$ ).

Геометрическая концепция (первое направление) как система взглядов, представлений и геометризаций окружающей среды сохранялась на протяжении всей истории геодезии. В этой системе концептуальных взглядов их объединяет название научных и профессиональных знаний – геометрия. В первом тысячелетии до н. э., после классификации наук и определений геодезии, введенных Аристотелем, система геодезических знаний стала, по существу, определяться как практическая геометрия. В совокупности с теоретической геометрией она характеризовала геодезию. Две парадигмы первых двух исторических эпох развития геодезии определялись соответственно как землемерная и геометрическая. С середины второго тысячелетия третья парадигма получила название *топографо-геодезическая*, геометрическая основа которой сохранялась на протяжении последних лет (до середины XX в.), в том числе и в названии – геометрия и практическая геометрия.

Второе направление – теория развития (методология) определяет содержательную часть, устанавливающую границы и связи с другими науками. В этой группе определен предмет, метод и объект. Эта триада характеризуется специальным языком, основу которого составляют структурные элементы (СЭ): точки, линии, поверхности, а для первых двух исторических этапов еще и прямой угол. Эти 4 составляющие СЭ дают возможность геометризовать окружающее пространство и создавать в нем вторичную среду. Методологическая триада и СЭ являются важнейшими составными частями, позволяющими на предметной основе рассмотреть геодезическую науку в ее исторической динамике.

Третья группа составляющих теории развития – факторы предопределенности развития (механизмы развития): антропные (фигура человека – координатный принцип), природные (принципы влияния (ПВ) – принцип «вертикаль – горизонталь» (ПВГ) и принципы четырех направлений (П4Н)) и, наконец, цивилизационные, связанные со всесторонним влиянием и использованием прямоугольности на формируемую среду обитания цивилизации. В случае цивили-

зационного фактора вполне очевидно проявление феномена прямого угла в развитии геодезии как геометрической системы знаний, обеспечивающей структурное развитие цивилизации. Наиболее точное и очевидное проявление факторов предопределенности наблюдается в геодезии как системе древнейших научных знаний. Это было отмечено в работах [9, 10, 11].

Два «принципа влияния», которые можно отнести как к природным, так и антропным предопределенностям, получены в работах [7, 8, 9, 12, 15, 21, 22, 23]. Первый из них – ПВГ природного происхождения, второй – П4Н – природного и антропного.

Существует некая заданность или предопределенность развития общества. В ней четко выделяются три выше отмеченные группы факторов. В первом факторе (антропном) предопределенности или заданности развития подчеркивается важнейшая геометрическая заданность фигуры человека: его четырехсторонность или шестисторонность. В эту шестисторонность заложена доминанта – прямой угол, перпендикулярность сторон.

Вторая группа факторов (природная) определяется принципами влияния: ПВГ и П4Н. Соединение этих двух ПВ дает координатный принцип П6Н, вытекающий из фигуры человека.

Наконец, третья группа факторов – цивилизационная (техническая). Она предопределяет техническую направленность структурного развития цивилизации и вполне сформировалась практически со второй половины XVIII в., с первой промышленной революции.

Все три направления и условия предопределенности связаны между собой и составляют целостность влияния на развитие геодезии. В этом влиянии особую роль играет прямой угол (ПУ), который представляется своего рода константой развития геодезии. Наиболее показательна роль ПУ в технической (цивилизационной) группе факторов предопределенности, где прямоугольность, по существу, – главная характеристика и особенность цивилизации и создания всей среды обитания. Именно поэтому прямой угол является константой предопределенности геометрической и геодезической науки. Для нее он есть своего рода фактор значимости геодезии в структуре других наук, как в теоретическом, так и в практическом направлении. Роль этого фактора предопределенности в геодезии представлена в таблице.

Прямой угол приобрел свое значение в строительстве и земледелии в четвертом-третьем тысячелетиях до н. э. Именно в это время появился египетский священный треугольник со сторонами 3, 4, 5. Он, как фигура в вещественном исполнении (веревочный вариант), стал главной геометрической и геодезической основой земельного кадастра и планировки городов.

В третьем тысячелетии до н. э. были открыты и стали использоваться константы предопределенности:  $\pi = 3,14$  и  $\varphi = 1,618$ , а также  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$ ,  $\sqrt{5}$ . Вся геодезия древнего мира связана с окружностью, квадратом, треугольником и золотым сечением («деление в крайнем и среднем отношении»). Перечисленные константы использовались в строительстве храмов, пирамид и других сооруже-

ний. С ними связана геометрия и геодезия древнего времени. Следует отметить, что эти постоянные соотносились с «божественной» предопределенностью, и им вполне закономерно стали соответствовать три направления предопределенности, представленные на рисунке.

Таблица

Прямой угол и принципы влияния (ориентации) в геодезии

№ п/п	Название разделов	Содержание
1	Приборы, инструменты	<p>1. Основу конструкции геодезических инструментов составляют оси и плоскости, взаимно перпендикулярные друг другу.</p> <p>2. В каждом инструменте выполняются поверки прямого угла (условия перпендикулярности осей и плоскостей).</p> <p>3. Реализация условия наличия в инструменте устройства, обеспечивающего приведение осей и плоскостей в горизонтальное или вертикальное положение в соответствии с ПВГ (уровень или отвес) – ориентация по вертикали</p>
2	Прямой угол в исполнении технологии геодезических работ	<p>1. До середины второго тысячелетия главной технологией геодезического обеспечения решения различных задач был прямолинейно-прямоугольный ход. Его структурной основой являлись прямой угол и прямая линия.</p> <p>2. На каждой станции геодезического хода выполнялись поверки прямого угла и производилась ориентация по основным линиям пространства (вертикаль, горизонталь и линии реализации П4Н)</p>
3	Прямой угол в геометрических построениях на земле	<p>1. В основе геометрического обеспечения инженерного и храмового строительства использовались прямоугольные фигуры (треугольник, квадрат).</p> <p>2. Выполнялась ориентация построений в пространстве и времени</p>
4	Прямой угол в тригонометрии	<p>Геометрической интерпретацией тригонометрических функций являлся прямоугольный треугольник, построенный в какой-либо четверти окружности единичного радиуса. Эта четверть, как и три другие, являлась результатом деления круга двумя перпендикулярными диаметрами</p>
5	Прямой угол в координатах (координатизация пространства)	<p>1. Основой прямоугольной СК являлся прямой угол.</p> <p>2. При построении прямоугольных СК осуществлялась их ориентация в пространстве и времени</p>

В геодезии предмет науки (специфической системы знаний) представляется в виде формы, размера и пространственного положения (ФРПП), геодезическая метрика или, по-другому, пространственные отношения и формы (класси-



ческая геометрия). Это понятие предмета науки характеризует востребованность знаний о пространстве-времени, в котором протекает деятельность человека. Соответственно этот предмет науки предопределяет значимость, заданность, направленность развития. Отсюда понятно объяснение возникновения системы землемерия как системы организации земельного пространства в целях получения максимального эффекта в соответствующем роде деятельности.

Законы, которые действуют в пределах пространственно-временных рамок, несомненно, влияют на формирование системы показателей, характеризующих геометрическую структуру окружающего мира. Заданность и предопределенность развития геодезии характеризуется предметом геодезии, принципами влияния, прямым углом (прямоугольностью). Все это вполне четко подтверждается логистическим законом развития и вытекающими из него следствиями и выводами [9, 10].

Пространственно-временная предметная предопределенность означает необходимость для человека в структурировании пространства и времени, т. е. его делении и измерении. Для деления пространства необходимы СЭ (точки, линии, поверхности) в их физическом понимании и соответствующие меры измерений (деления) пространства и времени.

В теории развития геодезии разработан логистический закон:

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

где  $y$  – эффективность геодезической деятельности, точность соответствующих измерений и т. д.;

$i$  – номер исторической эпохи:

$i = 1$  – доисторический (землемерный),  $i = 2$  – геометрический,

$i = 3$  – топографо-геодезический,  $i = 4$  – современный (с конца XX в.).

В пределах каждой эпохи точность измерений колеблется в рамках:

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

т. е. меняется от  $10^{-2(i-1)}$  до  $10^{-2i}$ . Вполне естественно интерпретировать  $y$  как *функцию предопределенности* точности и эффективности геодезических измерений.

Применительно к информации ее объемы по мере развития растут в соответствии с рекуррентной формулой [9, 10]:

$$y_i = \alpha_i(y_{i-1})^2, \quad (3)$$

где  $\alpha_i$  – число информационных слоев (на каком-либо носителе), в каждом из которых информация (ее объем) оценивается числом групп информационных показателей (на топографической карте 7 групп, на конец XX в. число групп информационных показателей достигло 20 – цифровые атласы);  $i$  – номер исторической эпохи, начиная с геометрической. При этом  $y_0$  принято равным 10, а  $\alpha_1 = 3$ ,  $\alpha_2 = 7$ ,  $\alpha_3 = 20$ . По расчетам формулы (3) число слоев на конец третьей эпохи = 20, а на конец четвертой – около 4 000.

Границы исторической эпохи можно рассчитать по формуле:

$$T_i = T_{i-1} + \Delta T_i / \alpha, \quad (4)$$

где  $\Delta T_i$  – длительность исторической эпохи;  $T_i$  и  $T_{i-1}$  – границы исторических эпох  $i$ -й и  $(i-1)$ -й,  $\alpha$  – коэффициент сжатия исторического времени ( $\alpha = \Delta T_{i-1} / \Delta T_i$ ). Для геодезии этот коэффициент находится в пределах от 5 до 6 [12, 13, 20]. Коэффициент  $\alpha$  можно интерпретировать как коэффициент предопределенности сжатия исторического времени. С меньшей точностью выполняется расчет применительно к смене исторических эпох нашей цивилизации. Для нее в какой-то мере коэффициент сжатия исторического времени в 2 и более раз меньше, чем приведенные для геодезической науки. Его значение очень приблизительно равно 2. По данным демографических исследований коэффициент сжатия получен приблизительно на этом же уровне [24]. Точность расчетов зависит от принятых временных рамок исторических эпох. Приведенные расчеты относятся к сфере геодезии, к историческому времени ее развития.

Наконец, предопределенность развития характеризуется критерием идентификации в его геодезической интерпретации [12, 13, 20]:

$$K = \frac{d(x_2) - d(x_1)}{\Delta p} \geq 1, \quad (5)$$

где  $K$  – коэффициент идентификации: при  $K > 1$  – объект и явления идентифицируются, при  $K < 1$  – не идентифицируются, при  $K = 1$  – не определяются;  $d(x_1)$ ,  $d(x_2)$  – геодезические события и оценка их эффективности во временном интервале  $(x_1, x_2)$ .

Все пять формул в полной мере отражают предопределенность развития, они дают возможность прогнозирования развития геодезии. Эта форма аналитического оценивания критериев развития геодезической науки вполне согласуется и находится в рамках предметной сущности геодезии и всей структуры ТРГ, представленной на рисунке.

Три составляющие (направления структуры ТРГ) группы факторов общей структуры теории развития геодезии определяют ее полноту и целостность. Таким образом, любое исследование, касающееся развития науки, может, а, возможно, и должно рассматриваться с учетом представленной структуры.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахундов М. Д. Концепции пространства и времени. Истоки, эволюция, перспективы. – М.: Наука, 1982. – 224 с.
2. Креймер М. А. Построение методологии научного познания // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 88–104.
3. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
4. Ларионов Ю. С., Ларионов В. С., Ярославцев Н. А., Приходько С. М. Концептуальные основы целостной естественно-научной картины материального мира // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4(24). – С. 111–125.

5. Мушич-Громыко В. Г. Философия современных технических и технологических нововведений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 105–112.
6. Рейхенбах Г. Философия пространства и времени. – М.: Прогресс, 1985. – 344 с.
7. 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.
8. Синянская М. Л. Сакральная геометрия и геодезия // 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. 58–62.
9. Синянская М. Л. Прямоугольность как геометрический фактор развития геодезии // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 11–15.
10. Сурмин Ю. П. Теория систем и системный анализ. – К.: МАУП, 2003. – 368 с.
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). – 2010. – 403 с.
15. Тетерин Г. Н. Феномен и проблемы геодезии: монография. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 95 с.
16. Тетерин Г. Н. «Геометрическое» и «Геофизическое» в геодезии // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 26–33.
17. Тетерин Г. Н. Язык геодезии // Геодезия и картография. – 2012. – № 1. – С. 53–58.
18. Тетерин Г. Н. Символ устаревшей идеологии // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 47–52.
19. Тетерин Г. Н. О координатизации – термине и определении // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 32–41.
20. Тетерин Г. Н. Принципы, критерии, законы развития геодезии. – Новосибирск: Сибпринт, 2003. – 106 с.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Челищев Н. Ф. Сжатие-растяжение исторического времени [Электронный ресурс] // Полемика, 2010. – Режим доступа: [http://new.chronologia.org/polemics/chelischev\\_compression.php](http://new.chronologia.org/polemics/chelischev_compression.php).
25. Яковец Ю. В. Циклы. Кризисы. Прогнозы. – М.: Наука, 1999. – 106 с.

Получено 26.02.2014

© М. Л. Синянская, Г. Н. Тетерин, 2014

УДК 528.37/.38

## К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ РЕФРАКЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ КОРОТКИМИ ЛУЧАМИ

*Антон Викторович Никонов*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, e-mail: sibte@bk.ru

В статье на основе опытных данных оценивается величина влияния вертикальной рефракции на результаты тригонометрического нивелирования короткими (до 200 м) лучами способом из середины. Вычисляются коэффициенты рефракции и даются рекомендации по выполнению нивелирования наклонным лучом.

**Ключевые слова:** тригонометрическое нивелирование, тахеометр, рефракция, точность.

## ABOUT VERTICAL REFRACTION INFLUENCE ON THE RESULTS OF LEAP-FROG TRIGONOMETRIC LEVELING WITH SHORT LENGTHS OF SIGHT

*Anton V. Nikonov*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10, Plakhotnogo St., Ph. D. student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, e-mail: sibte@bk.ru

The effect of vertical refraction changes on leap-frog trigonometric leveling with short lengths of sight (up to 200 m) is estimated basing on experimental data. The refractive index is calculated. The recommendations for leap-frog trigonometric leveling is given.

**Key words:** trigonometric leveling, total station, refractive index, accuracy.

На территории нашей страны основным методом построения и развития высотной основы является геометрическое нивелирование [1]. Тригонометрическому нивелированию отводится второстепенное место. Например, в соответствии с Руководством [2] и Инструкцией [3] при топографических съемках с сечением рельефа 2 и 5 м в качестве высотной основы разрешается использовать пункты, высоты которых определены техническим или тригонометрическим нивелированием. Там уже указывается допустимое расхождение между прямым и обратным превышениями из двух независимых передач:

$$\text{пред } dh = 4(\text{см}) \frac{S(\text{м})}{100}. \quad (1)$$

При этом в Инструкции [3] применение тригонометрического нивелирования подразумевается при передаче высот в сетях триангуляции или полигонометрии, а в Руководстве [2] кроме этого рассматривается тригонометрическое нивелирование при проложении основных и съемочных высотных ходов с оптимальными длинами сторон 150–1 000 м (в зависимости от метода измерения

расстояния). В обоих случаях точность передачи высоты на расстояние 1 км составляет несколько сантиметров.

Возможность проложения высотных теодолитных ходов для достижения точности технического нивелирования ( $f_{\text{доп}} = 50\sqrt{L}$  мм) обосновывается в Руководстве [4]. В проекте актуализированной редакции СНиП 11-02-1996 для тригонометрического нивелирования указаны допуски: для различий между превышениями двойного хода –  $f_h < 50\sqrt{2L}$  мм; для невязки ходов и замкнутых полигонов –  $f_h < 50\sqrt{L}$  мм. В статье [5] были проанализированы разности прямых и обратных превышений по сторонам ходов тригонометрического нивелирования (всего 2 434 линии). Из анализа следует, что для 75–80 % сторон с длинами 70–150 м разность прямых и обратных превышений находится в допуске ( $50\text{ мм}\sqrt{2L}$ ). Для остальных длин линий (вплоть до 1 000 м) только ~55 % разностей не превышает допуска.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что тригонометрическое нивелирование, даже с внедрением в геодезическое производство современных тахеометров ( $m_z = 2\text{--}5''$  и  $m_s = 2\text{--}5$  мм), применяется при проложении ходов лишь технической точности, несмотря на возможности достижения точности нивелирования III и IV классов. Например, в статье [6] представлены результаты двухстороннего тригонометрического нивелирования. При проложении высотных ходов длиной ~1,5 км со сторонами 200–500 м ошибки не превысили 8 мм. В работе [7] в основном исследуется нивелирование наклонным лучом способом «из середины». Для длин плеч ~200 м ошибки взаимного положения пунктов по высоте, удаленных на расстояние 800 м друг от друга, в большинстве случаев не превысили 1,8 мм. Наши исследования также подтверждают возможность применения тригонометрического нивелирования при проложении ходов III и IV классов точности [8-11]. Однако это потребует совершенствования методики тригонометрического нивелирования, которая в большей мере определяется влиянием вертикальной рефракции.

Заметный вклад в изучение влияния рефракции на результаты тригонометрического нивелирования короткими лучами внесли исследователи из Львовского политехнического университета [12, 13]. Из их исследований следует, что значение коэффициента рефракции в приземном слое атмосферы может колебаться в течение дня в заметных пределах: от +4,28 до –4,40, и большей частью имеет знак «минус».

Задача наших исследований: определить величину влияния рефракции при нивелировании короткими лучами и установить допуски на неравенство плеч на станции и на накопление неравенства по секции при выполнении нивелирования короткими (до 200 м) лучами.

В ходе эксперимента на расстоянии ~200 м друг от друга были установлены два штатива с трегерами и адаптерами фирмы Leica. Превышение между адаптерами было найдено из высокоточного геометрического нивелирования II класса, при этом рейка устанавливалась непосредственно на адаптер (рис. 1).



Рис. 1. Схема постановки нивелирной рейки на адаптер

Разность превышений из прямого и обратного ходов составила 0,2 мм, а среднее значение – 263,30 мм, которое было принято за истинное.

После этого на адаптеры были установлены одинаковые отражатели, превышение между горизонтальными осями которых определялось тахеометром Leica TS-06 ( $m_z = 2''$ ) с пяти разных станций (рис. 2). Измерения выполнялись 12 сентября 2013 г (13:40–15:27) в солнечную погоду при температуре воздуха +18 °С и ветре ~8 м/с в Тюменской области.

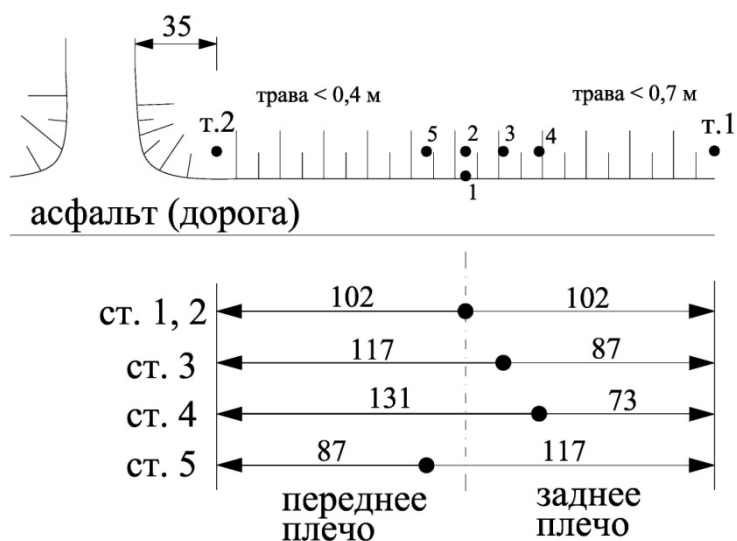


Рис. 2. Схема установки тахеометра при выполнении нивелирования (все расстояния указаны в метрах)

При работе на станциях 1 и 2 неравенство плеч не превышало 1 м, на станциях 3 и 5 составило 30 м, и на станции 4 – 58 м. Превышение  $h$  между двумя целями (т. 1 и т. 2) находилось по известной формуле:

$$h = h_{\text{п}} - h_{\text{з}} = D_{\text{п}} \cos z_{\text{п}} - D_{\text{з}} \cos z_{\text{з}}, \quad (1)$$

где  $h_{\text{п}}$  и  $h_{\text{з}}$  – превышения между осью вращения зрительной трубы и целями;  $D$  – наклонное расстояние;  $z$  – зенитное расстояние; индексы «п», «з» обозначают переднюю и заднюю цели соответственно.

Результаты измерений и оценки точности представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты оценки точности измеренных превышений

№ ст.	$n$ приемов	Неравен. плеч, м	$m_{\text{з}}$ , с	$m_{\text{п}}$ , с	$m_{\text{внутр}}$ , мм	$m_{\text{ист}}$ , мм	$\Delta_h$ , мм	$h_{\text{ср}}$ , мм	$h_{\text{зем}}$ , мм	$\Delta = h_{\text{ист}} - h_{\text{зем}}$ , мм	$\Delta_{\text{доп}} = 3M$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	15	0,7	1,4	2,2	1,4	1,5	5,2	262,97	262,96	0,34	1,3
2	10	0,4	5,9	1,6	2,4	4,6	8,6	266,96	266,96	-3,66	2,3
3	10	30,1	6,2	3,0	1,9	2,1	6,0	262,52	263,00	0,30	1,8
4	10	58,6	4,2	3,3	1,3	6,5	4,6	257,20	258,14	5,16	1,2
5	10	28,7	3,7	2,1	2,2	6,5	7,1	269,06	268,60	-5,30	2,1
Ср.			4,3	2,4	1,8		6,3	263,74	263,93		

В табл. 1 приняты следующие обозначения:

$m_{\text{з}}$  и  $m_{\text{п}}$  – средние квадратические ошибки (СКО) измерения превышений  $h_{\text{з}}$  и  $h_{\text{п}}$  соответственно (в угловой мере);

$m_{\text{внутр}}$  и  $m_{\text{ист}}$  – СКО определения превышения  $h$  между двумя целями. Первая величина найдена по отклонениям от среднего по серии значения превышения (внутренняя сходимость), вторая величина вычислена по отклонениям от значения превышения, принятого за истинное. Все СКО определены по формуле Бесселя;

$\Delta_h$  – интервал, в котором находятся превышения по серии ( $\Delta_h = h_{\text{max}} - h_{\text{min}}$ );

$h_{\text{ср}}$  – значение превышения, вычисленное как среднее по серии из  $n$  приемов;

$h_{\text{зем}}$  – превышение  $h_{\text{ср}}$  с учетом поправки за кривизну Земли;

Из табл. 1 видно, что СКО измерения превышения  $h_{\text{з}}$  практически в два раза больше, чем для  $h_{\text{п}}$ . Это вызвано заметным размытием и колебанием изображения цели т. 1, что, в свою очередь, может быть связано с более высокой растительностью в районе задней цели.

Среднюю квадратическую ошибку измерения зенитных расстояний  $m_z$  по данным проведенного эксперимента можно найти как

$$m_z = \frac{m_3 + m_{\Pi}}{2} = 3,3 \text{ ''}.$$

Так как количество добавочных измерений в серии  $r < 20$ , решим задачу оценки точности и надежности подходящего значения теоретической средней квадратической ошибки  $\sigma$ , используя распределение  $\chi^2$  [14]. Для  $n = 10$  с доверительной вероятностью 0,95 можно утверждать, что стандарт находится в пределах:

$$2,3'' < \sigma < 6,0''.$$

Таким образом, фактическая точность измерения зенитного расстояния даже для коротких длин визирования при заметном влиянии внешних условий может достигать заметных значений, но в конкретном случае не превосходит величины  $3m_z$  (6'').

Для правильной интерпретации разностей из столбца 11 найдем их СКО и перейдем к предельным ошибкам. В расчетах примем превышение, полученное из геометрического нивелирования, безошибочным. Тогда СКО среднего по серии превышения равна

$$M = \frac{m_{\text{внутр}}}{\sqrt{n}}, \quad (2)$$

а величина допустимого интервала

$$\Delta_{\text{доп}} = 3M. \quad (3)$$

Из сравнения полученных разностей  $\Delta$  с их допустимыми значениями  $\Delta_{\text{доп}}$  следует, что для станций 2, 4, 5 истинные ошибки среднего по серии значения превышения превосходят установленный допуск и, вероятно, вызваны систематическим влиянием вертикальной рефракции. На этих станциях  $m_{\text{внутр}}$  и  $m_{\text{ист}}$  не согласуются между собой.

Из табл. 1 можно сделать еще ряд выводов.

1. Превышение  $h$ , измеренное строго из середины на станции 1, практически безошибочно, так как высота визирного луча в этом случае более 1,5 м, а подстилающая поверхность вблизи прибора, установленного на обочине – песок. При установке прибора на откосе (станция 2), нагреваемом солнцем, высота визирного луча меньше, а подстилающей поверхностью выступает трава. Вследствие этого превышение  $h$  содержит систематическую ошибку, а изображение цели т. 1 заметно размыто. Можно предположить, что тахеометр, при установке его на откосе, находится во влиянии перегретых слоев воздуха, которые характерны скорее для высоты  $\sim 1$  м над землей (рис. 3). На рис. 3 пунктиром показана возможная стратификация слоев воздуха с одинаковой температурой, которая убывает с увеличением высоты по нелинейной зависимости.



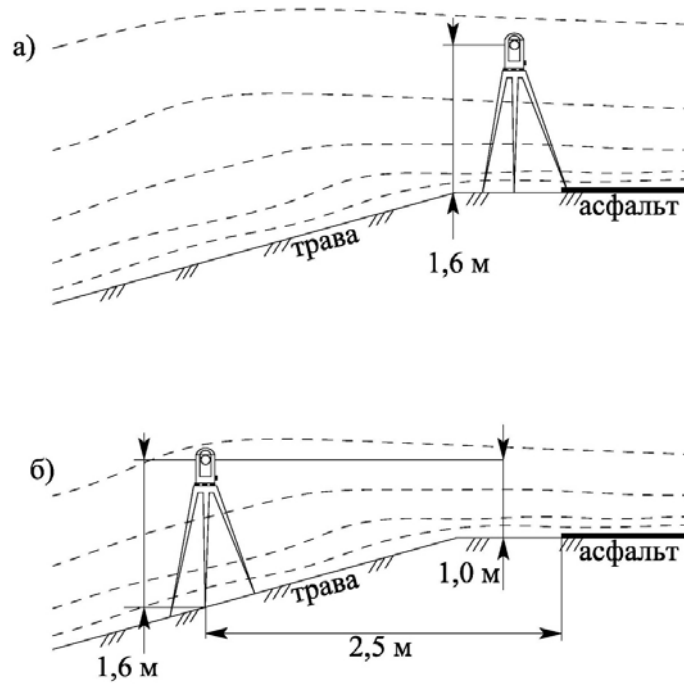


Рис. 3. Схема установки тахеометра:  
 а) на станции 1; б) на станциях 2–5

2. Ошибка  $\Delta$  определения превышения  $h$  между т. 1 и т. 2 при нивелировании из середины, даже для коротких длин плеч ( $\sim 100$  м) в экстремальных условиях может достигать 3,5 мм, а при неравенстве плеч 30 и 60 м – более 5 мм.

3. Ошибки  $m_{\text{внутр}}$  показывают хорошую сходимость выполненных в каждой серии измерений и составляют величины порядка 2 мм. Данные ошибки не превосходят  $2m_h$  (при нивелировании из середины  $2m_h = 2\sqrt{1^2+1^2} = 2,8$  мм). Ошибка  $m_{\text{внутр}}$  определяется величинами ошибок  $m_3$  и  $m_{\text{п}}$ , которые, в свою очередь, зависят от влияния короткопериодической составляющей рефракции. В период неустойчивой стратификации припочвенного слоя атмосферы образуются быстро колеблющиеся турбулентные потоки воздуха с небольшими колебаниями температур, что приводит к непостоянству коэффициента преломления воздуха и, как результат, – к колебанию изображений целей. Как видно из табл. 1,  $m_3 > m_{\text{п}}$ , что связано с низким качеством изображения цели т. 1. Очевидно, для станции 1 ошибка  $m_{\text{внутр}}$  минимальна, а для станций, с которых изображение цели т. 1 наиболее расплывчатое (2 и 5), эти ошибки максимальны.

4. Знак разностей в столбце 11 (табл. 1) определяется величиной рефракционного искажения при взгляде на заднюю и переднюю цели:

$$\text{если } r_3 - r_{\text{п}} > 0, \text{ то } h_{\text{ист}} - h_{\text{зем}} < 0;$$

$$\text{если } r_3 - r_{\text{п}} < 0, \text{ то } h_{\text{ист}} - h_{\text{зем}} > 0,$$

где  $r_3$  и  $r_{\text{п}}$  – рефракционные ошибки при взгляде на заднюю и переднюю цели соответственно (взяты по модулю) [15].

Для станции 2,  $h_{\text{ист}} - h_{\text{зем}} < 0$ , т. е. большему рефракционному искажению подвержены измерения на цель т. 1, что связано с различными микроклиматическими условиями, в которых оптический луч проходит при визировании на заднюю и переднюю цели, и подтверждается расплывчатым и колеблющимся изображением цели т. 1. При нивелировании не из середины большему влиянию рефракции подвергнется более длинная сторона, поэтому для станции 5 разность  $\Delta$  – отрицательная, а для станции 4 – положительная.

5. На станции 3 произошла компенсация рефракционных ошибок. Значит, если при нивелировании способом «через точку» одно из направлений (заднее или переднее) подвержено большему рефракционному искажению, чем другое (что определяется разным качеством изображения целей), уменьшение длины плеча этого направления может привести к исключению регулярной составляющей рефракционной ошибки в превышении  $h$ .

Несимметричные условия прохождения визирного луча при взгляде «назад» и «вперед» также подтверждаются несоответствием абсолютных ошибок, полученных на станциях 3 и 5 – равноудаленных от середины профиля. Для профиля местности с однородными условиями эти ошибки должны быть практически равны по модулю и иметь разный знак, но в нашем случае они различаются по абсолютной величине на 5 мм. Одной из причин столь заметного различия превышений может быть и изменение коэффициента рефракции, который в данных погодных условиях, согласно [16], за 10–30 минут может измениться на 1–1,5.

По данным одновременных взаимных измерений с точек т. 1 и т. 2 были вычислены фактические коэффициенты рефракции. Для установки тахеометра на крайних точках профиля из трегера вынимался адаптер, а после установки прибора в трегер положение подъемных винтов не изменялось, так как прибор располагался достаточно отвесно, в пределах работы компенсатора. Результаты измерений с конечных точек профиля представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты взаимных одновременных измерений (12.09.13)

№ точки	Количество приемов, $n$	$h_{\text{зем}}$ , мм	$\Delta = h_{\text{ист}} - h_{\text{зем}}$ , мм	Время измерений (местное)	$\Delta_h = h_{\text{max}} - h_{\text{min}}$ , мм / "	$m_{\text{внутр}}$ , мм / "
т. 1	19	+201,41	+61,89	15:35 – 15:48	35 / 35	8,0 / 8,0
т. 2	30	-286,97	+23,67	15:56 – 16:13	18 / 18	5,3 / 5,3

При производстве измерений на точке т. 1 наблюдались сильное размытие изображения цели (т. 2) и его дрожание, а наведения на отражатель носили приближенный характер. В связи с этим количество измерений было ограниче-

но 19 приемами, а СКО превысила предельное значение ( $3m_z = 6''$ ). Несмотря на наблюдения низкой точности со станции т. 1, из табл. 2 следует, что прямое и обратное превышения подвержены различному систематическому влиянию вертикальной рефракции, так как  $\Delta_{т.1}$  более чем в 2,5 раза превышает значение величины  $\Delta_{т.2}$ . Разность между истинным значением превышения и результатом двухстороннего нивелирования составляет 19,1 мм.

Из табл. 2 также следует, что траектория оптического луча обращена выпуклостью вниз, так как превышения из одностороннего нивелирования меньше истинного значения. Атмосфера в данном случае считается неустойчивой, и в ее приземном слое наблюдаются заметные флуктуации температуры.

По данным одновременных двусторонних измерений с точек т. 1 и т. 2 нами были вычислены коэффициенты рефракции по формуле [17]:

$$k = 1 - \frac{R}{D} \frac{(z_1 + z_2) - 180^\circ}{\rho}. \quad (4)$$

Также коэффициенты  $k$  были найдены по данным односторонних измерений с привлечением результатов геометрического нивелирования по формуле [17]:

$$k = 1 - \frac{2R}{D^2} (h - D \cos z), \quad (5)$$

где  $R$  – радиус Земли (6 371 км);  $h$  – превышение из геометрического нивелирования.

По найденным коэффициентам рефракции были вычислены температурные градиенты по формуле А. А. Изотова и Л. П. Пеллинен:

$$\kappa = 668,7 \frac{P}{T^2} \left( 0,0342 + \frac{dT}{dh} \right), \quad (6)$$

где  $\kappa$  – точечный коэффициент рефракции;  $P$  – давление воздуха в мм рт. ст.;  $T$  – абсолютная температура в К;  $\frac{dT}{dh}$  – вертикальный градиент температуры в градусах на метр. Кроме того, были вычислены рефракционные ошибки  $\delta z$  в угловой мере. Результаты вычислений представлены в табл. 3.

Таблица 3

Опытные значения коэффициентов рефракции (12.09.13)

	$k$	$dT/dh$ , град/м	$\delta z$ , "
С точки т. 1	-19,0	-3,22	65,7
С точки т. 2	-7,2	-1,24	20,9
По взаимным наблюдениям	-13,1		

Так как измерения с т. 1 выполнялись в крайне неблагоприятных условиях, значение  $k_1 = -19,0$  определено ненадежно. Величина  $k_2 = -7,2$  также не характерна для высоты прибора  $\sim 1,6$  м. С учетом температурных измерений, в работе [18] определены экстремальные значения коэффициентов рефракции в непосредственной близости от земли: от  $-47$  до  $+20$ . На высоте 50 см коэффициенты рефракции могут изменяться в пределах от  $-8$  до  $+16$  в солнечные дни [19] и на высоте нескольких дециметров – от  $-6$  до  $-10$  [15]. Вероятно, вычисленные нами экстремальные значения коэффициентов связаны с особенностью установки прибора на откосе (рис. 3).

Аналогичный опыт в той же местности был проведен 1 октября в других погодных условиях:  $t = 0^\circ\text{C}$ , облачно, небольшой снег. В этом опыте на профиле было установлено три штатива с трегерами (т. 1, т. 2, т. 3), как указано на рис. 4.

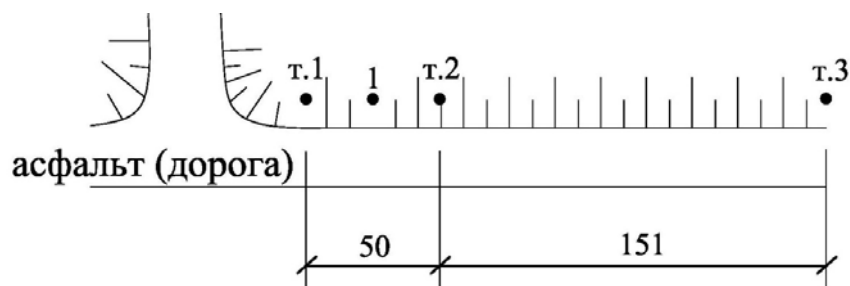


Рис. 4. Схема установки целей и тахеометра

Три штатива с трегерами и адаптерами были установлены в точках: т. 1, т. 2, т. 3, а измерения на станции 1 выполнены с четвертого штатива (без адаптера).

Данные измерений представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты измерений (1.10.13)

С точки	На точку	Приемов, $n$	$h_{зем}$ , мм	$h_{ист}$ , мм	$\Delta = h_{ист} - h_{зем}$ , мм
т. 3	т. 2	25	+218,02	218,36	0,34
	т. 1	25	-117,60	-117,44	0,16
т. 1	т. 3	20	+116,26	+117,44	1,18
	т. 2	20	+336,88	+335,79	-1,09
1	т. 3	10	-64,07	–	
	т. 1	5	-178,75	$h_{т1-т2} =$ $= +335,79$	0,21
	т. 2	5	+156,83		

Из табл. 4 видно, что измерения с точки т. 3 практически безошибочны, в то время как с т. 1 ошибка при визировании на ближнюю цель (т. 2) равна плюс 1,1 мм, а на дальнюю – минус 1,2 мм. Не исключено, что легкий алюминиевый штатив (т. 2) мог изменить свое первоначальное положение, так как объяснить ошибки с разными знаками (+1,1 и –1,2 мм) непостоянством коэффициента рефракции для точек, расположенных на одной линии, не представляется возможным. Данные измерений с крайних точек профиля представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты взаимных одновременных измерений (1.10.13)

№ точки	Количество приемов, $n$	$h_{зем}$ , мм	$\Delta = h_{ист} - h_{зем}$ , мм	Время измерений (местное)	$\Delta_h = h_{max} - h_{min}$ , мм / "	$m_{внутр}$ , мм / "
т. 3	25	-117,60	+0,16	16:20 – 16:48	2,5 / 2,5	0,6 / 0,6
т. 1	20	+116,26	+1,18	17:11 – 17:38	3,0 / 3,0	0,7 / 0,7

Значения коэффициентов рефракции, вычисленные по данным измерений 1 октября, представлены в табл. 6.

Таблица 6

Опытные значения коэффициентов рефракции (1.10.13)

	$k$	$dT/dh$ , град/м	$\delta z$ , "
С точки т. 3	-0,05	-0,046	0,2
С точки т. 1	-0,37	-0,098	1,2
По взаимным наблюдениям	-0,21		

Из табл. 6 видно, что в пасмурный, холодный день значения коэффициентов рефракции не так заметно отличаются от общепринятого значения +0,13, как в солнечную погоду, однако и в этом случае коэффициенты имеют знак минус.

И, наконец, определения коэффициента рефракции выполнялись 7 октября 2013 г. в пасмурную погоду при  $t = +4^\circ$  и скорости ветра до 5 м/с. Для этого на местности, незначительно поросшей растительностью, были установлены два штатива с отражателями на расстоянии 232 м. Превышение между целями было измерено тахеометром десятью приемами, способом из середины и составило  $h = 1\,929,16$  мм. Из наших предыдущих исследований [8–10] следует, что при благоприятных условиях многократно измеренное превышение способом из середины практически можно считать безошибочным, поэтому в дальнейшем значение 1 929,16 мм было принято за истинное. Результаты опыта представлены в табл. 7.

Таблица 7

Результаты взаимных неодновременных измерений (7.10.13)

№ точки	Количество приемов, $n$	$h_{зем}$ , мм	$\Delta = h_{ист} - h_{зем}$ , мм	$\Delta_h = h_{max} - h_{min}$ , мм / "	$m_{внутр}$ , мм / "	$k$ , коэфф. реф.
1	20	-1 928,72	-0,44	5,6 / 5,0	1,5 / 1,3	+0,10
2	20	+1 929,38	-0,22	3,7 / 3,3	1,1 / 1,0	+0,05

Из табл. 7 следует, что отличия значений превышений из односторонних наблюдений от истинного значения находятся в пределах точности измерений, т. е. значения коэффициентов рефракции сопоставимы с ошибками их определения.

В статье [20] отмечается, что сумма прямого и обратного превышений может служить количественной характеристикой, описывающей реальное рефракционное поле в процессе нивелирования. Установлено, что для длин линий 650 м величины, описывающие поле рефракции, лежат в диапазоне от +40 до -110 мм. Значения величин, описывающих поле рефракции для наших опытов, представлены в табл. 8.

Таблица 8

Характеристики реального рефракционного поля

Дата опыта	Погода	$h_{прям} + h_{обр}$ , мм
12.09.13	солнечно, $t = +18$ °С	-85,6
01.10.13	пасмурно, $t = 0$ °С	-1,3
07.10.13	пасмурно, $t = +4$ °С	+0,7

Из табл. 8 видно, что систематическая составляющая рефракционного влияния на результаты двухстороннего тригонометрического нивелирования в пасмурную погоду при температуре воздуха, близкой к нулю, незначительна.

Если допустить, что коэффициент рефракции одинаков при визировании на заднюю и переднюю цели, то рефракционную ошибку на станции в зависимости от неравенства плеч и величины коэффициента рефракции можно подсчитать, используя формулу:

$$r = \frac{0,785 D^2}{\sin^2 z} k, \quad (7)$$

где поправка за рефракцию  $r$  вводится со знаком минус,  $D$  – расстояние до цели в сотнях метров,  $z$  – зенитное расстояние,  $k$  – коэффициент рефракции. Для суммы плеч 200 м результаты вычислений представлены в табл. 9.

Таблица 9

Рефракционные ошибки на станции для суммы плеч 200 м

Неравенство плеч, м	Коэффициент рефракции $k$					
	0,13	0,5	1	2	3	4
2	0,00	0,02	0,03	0,06	0,09	0,13
5	0,01	0,04	0,08	0,16	0,24	0,32
10	0,02	0,08	0,16	0,32	0,47	0,63
15	0,03	0,12	0,24	0,47	0,71	0,95
30	0,06	0,24	0,47	0,95	1,42	1,90
60	0,12	0,47	0,95	1,14	2,85	3,80

Очевидно, чем больше коэффициент рефракции, тем более строгие требования предъявляются к установке тахеометра между измеряемыми точками. В работах [12, 13] даются рекомендации о времени, в которое следует выполнять измерения: в течение всего дня при устойчивом влиянии рефракции, за исключением одного-полтора часов после восхода и до захода солнца, а также исключая часы, когда изображение цели сильно колеблющееся и расплывчатое. Как следует из статьи [16], в пасмурную погоду в указанный промежуток времени коэффициенты рефракции, как правило, не превосходят значения минус 2, а в солнечную погоду – минус 4 (при прохождении визирного луча на высоте ~1,8 м над травяной поверхностью). Если принять за предельную рефракционную ошибку на станции величину 0,5 мм, то, в соответствии с табл. 4, при длинах плеч 100 м следует ограничить их неравенство на станции для нивелирования III класса: в пасмурную погоду – 20 м, в солнечную – 10 м. Для нивелирования IV класса эти допуски возможно принять 30 и 20 м соответственно. Установленные допуски рекомендуются для длин плеч до 300 м.

Однако, равенство коэффициентов рефракции при визировании на заднюю и переднюю цели весьма условно. Поэтому желательно выбирать место установки прибора таким образом, чтобы условия прохождения визирного луча «назад» и «вперед» были однородны. Для этого следует:

- избегать разной подстилающей поверхности при взгляде «назад» и «вперед», особенно вблизи прибора;
- исключатьхождение визирного луча ниже 1,0 м над подстилающей поверхностью и устанавливать цель не ниже 1,5 м над землей.

Указанные выше допуски на неравенство плеч целесообразно применять, когда необходимо точно определить превышение между смежными точками, например, при определении высот пунктов строительной сетки. На участке высотного хода между исходным репером и определяемой точкой из-за условий местности тахеометр может быть установлен с большим значением неравенства плеч. Тогда необходимо произвести компенсацию разницы на последующих станциях с аналогичными длинами плеч до определяемой точки и, по возмож-

ности, в течение часа, пока не произошло значительное изменение коэффициента рефракции [11, 16]. Очевидно, как и в геометрическом нивелировании, требуется ограничить накопление неравенства плеч по секции. Если принять за допустимое накопление неравенства плеч по секции величину удвоенного допуска на станции, то для III класса накопление не должно превышать 30 м, для IV класса – 50 м.

Опираясь на работы [8–11] и результаты проведенных исследований можно сделать несколько основных выводов.

1. Значение коэффициента рефракции в приземном трехметровом слое воздуха может значительно отличаться от общепринятого +0,13, и в течение большей части дня имеет знак «минус». Это налагает определенные ограничения на неравенство плеч на станции, которые не должны превышать следующих пределов: для нивелирования III (IV) класса: в пасмурную погоду – 20 (30) м, в солнечную – 10 (20) м.

2. Смещение прибора от середины в сторону цели, изображение которой больше размыто и колеблется, может привести к компенсации систематической составляющей рефракции. В конкретном случае (для суммы длин плеч 200 м) компенсация произошла при смещении прибора от середины на 15 м. При сильно искаженном изображении целесообразно отказаться от измерений или заметно уменьшить длину плеч.

3. Принимая следующие меры по снижению воздействия внешних условий на результаты тригонометрического нивелирования, можно добиться его соответствия по точности геометрическому нивелированию III и IV классов:

- выполнение измерений, исключая периоды, близкие к восходу и заходу солнца (в пределах 1,5 – 2 часов), и в периоды сильно колеблющихся изображений;

- высота визирного луча над подстилающей поверхностью должна быть не менее 1,0 м, а высота цели – не менее 1,5 м;

- сохранение неравенства плеч в указанных пределах.

Тригонометрическое нивелирование с применением электронных тахеометров в настоящее время успешно заменяет геометрическое нивелирование не только при проложении высотных ходов, но и при наблюдениях за осадками и деформациями зданий и сооружений и при выверке технологического оборудования [21–27].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. Федеральная служба геодезии и картографии России. – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 2004. – 244 с.

2. Руководство по топографической съемке в масштабах 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 и 1 : 500. Высотные сети. – М.: Недра, 1976. – 208 с.

3. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 и 1 : 500. – М.: Недра, 1982. – 160 с.

4. Редьков В. С. Руководство по техническому нивелированию и высотным теодолитным ходам. – М.: Недра, 1974. – 72 с.



5. Лышко М. В., Русак В. М., Чадович Д. В. Анализ точности ходов тригонометрического нивелирования при создании съемочного обоснования // Инженерные изыскания. – 2010. – № 3. – С. 60–63.
6. Rüeger J. M., Brunner F. K. Practical results of EDM-Height traversing // The Australian Surveyor. – 1981. – Vol. 30, No. 6. – 363–373.
7. Hibbert R. J. Practical EDM height traversing to geodetic levelling accuracies as used in a geophysical monitoring scheme // Survey Review. – 1992. – Vol. 31. – 434–453.
8. Никонов А. В., Рахымбердина М. Е. Исследование точности измерения превышений электронным тахеометром высокой точности в полевых условиях // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 16–26.
9. Никонов А. В. Исследование точности тригонометрического нивелирования способом из середины с применением электронных тахеометров // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 26–35.
10. Никонов А. В. Исследование точности тригонометрического нивелирования способом из середины при визировании над разными подстилающими поверхностями // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 28–33.
11. Никонов А. В., Бабасов С. А. Исследование тригонометрического нивелирования в полевых условиях // 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. 71–78.
12. Дрок М. К. К вопросу о поправке в превышения за совместное влияние кривизны Земли и вертикальной рефракции при геодезическом нивелировании на малые расстояния // Научные записки ЛПИ. – 1962. – № 7. – С. 3–30.
13. Дрок М. К. Исследование точности определения превышений в ходах геодезического нивелирования на короткие расстояния в равнинной местности // Научные записки ЛПИ. – 1961. – № 6. – С. 183–199.
14. Бурмистров Г. А. К вопросу об оценке точности при ограниченном числе измерений // Труды МИИГАиК. – 1961. – Вып. 44. – С. 51–58.
15. Kharaghani G. A. Propagation of refraction errors in trigonometric height traversing and geodetic levelling. Technical report № 132. University of New Brunswick. Canada. 1987.
16. Hirt C., Guillaume S., Wisbar A., Bürki B. and Sternberg H. Monitoring of the refraction coefficient of the lower atmosphere using a controlled set-up of simultaneous reciprocal vertical angle measurements // Journal of Geophysical Research (JGR). – 2010. – 115, D21102.
17. Иордан В., Эггерт О., Кнейсель М. Руководство по высшей геодезии. Прецизионное и тригонометрическое нивелирование. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 263 с.
18. Brocks K. Meteorologische Hilfsmittel für die geodätische Höhenmessung. Zeitschrift für Vermessungswesen, – 1950. – (3), 71 – 76; (4), 110 – 116, 145 – 152.
19. Hübner E. Einfluss der terrestrischen Refraktion auf den Laserstrahl in bodennahen Luftschichten. Vermessungstechnik. – 1977. – 25(10), 349 – 353.
20. Bahnert G. Refraktioneinflüsse auf trigonometrische Nivellements. «Vermessungstechnik», 1981, 29, №3, 79–82 (нем.) (реф 7.52.188 1981).
21. Кошелев В. А., Карлин К. С., Чахлова А. П. Особенности развития геодезической разбивочной основы в условиях горной местности // 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. 87–92.
22. Никонов А. В. Опыт применения тригонометрического нивелирования с использованием электронных тахеометров для наблюдений за осадками сооружений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинфор-

матика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 78–86.

23. Никонов А. В. Особенности применения современных геодезических приборов при наблюдении за осадками и деформациями зданий и сооружений объектов энергетики // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 12–18.

24. Могильный С. Г., Шоломицкий А. А., Фролов И. С. Геодезический мониторинг и выверка металлургического оборудования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 132–143.

25. Колмогоров В. Г. К вопросу о возможности изучения деформационного состояния земной поверхности по результатам повторного высокоточного нивелирования // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 9–14.

26. Рябова Н. М., Чешева И. Н., Лифашина Г. В. Исследование величины изменения угла  $i$  цифрового в зависимости от изменения температуры // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 19–24.

27. Кошелев А. В., Карпик А. П., Середович В. А. Фемтосекундный лазерный дальномер с распространением излучения в вакуумированной трубе // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 3–8.

Получено 20.01.2014

© А. В. Никонов, 2014

УДК 621.311

## СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА ВЫНОСА ГЛАВНЫХ ОСЕЙ ТУРБОАГРЕГАТОВ

*Валерий Геннадьевич Сальников*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. 8913-932-62-20, e-mail: salnikov\_valera@mail.ru

Турбоагрегат является установкой, предназначенной для производства электроэнергии. Топливом является природный газ. В последнее время в России начали широко применяться газотурбинные установки. Отличительной особенностью этого оборудования является одновальная компоновка, где газовая и паровая турбины, а также общий генератор расположены на одном валу. Такое расположение оборудования требует обеспечения монтажа отдельных частей с ошибкой 0,05–0,10 мм, поэтому для монтажа основных узлов парогазовой установки (ПГУ) необходимы современные высокоточные геодезические приборы.

В данной статье представлена и внедрена в производство методика выноса главных осей ПГУ при строительстве Няганской ГРЭС, а также рассмотрена методика создания планово-высотного обоснования (ПВО) внутри цеха.

**Ключевые слова:** турбоагрегат, электронный тахеометр, точность, отражающая пластина.

## MODERN TECHNIQUES FOR STAKING OUT OF TURBOUNIT PRINCIPAL AXES

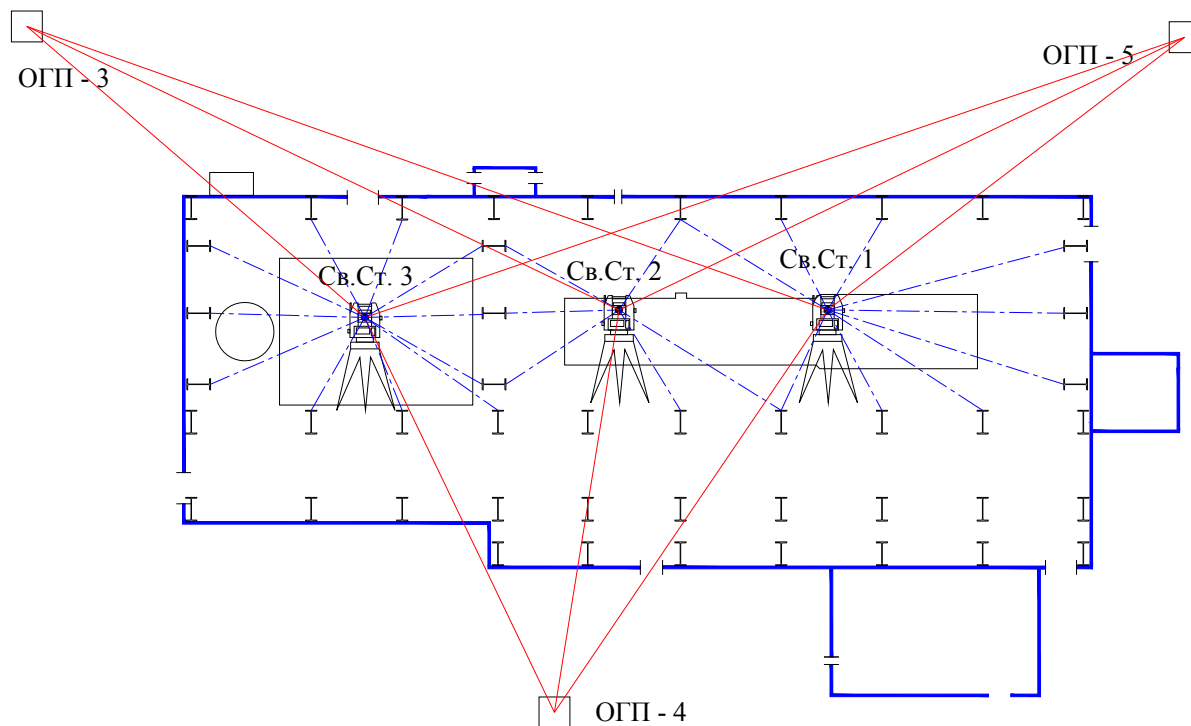
*Valery G. Salnikov*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Post-graduate student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, tel. 8913-932-62-20, e-mail: salnikov\_valera@mail.ru

Turbounit is a system used for power generation with natural gas as a fuel. Gas-turbine installations have been lately often used in Russia. The distinctive feature of this installation is a one-shaft layout with gas- and steam turbines as well as a generator being on the same shaft. With such arrangement each part is to be mounted with an error of 0.05 – 0.10 mm, max. Thus, to install basic units of a steam-gas plant, state-of-the art high-precision geodetic instruments are needed. The article presents the techniques for staking out turbounit principal axes. They were used in process of Nyagan hydroelectric power plant construction. The techniques for conducting horizontal and vertical control on-site (on the plant premises) are also considered.

**Key words:** turbounit, total station, accuracy, reflection plate.

Строящаяся турбина находится между двумя осями турбинного отделения [2] (рис. 1). Колонны каркаса расположены параллельно главной продольной оси. Для создания планово-высотной сети внутри турбинного отделения, а также всего главного корпуса можно воспользоваться пленочными отражателями (ОП). Наиболее удобно и целесообразно размещать ОП на каждой колонне каркаса здания и определять их координаты после окончательного монтажа ферм, балок и связей, но до монтажа ограждающих конструкций.



Условные обозначения

- |  |   |          |  |
|--|---|----------|--|
|  | Линия визирования для установки свободной станции |          | Опорные геодезические пункты                   |
|  | Линия визирования для координирования ОП          | ОГП - 3  |  |
|  |   | Св.Ст. 1 | Установка тахеометра методом свободной станции |

Рис. 1. Схема разбивки ПВО внутри ПГУ

Порядок геодезических работ по созданию цеховой геодезической сети следующий. Тахеометр устанавливается внутри каркаса здания так, чтобы из станции было видно не менее 3-х пунктов внешней разбивочной сети. После этого координаты и ориентировка станции определяются путем обратной линейно-угловой засечки (см. рис. 1). Далее производится координирование ОП, закрепленных на колоннах, которые имеют с визирным лучом угол  $\alpha < 30-40^\circ$ . В этом случае имеется возможность выполнить линейные измерения с ошибкой не хуже 1,5–2,0 мм.

Затем тахеометр устанавливается в других частях цеха с таким расчетом, чтобы можно было получить координаты ОП на оставшихся колоннах. При этом координаты места стояния тахеометра и ориентировка определяются из обратной засечки от ОП на торцевых колоннах, угол падения луча лазера на которые при работе в цехе практически должен быть всегда меньше  $40^\circ$ , а также и от ОП с уже известными координатами на остальных колоннах. После определения координат всех ОП производят контрольные измерения [4].

Вынос главных осей осуществляется с помощью тахеометра на заранее установленные металлические пластины размером 50×50 мм [5]. Для этого чаще всего используют тонкие металлические пластины, позволяющие керном намечать характерные точки пересечения главных осей. Эти пластины закрепляют дюбелями по четырем углам. Важным фактором при выносе точек является правильность определения их проектных координат. Для этого используется программный продукт AutoCAD. В программном продукте AutoCAD по проектным расстояниям от пересечения главных осей здания строится разбивочный чертеж. После этого выбираются характерные точки пересечения главных осей и с помощью тахеометра выносятся в натуру (рис. 2).

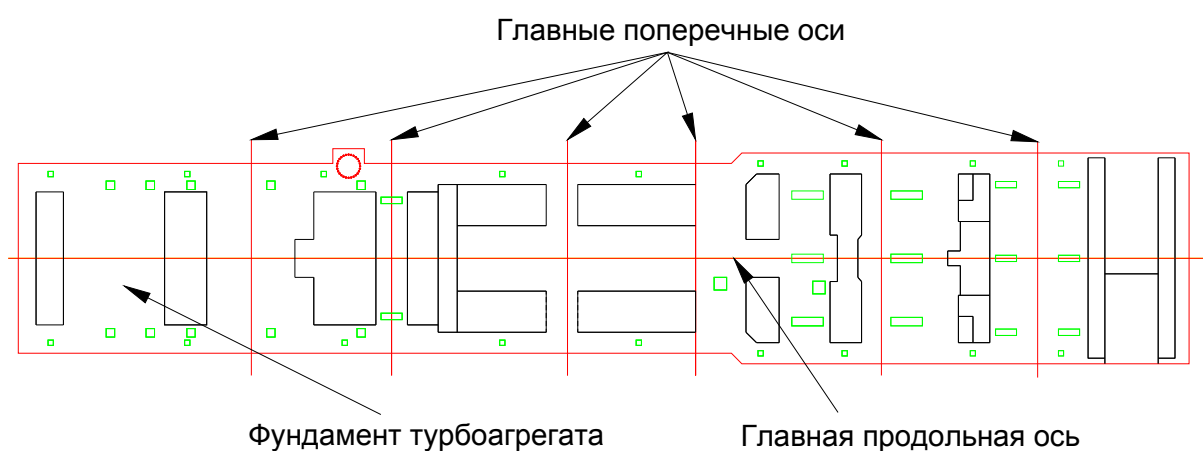
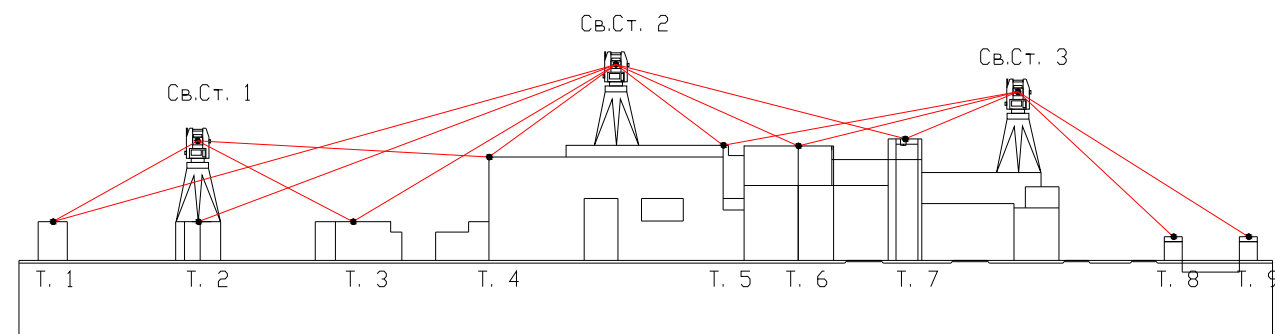


Рис. 2. Главные оси фундамента турбоагрегата

Перед выносом выбранных характерных точек тахеометр ставится в начало турбинного отделения на фундаментную плиту [1]. Для определения пространственных координат станции используется метод свободной станции. Затем с этой станции производится вынос главных осей на металлические пластины. В качестве визирной цели можно использовать мини-призму, установленную на минимальной высоте 100 мм, или отражающую пластину, которая предварительно наклеивается на металлический брусок. Для повышения надежности и точности выноса поверхность бруска тщательно шлифуется с целью обеспечения плотного прилегания ОП к его поверхности. При наведении зрительной трубы тахеометра, визирный луч наводится на самый низ перекрестия ОП вместо прилегания ОП к металлической пластине. После этого производится кернение полученной точки. Аналогичным образом происходит вынос следующей характерной точки (рис. 3).

Так как с одной станции невозможно произвести вынос всех осей, то тахеометр переносят на середину (Св.Ст.2) фундаментной плиты, после чего порядок действий повторяется. Для контроля проверяются вновь уже вынесенные

оси; разность между накерненными точками не должна превышать в плановом положении  $\pm 2$  мм.



Св.Ст. 1 – стояние прибора методом свободной станции

Т. 1 – характерная точка

— линия визирования

Рис. 3. Схема выноса характерных точек методом свободной станции

Кроме планового положения необходимо определять и высотное положение выносимых точек [3]. Передача высотного горизонта на верхнее строение фундамента турбоагрегата выполняется тремя способами: геометрическим и тригонометрическим нивелированием, координатным способом.

1. Применение геометрического нивелирования. Фундамент верхнего строения турбоагрегата имеет сложную геометрическую форму, и верх его находится на разной высоте; по форме напоминает ступеньки. На каждой из них расположены по две осадочные марки по обе стороны от главной продольной оси. Для передачи отметки на вертикальных стенах фундамента верхнего строения дополнительно устанавливают осадочные реперы на высоте +1.000 м. Они выполняют две важные функции: от них ведутся строительно-монтажные работы и с их помощью передается высотный горизонт на осадочные марки, расположенные на нижней ступени фундамента.

Передача отметки производится с помощью высокоточного цифрового нивелира Trimble Dini 12 [9] с комплектом инварных штрих-кодовых реек. Для этого от осадочной марки 1а, расположенной на нулевой строительной отметке, прокладывается замкнутый нивелирный ход (рис. 4).

Первоначально ход поднимается вверх по маркам 15 – 10а – 11а – 12а, а потом опускается вниз по маркам 12 – 11 – 10 и 15 с замыканием на марке 15. Этими действиями передается отметка на высоту +5.000 м. Невязка в ходе не должна превышать допустимой величины, равной  $f_{\text{доп}} = \pm 0,33 \sqrt{n} = \pm 0,80$  мм, где  $n = 7$ .

Для повышения точности [10] и надежности нивелирование выполняется и в обратном направлении.

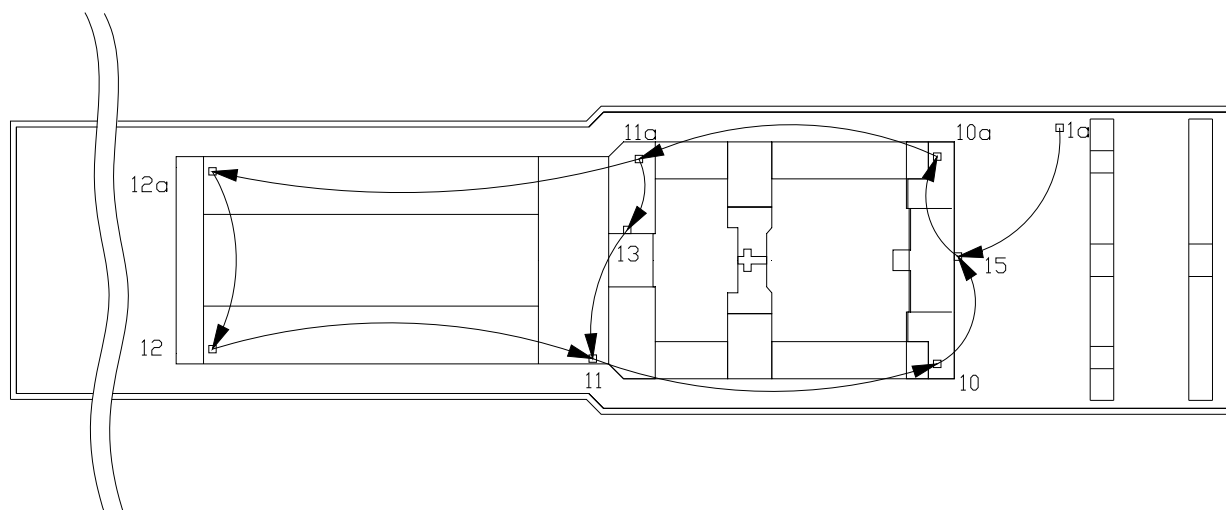


Рис. 4. Схема передачи высотного горизонта на верхнее строение турбоагрегата

2. Применение тригонометрического нивелирования [7]. Форма фундамента турбоагрегата не всегда позволяет выполнить передачу отметки геометрическим нивелированием. В таких случаях для поднятия строительного горизонта используется тригонометрическое нивелирование высокоточным тахеометром. С его помощью прокладывают ход, опирающийся на осадочные марки нижнего строения и новые марки верхнего строения. При выполнении измерений тахеометр устанавливают на верхнем строении таким образом, чтобы была видимость между нижними и верхними марками. В качестве визирной цели используется мини-призма высотой 100 мм [9]. Если тахеометр находится наверху фундамента, то призму можно повернуть отражающими гранями вверх. Превышение измеряется как разность полученных высот между марками. Далее, как и в способе геометрического нивелирования, прокладывается ход с измерением превышения между всеми осадочными марками. После этого производится уравнивание и вычисление высот каждой осадочной марки.

3. Применение координатного способа. При реализации данного способа тахеометр устанавливается в удобном месте и методом свободной станции определяются его координаты. Решение обратной-угловой засечки производится от трех-четырех ОП. СКО определения положения свободной станции в плановом и высотном положении не должна быть больше 1 мм. После определения координат свободной станции зрительная труба тахеометра наводится поочередно на осадочные марки верхнего строения, этим самым определяются их высоты.

СКО определения измерения на станции вычисляется по формуле [8]:

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

где  $m_\alpha$  – СКО измерения вертикального угла (2");

$m_D$  – СКО измерения расстояния (2 мм);

$\alpha$  – угол наклона;

$D$  – расстояние до цели в мм;

$\rho = 206265''$ .

Если принять  $\alpha = 40^\circ$ ,  $D = 30$  м, то  $m_h = 1,23$  мм. При выполнении засечки от трех пунктов получим  $m_h = 1,23/\sqrt{3} = 1,10$  мм, что позволяет произвести монтаж всех составляющих турбоагрегата с необходимой точностью.

Разность положения осадочных марок, определенных тремя указанными способами, не превышает  $\pm 1,5$  мм.

Далее, после выноса в натуру главных осей и поднятия строительного горизонта, приступают к монтажу составных конструкций турбоагрегата. На данном этапе необходимо осуществлять постоянный геодезический контроль [11–13] при выверке отдельных строительных конструкций в плано-высотном положении.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. – М.: Госстрой СССР, 1987. – 90 с.

2. Сальников В. Г. Технология геодезических работ при строительстве фундамента турбоагрегата мощностью 420 МВт // 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. 18–23.

3. Рябова Н. М., Сальников В. Г. Методика исследования влияния рефракции на цифровой нивелир // 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. 12–17.

4. Сальников В. Г. Технологическая схема разбивки круговых рельсов // 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. 108–113.

5. Сальников В. Г. Геодезические работы при возведении градирен большой высоты // 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. 72–77.

6. Исследование влияния вибрации на точность измерений цифровыми нивелирами и электронными тахеометрами / А. Бешр Ашраф, Н. М. Рябова, В. Г. Сальников, А. Н. Теплых, М. Р. Рахымбердина // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 3. – С. 123–126.

7. Никонов А. В. Опыт применения тригонометрического нивелирования с использованием электронных тахеометров для наблюдения за осадками сооружений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 78–87.

8. Никонов А. В. К вопросу о точности обратной линейно-угловой засечки на малых расстояниях // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 93–101.



9. Соболева Е. Л., Рябова Н. М., Сальников В. Г. Исследование влияния рефракции на результаты нивелирования цифровыми нивелирами // 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. 32–36.

10. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Технологическая схема геодезического обеспечения реконструкции гидрогенератора // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 46–52.

11. Хорошилова Ж. А., Хорошилов В. С. Деформационный мониторинг инженерных объектов как составная часть геодезического мониторинга // 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. 77–81.

12. Хасенов К. Б., Гольцев А. Г., Салпышев О. Д. Выверка строительных конструкций с использованием лазерных приборов // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3(19). – С. 14–17.

13. Хасенов К. Б., Гольцев А. Г., Салпышев О. Д. Монтаж аппаратов вертикального типа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 14–17.

Получено 24.12.2013

© В. Г. Сальников, 2014

УДК 528.91:622

## **СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Андрей Александрович Басаргин*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: abaspirant@mail.ru

Задача усовершенствования методов интерпретации и полноты использования геологоразведочных данных как основы для подсчета запасов является весьма актуальной. Получение информации о состоянии горного массива и маркшейдерской ситуации является одной из основных задач. Данную информацию можно получить с помощью цифровой модели месторождения, которая в полном объеме отражает пространственные закономерности распределения широкого комплекса параметров минерализации для месторождений твердых полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** геостатистические методы, ГГИС Micromine, трехмерное компьютерное моделирование, блочное моделирование, крайгинг.

## **DEVELOPMENT OF NATURAL RESOURCES DEPOSITS DIGITAL MODELS WITH THE APPLICATION OF UP-TO-DATA TECHNOLOGIES**

*Andrey A. Basargin*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., senior lecturer, Department of Applied Informatics and Information Systems, tel. (383)343-18-53, e-mail: abaspirant@mail.ru

The task of interpretation methods and effective geological exploration data application as the basis of the mineral reserves calculation is very urgent. The information concerning the mountain massif state and mining surveying situation is one of the main tasks nowadays. This information can be obtained with the help of a deposit digital model that reflects spatial regularities of a broad range of mineralization parameters distribution for hard mineral formation reserves.

**Key words:** geostatistical methods, GGIS Micromine, 3d computer modelling, block modelling, Kriging.

В современном мире становится все больше предприятий, которые занимаются вопросами изысканий и геологической разведки, активно внедряют компьютерное моделирование [1–10], используя специальные программные средства и информационные системы.

Так одним из наиболее распространенных программных комплексов является Micromine. На основе данной программы можно решать большой комплекс геологоразведочных задач, возникающих при проектировании горнорудных предприятий. Наиболее распространенными задачами являются статистический анализ геологической информации, автоматизация процессов обработки и интерпретации данных геологической разведки, а также использование их для мо-

делирования месторождений в целях выполнения всевозможных расчетов и оценок [11–14].

Главным отличием моделей, создаваемых при помощи геологической геоинформационной системы (ГГИС) Micromine, является возможность их дальнейшего использования и уточнения по результатам отработки месторождения. При этом общий размер модели ограничен только аппаратными возможностями компьютера.

Компьютерное моделирование месторождений при помощи ГГИС Micromine позволяет использовать статистические и геостатистические методы. Цифровые модели, полученные на основе этих методов, наиболее точно и в полном объеме отражают пространственные закономерности распределения широкого комплекса параметров минерализации для месторождений твердых полезных ископаемых. Количественная оценка минерального сырья на основе компьютерных моделей определяет большую точность в сравнении с традиционными методами, поскольку позволяет учитывать произвольное количество показателей, которые влияют на подсчет запасов.

Адаптация трехмерного компьютерного моделирования и технологий подсчета запасов для месторождений полезных ископаемых разного типа к современным условиям недропользования позволяет усовершенствовать методику создания геологических моделей, повысить точность, надежность и правдивость оценки запасов месторождений. Эти обстоятельства являются весьма актуальными в современных экономических условиях.

Трехмерные модели месторождений создаются разными методами и зависят от структуры месторождения и вида полезных ископаемых. В большинстве систем реализован способ пространственного моделирования по данным опробования разведочных буровых скважин с возможностью уточнения параметров размещения рудных тел и залежей по результатам геофизических исследований (сейсмических, гравиметрических, магнитных, электромагнитных и т. п.) [12–15].

Так процесс моделирования на основе ГГИС Micromine состоит из следующих этапов, представленных на рис. 1.

Последовательность формирования цифровых моделей месторождений полезных ископаемых различных видов имеет существенные отличия на этапе интерпретации данных разведки. Во всех остальных аспектах методика моделирования практически идентична и может лишь незначительно меняться.

Аналогично для месторождений, которые уже находятся в эксплуатации, моделирование может несколько отличаться от вышеприведенного. Для них, как правило, уже создан и ведется набор горно-графической документации (планы, разрезы, карты) касательно контуров распространения пород в месторождении, уточненных по результатам эксплуатационной разведки, опробований и фактической отработки.

Для месторождений рудных полезных ископаемых при уточнении контуров простираения рудных тел и оценки запасов используется блочное моделирование с интерполяцией содержания компонентов [12, 13].



Рис. 1. Этапы создания цифровой модели месторождения

В системе присутствует инструментарий для выполнения такого анализа. Он включает построение и моделирование вариограмм. Последовательность действий при их создании и расчете классическая. Первоначально выполняется построение всенаправленной вариограммы. На ее основе выполняется построение розы направленных вариограмм, из которой, в свою очередь, определяется направление максимальной непрерывности. Строится роза вертикальных вариограмм в плоскости максимальной непрерывности и определяется угол ее падения. Далее определяются углы и азимуты падения основных осей пространственной анизотропии минерализации [11, 16, 18].

По данным вариограмм для каждого направления по заданной модели (линейная, экспоненциальная, логарифмическая или сферическая) формируются

соответствующие модели интерполяции значений содержания (учет эффекта самородком, пороговые значения и интервалы влияния для каждой структуры).

Завершающим этапом для создания моделей месторождений руд является блочное моделирование. Этот процесс заключается в создании пустых блочных моделей, ограниченных каркасами; интерполяции значений содержания компонентов на базе установленного закона распределения и уточнении контуров пород по заданным кондициям [12, 14].

При моделировании распределения компонентов учитывается большое число факторов: характер изменчивости геологических характеристик, структура и морфология месторождения, густота и равномерность разведочной сети. В связи с этим используются различные методы пространственной интерполяции: полигональный, обратных расстояний в степени IDW, крайгинга (обычный, индикативный, полииндикативный) [11, 12]. После формирования блочной структуры выполняют корректировку каркасных моделей путем исключения областей с некондиционными породами [11, 15].

С помощью ГГИС Micromine в настоящее время выполнено моделирование месторождений в подмосковном угольном бассейне (Мосбассе). Исходными данными для моделирования служат табличные данные по выработкам, их съемке и опробованию. Эти данные импортируются в программу и, с использованием встроенных алгоритмов проверки, проверяются на различные несоответствия. Цифровая модель месторождения представлена на рис. 2.

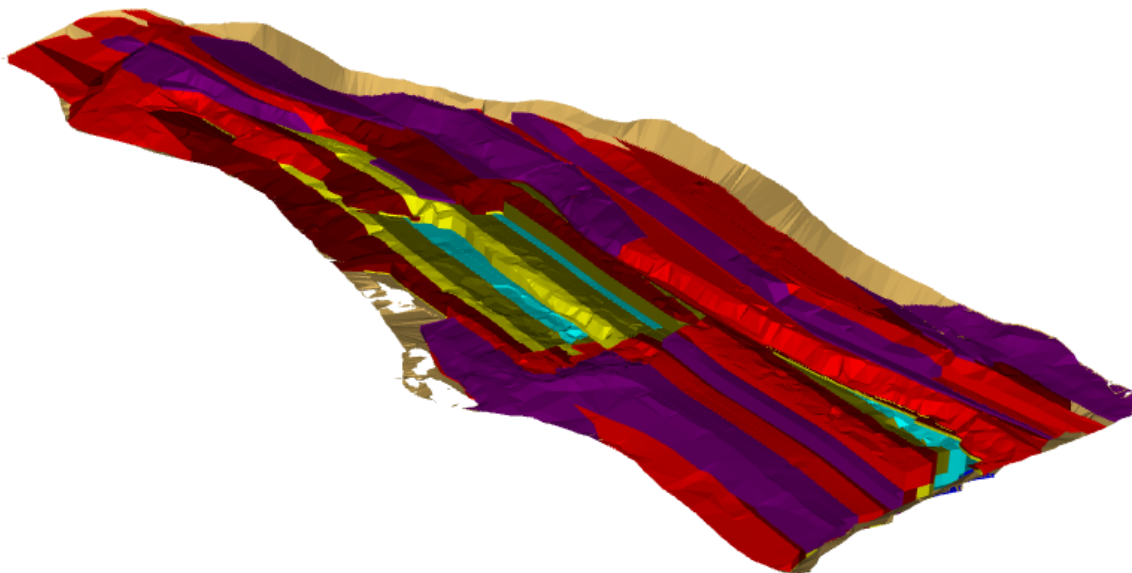


Рис. 2. Цифровая модель месторождения

Месторождения этого типа имеют, как правило, линзообразное строение. Площадь залежей сравнительно невелика – несколько десятков квадратных километров. Глубина залегания мала (до десятков метров). Разведка таких залежей производится по сетке различной формы со сторонами 200–300 м, иногда

со сгущением на отдельных участках до 50–75 м. Результаты разведки сводятся в каталог разведки.

В процессе проведения разведочных работ по каждой скважине определяют мощности вскрытых пород, отметки почвы и кровли угольного пласта, по отдельным скважинам дебиты водоносных горизонтов.

При проектировании вскрытия и нарезки шахтного поля, а также при эксплуатации определяющую роль в условиях Мосбасса играют условия залегания и структура угольных пластов. Особенно важную роль играют величина и характер изменения мощности угольного пласта, характер залегания почвы и кровли угольного пласта, изменение зольности в пределах шахтного поля и др. Перечисленные факторы являются наиболее изменчивыми для данного района и определяют выбор направления основных выработок, системы разработки и возможность отработки отдельных участков [12, 15, 16].

Как показывает опыт, ГГИС Micromine является современной системой, которая может применяться для решения полного спектра задач при моделировании месторождений полезных ископаемых различного вида. Математический аппарат системы постоянно совершенствуется, пополняется новыми процедурами и функциями пространственного моделирования систем.

Применение технологий цифрового моделирования месторождений позволяет сделать процесс управления горными работами максимально прозрачным и понятным на всех уровнях [15, 17, 18].

Сформированная цифровая трехмерная модель месторождения может быть использована для подсчета запасов полезных ископаемых или участков месторождения, геолого-экономической оценки, задач календарного планирования и определения экономически целесообразных контуров отработки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Золотарев И. И. Роль ресурсного потенциала в инновационном развитии экономики России // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 3, ч. 1. – С. 45–48.
2. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Технология изучения изменений во времени деформаций блоков зменой коры при освоении месторождений Кузбасса // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 3–9.
3. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Новый этап развития геодезии – переход к изучению деформаций блоков земной коры в районах освоения угольных месторождений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 3–9.
4. Жарников В. Б., Щукина В. Н. Обеспечение условий устойчивого землепользования в проектах разработки месторождений на территориях традиционного природопользования // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 72–78.
5. Вдовин С. А. Совершенствование инструментов моделирования в программах рационального природопользования // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 3, ч. 1. – С. 7–14.
6. Лапин П. С. Новейшие движения и индекс успешности поисково-разведочного бурения в верхнеюрском НГК (Каймысовская нефтегазоносная область) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование.

Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 91–95.

7. Запивалов Н. П. Минерально-сырьевые ресурсы сибирских регионов и современные темпы их освоения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 123–128.

8. Мартъянов А. С., Власов А. А. Программный инструментарий анализа данных электротомографии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 151–155.

9. Корсаков М. А., Антонов Е. Ю., Кожевников Н. О. Программно-алгоритмическая система для моделирования и совместной интерпретации данных импульсных индукционных зондирований с учетом внезапной поляризации // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 182–186.

10. Капутин Ю. Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика. – СПб.: Недра, 2002. – 424 с.

11. Малютин Ю. А., Мордовин П. Н. Пример использования современных информационных компьютерных технологий на Раменском горно-обогатительном комбинате (Московская область) // IV конгресс обогатителей стран СНГ. – Т. 2. – С. 152–153.

12. Давид М. Геостатистические методы при оценке запасов руд / пер. с англ. – Л.: Недра, 1980. – 360 с.

13. Groshong R. H., Jr. 3D structural geology: a practical guide to surface and subsurface map interpretation / Groshong R. H., Jr. – Berlin: SpringerVerlag. – 1999. – 324 p.

14. Лесонен М. В., Сень М. С. Использование блочной модели для технико-экономической оценки месторождений ТПИ (на примере открытого способа отработки) // Экономика. – 2010. – Июнь. – С. 85–86.

15. Об использовании компьютерного моделирования при подсчете запасов / Т. О. Бабина, С. Н. Жидков, П. И. Кушнарев, Н. С. Маркова // Недропользование – XXI век. – 2007. – № 6. – С. 30–33.

16. Кошелев В. А., Карлин К. С., Чахлова А. П. Особенности развития разбивочной основы в условиях горной местности // 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. 87–92.

17. Применение наземного лазерного сканирования для съемки разрезов и подсчета запасов руды / В. А. Середович, А. В. Середович, А. В. Иванов, А. К. Карпов // 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. 135–140.

18. Бударова В. А. Опыт создания карт 3D сейсморазведки с использованием геоинформационных технологий // 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. 187–191.

Получено 26.02.2014

© А. А. Басаргин, 2014

УДК 519.2:528.1

## АСИММЕТРИЯ И ЭКСЦЕСС В СТАТИСТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

*Наталья Борисовна Лесных*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, тел. (383)343-29-21

Предлагается использовать нормальный закон распределения для приближенного доверительного оценивания асимметрии и эксцесса законов, близких по свойствам случайных ошибок измерений к нормальному закону. Представлены результаты эксперимента.

**Ключевые слова:** закон распределения, асимметрия, эксцесс, статистический анализ.

## ASYMMETRY AND EXCESS IN STATISTIC ANALYSIS OF DISTRIBUTION LAW

*Natalia B. Lesnykh*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc Prof, tel. (383)343-29-21

Normal law of distribution is offered to be used for approximate confidence estimation of asymmetry and excess of laws similar to the normal law in properties of random measurement errors. The experiment results are presented.

**Key words:** distribution law, asymmetry, excess, statistic analysis.

Статистические исследования случайных величин, каковыми, в частности, являются ошибки геодезических измерений, до настоящего времени являются актуальными как в научном, так и в практическом отношении [1–14]. В настоящей статье рассмотрим возможности нормального законораспределения при решении ряда задач указанного типа.

Числовые характеристики случайной величины, как известно [1], представляют определенные свойства кривых распределения. Асимметрия

$$\bar{S} = \bar{\mu}_3 / \bar{\sigma}^3 \quad (1)$$

характеризует наклон кривой влево или вправо.

Эксцесс

$$\bar{E} = \bar{\mu}_4 / \bar{\sigma}^4 - 3 \quad (2)$$

определяет крутость кривой распределения.

По результатам наблюдений оценка центрального момента  $k$ -го порядка вычисляется по формуле:



$$\bar{\mu}_k = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^k / n, \quad (3)$$

оценка среднего квадратического отклонения:

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n-1)}; \quad (4)$$

$$\bar{M}_x = \bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n \quad (5)$$

– оценка математического ожидания (среднее арифметическое).

При статистическом анализе закона распределения возникает неопределенность относительно допусков для возможных расхождений оценок асимметрии и эксцесса с теоретическими значениями этих числовых характеристик.

Вследствие того, что законы распределения оценок  $\bar{S}$  и  $\bar{E}$  неизвестны, «по ним не представляется возможным сколько-нибудь просто построить доверительные интервалы для теоретических  $S$  и  $E$ , но степень их точности может быть приближенно оценена по их средним квадратическим отклонениям:

$$\bar{\sigma}_{\bar{S}} = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}}; \quad \bar{\sigma}_{\bar{E}} = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n-1)^2(n+3)(n+5)}} \gg [1]. \quad (6)$$

Другой подход имеет место при исследовании соответствия нормальному закону распределения случайных ошибок геодезических измерений.

Согласно центральной предельной теореме, закон распределения суммы одинаково распределенных, независимых слагаемых с увеличением их числа приближается к нормальному. Случайные слагаемые формул (1)–(3) независимы при условии, что среднее арифметическое случайных ошибок измерений, в соответствии с их свойством, несущественно отличается от нуля.

Так как с увеличением числа наблюдений распределение оценок  $\bar{S}$  и  $\bar{E}$  стремится к нормальному, «при проверке гипотезы о нормальности ошибок измерений асимметрию  $\bar{S}$  и эксцесс  $\bar{E}$  следует признать несущественными, если

$$|\bar{S}| < t \cdot \bar{\sigma}_{\bar{S}}; \quad |\bar{E}| < t \cdot \bar{\sigma}_{\bar{E}}, \quad (7)$$

$t$  – аргумент функции Лапласа  $\Phi(t)$ » [2]. Предлагается по правилу «трех сигм» принимать  $t = 3$ .

Формулы (7) по сути соответствуют доверительным интервалам:

$$P(\bar{S} - t \cdot \bar{\sigma}_{\bar{S}} < S < \bar{S} + t \cdot \bar{\sigma}_{\bar{S}}) = \beta; \quad (8)$$

$$P(\bar{E} - t \cdot \bar{\sigma}_{\bar{E}} < E < \bar{E} + t \cdot \bar{\sigma}_{\bar{E}}) = \beta, \quad (9)$$

при  $S = 0$  и  $E = 0$  для нормального закона распределения, где  $\beta = \Phi(t)$  – доверительная вероятность (для  $t = 3$   $\Phi(t) = 0,997$ ) [3].

Двухпараметрические законы – логистический, Лапласа, максимальных и минимальных значений по свойствам случайных ошибок измерений близки к нормальному распределению (табл. 1) [4, 5].

Таблица 1

Свойства случайных ошибок

Закон	$P( \Delta  < \sigma)$	$P( \Delta  < 2\sigma)$	$P( \Delta  < 3\sigma)$	$P(\Delta > 0)$	$P(\sigma <  \Delta  < 2\sigma)$
Нормальн.	0,683	0,954	0,997	0,5	0,271
Логистич.	0,720	0,948	0,991	0,5	0,228
Лапласа	0,757	0,941	0,986	0,5	0,184
max	0,724	0,957	0,988	0,430	0,233
min	0,724	0,957	0,988	0,570	0,233

Именно эксцесс, а для законов экстремальных значений – и асимметрия определяют основное их различие (табл. 2).

Таблица 2

Числовые характеристики

Закон	Нормальн.	Логистич.	Лапласа	max	min
$S$	0	0	0	1,14	-1,14
$E$	0	1,2	3	2,4	2,4

Приведенные в табл. 1 вероятности  $P$  попадания случайных ошибок измерений  $\Delta$  в заданные интервалы для разных распределений, в основном, совпадают с точностью одной-двух значащих цифр. Поэтому представляется допустимым, как и в случае нормального распределения, в соответствии с центральной предельной теоремой использовать формулы (8) и (9) в отношении всех выше перечисленных законов для приближенного доверительного оценивания асимметрии и эксцесса.

«При той сравнительно малой точности, которая требуется от вероятностных расчетов», замена одних законов распределения другими «тоже может быть сделана крайне приближенно» [8].

Вычислив границы доверительного интервала, проверяем, попадают ли теоретические значения асимметрии и эксцесса в заданный этими границами интервал. Эффективность такой методики при идентификации закона распределения проиллюстрируем экспериментально.

Выборки псевдослучайных чисел (ошибок измерений), объемом  $n = 60$  и  $n = 36$  смоделированы по законам:

1) нормальному, 2) логистическому, 3) Лапласа, 4) максимальных значений, 5) минимальных значений [7].

Выполнен их статистический анализ с вычислением асимметрии и эксцесса, критерия Пирсона  $\chi^2$  проверкой свойств случайных ошибок измерений с использованием критериев равенства вероятностей и равенства средних [3, 5]. В табл. 3 приведены результаты доверительной оценки асимметрии и эксцесса, на основе которых сделаны предварительные выводы о законе распределения исследуемой совокупности.

Таблица 3

Идентификация закона распределения ( $n = 60$ )

$\bar{S}$	$\bar{S} - 3\sigma_{\bar{S}}$	$\bar{S} + 3\sigma_{\bar{S}}$	$S$	$\bar{E}$	$\bar{E} - 3\sigma_{\bar{E}}$	$\bar{E} + 3\sigma_{\bar{E}}$	$E$	Закон
1. Нормальное распределение								
-0,020	-0,931	0,891	0	-0,685	-2,419	1,048	0	1
2. Логистическое распределение								
-0,082	-0,993	0,829	0	0,227	-1,507	1,961	1, 2	2, (1)
3. Распределение Лапласа								
0,787	-0,124	1,698	0	2,969	1,235	4,703	3	3
4. Распределение максимальных значений								
1,043	0,132	1,954	1,14	0,881	-0,853	2,615	2,4	4
5. Распределение минимальных значений								
-0,978	-1,889	-0,067	-1,14	0,978	-0,756	2,712	2,4	5

Выводы по данным табл. 3.

1. Доверительное оценивание асимметрии и эксцесса подтверждает для каждой выборки заданного закона распределение по этому закону.

2. Неопределенность выбора между нормальным и логистическим законами не разрешается другими методами анализа. При логистическом распределении выборки свойства случайных ошибок измерений выполняются и для нормального, и для логистического законов. Значение вероятности критерия Пирсона  $\chi^2$ :  $P(\chi^2 > \chi^2_{0,9}) = 0,286$  и  $P(\chi^2 > \chi^2_{0,9}) = 0,234$ , соответственно, (примерно равны).

Результаты, представленные в табл. 4, также подтверждают гипотезу о заданном распределении каждой выборки.

С уменьшением объема выборки понижается точность определения оценок асимметрии и эксцесса, возрастает количество возможных законов для каждого варианта распределения. Если проанализировать результаты расчетов для различных значений аргумента  $t(3; 2,5; 2)$ , часть из этих законов можно отклонить.

Таблица 4

Идентификация закона распределения ( $n = 36$ )

$\bar{S}$	$\bar{S} - 3\bar{\sigma}_{\bar{S}}$	$\bar{S} + 3\bar{\sigma}_{\bar{S}}$	$S$	$\bar{E}$	$\bar{E} - 3\bar{\sigma}_{\bar{E}}$	$\bar{E} + 3\bar{\sigma}_{\bar{E}}$	$E$	Закон
1. Нормальное распределение								
-0,028	-1,172	1,116	0	-1,113	-3,223	0,997	0	1
2. Логистическое распределение								
-0,092	-1,236	1,052	0	-0,042	-2,152	2,068	1,2	2, (1)
3. Распределение Лапласа								
0,620	-0,524	1,764	0	2,024	-0,086	4,134	3	3, (1, 2, 4)
4. Распределение максимальных значений								
0,919	-0,225	2,063	1,14	0,351	-1,759	2,461	2,4	4, (1, 2)
5. Распределение минимальных значений								
-0,956	-2,100	0,188	-1,14	0,874	-1,236	2,984	2,4	5, (1, 2)

Например, доверительные интервалы асимметрии и эксцесса выборки минимальных значений позволяют при  $t = 3$  предполагать сразу три закона – нормальный, логистический и минимальных значений. При  $t = 2,5$  границы доверительных интервалов:

$$\bar{S} - 2,5\bar{\sigma}_{\bar{S}} = -1,910 \quad \text{и} \quad \bar{S} + 2,5\bar{\sigma}_{\bar{S}} = -0,002;$$

$$\bar{E} - 2,5\bar{\sigma}_{\bar{E}} = -0,885 \quad \text{и} \quad \bar{E} + 2,5\bar{\sigma}_{\bar{E}} = 2,633.$$

В эти интервалы попадают соответствующие числовые характеристики закона минимальных значений. Гипотезу о нормальном и логистическом законах, для которых  $S = 0$ , следует отвергнуть.

Для выборки с распределением Лапласа при  $t = 3$  проходят четыре закона: Лапласа, нормальный, логистический и максимальных значений. При  $t = 2,5$  границы интервалов

$$\bar{S} - 2,5\bar{\sigma}_{\bar{S}} = -0,334 \quad \text{и} \quad \bar{S} + 2,5\bar{\sigma}_{\bar{S}} = 1,574;$$

$$\bar{E} - 2,5\bar{\sigma}_{\bar{E}} = 0,265 \quad \text{и} \quad \bar{E} + 2,5\bar{\sigma}_{\bar{E}} = 3,783$$

позволяют исключить нормальный закон с  $E = 0$ . Нормальный закон отвергается и по критерию Пирсона  $\chi^2$ . Вероятность  $P(\chi^2 > \chi_{0,9}^2) = 0,0096$  достаточно мала.

Для логистического закона  $P(\chi^2 > \chi_{0,9}^2) = 0,028$ , для закона максимальных значений  $P(\chi^2 > \chi_{0,9}^2) = 0,158$ . Как и числовые характеристики, критерий Пир-

сона  $\chi^2$  существенных отклонений эмпирических распределений от соответствующих теоретических не обнаруживает.

Гипотезу о законах – логистическом и максимальных значений – можно отклонить на основании другого критерия – равенства вероятностей: не выполняется третье свойство случайных ошибок измерений.

Для закона Лапласа  $P(\chi^2 > \chi_3^2) = 0,133$ .

В программной системе [7] рассматривается 26 законов, в том числе достаточно далеких от нормального, асимметрия и эксцесс не вычисляются, а выбор наиболее подходящего распределения осуществляется с использованием «компромиссного» критерия.

При любом объеме совокупности необходимость выбора одного из нескольких законов может быть обусловлена:

1) задачей расширить границы допустимых значений случайных ошибок измерений или их функций, например, невязок, обоснованно сохранить единичные результаты, несколько превышающие  $3\sigma$ . Для логистического закона распределения, который по нашим данным обычно сопутствует нормальному, доверительная вероятность  $\beta = 0,997$  соответствует интервалу  $\pm 3,6\sigma$ ,  $|\Delta|_{\text{пред.}} = 3,6 \cdot \sigma$ ;

2) требованием отбраковки грубых ошибок измерений. Для законов экстремальных значений присутствие случайных ошибок в интервале  $3,6 \cdot \sigma < |\Delta| < 4 \cdot \sigma$  закономерно, но эти ошибки превышают допуски нормального и логистического законов распределения [10].

В других случаях наличие законов, имеющих место наряду с нормальным, не имеет значения. Они не повлияют на статистические свойства результатов уравнивания по методу наименьших квадратов [11–14].

Приближенное доверительное оценивание асимметрии и эксцесса позволило в нашем эксперименте правильно установить заданные законы распределения и, в целом, всегда соответствовало результатам проверки гипотезы о законе распределения по критерию Пирсона  $\chi^2$ .

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов Н. В., Белугин Д. А. Теория вероятностей и математическая статистика в приложении к геодезии. – М.: Недра, 1969. – 382 с.
2. Машимов М. М. Методы математической обработки астрономо-геодезических измерений. – М.: Изд. ВИА, 1990. – 510 с.
3. Лесных Н. Б. Некоторые аспекты алгоритма статистического анализа геодезических данных // 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. 16–19.
4. Лесных Н. Б., Лесных А. И., Мизина Г. И. Сравнительная характеристика законов распределения геодезических данных // Вестник СГГА. – 2000. – Вып. 5. – С. 49–54.
5. Лесных Н. Б. Объекты статистического анализа в геодезии: монография. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 128 с.
6. Лесных Н. Б., Лесных Г. И. О законе распределения линейной функции случайного аргумента // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 27–31.

7. Дударев В. И. Оценка относительной ошибки матрицы изохронных производных // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 7–16.
8. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: АСАДЕМА, 2005. – 576 с.
9. Лемешко Б. Ю. Статистический анализ одномерных наблюдений случайных величин. – Новосибирск: НГТУ, 1995. – 125 с.
10. Лесных Н. Б., Лесных Г. И. Законы распределения экстремальных значений // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 30–34.
11. Лесных Н. Б., Лесных Г. И. Иллюстрация к теореме Гаусса – Маркова // 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. 116–120.
12. Падве В. А., Мурзинцев П. П. Нормальные случайные погрешности измерений в геодезических сетях и их МНК-оценки // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (23). – С. 10–16.
13. Черемушкин А. В. Исследование погрешностей интерполяции высот по картам мелкого масштаба при взыскании топографической редукции // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 92–94.
14. Асмус В. В., Бучнев А. А., Пяткин В. П. Кластеризация данных в программном комплексе Planeta Monitoring // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 195–201.

Получено 17.02.2014

© Н. Б. Лесных, 2014

УДК 528.91:71

## **ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ СИГНАЛА**

*Анатолий Геннадьевич Неволин*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: agentagn@mail.ru

*Татьяна Михайловна Медведская*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: mtm2112@yandex.ru

В статье рассматриваются возможности статистической обработки и применения результатов наземного лазерного сканирования при изыскании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений.

**Ключевые слова:** лазерное сканирование, интенсивность отражений, гистограмма распределений, классификация лазерных отражений.

## **TERRESTRIAL LASER SCANING RESULTS PROCESSING TAKING INTO ACCOUNT ECHO SIGNAL COEFFICIENT**

*Anatoly G. Nevolin*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc Prof, Department of Engineering Geodesy and Mine Survey, tel. (383)343-29-55, e-mail: agentagn@mail.ru

*Tatiana M. Medvedskaya*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Senior lecturer, Department of Engineering Geodesy and Mine Survey, tel. (383)343-29-55, e-mail: mtm2112@yandex.ru

Statistical treatment and terrestrial laser scanning results application for surveying, construction and maintenance of engineering structures are considered.

**Key words:** laser scanning, echo signal intensity, distribution histogram of laser reflections.

Использование материалов наземного лазерного сканирования (НЛС) предоставляет целый ряд дополнительных данных для изыскания, проектирования и строительства инженерных сооружений [1]. К таким данным следует отнести весьма детальные точечные модели объектов и рельефа местности, которые имеют различные интенсивности отражений лазерного импульса. Поэтому для автоматизации обработки результатов НЛС возникает необходимость классификации точек по коэффициентам отраженного сигнала.

Целью данной статьи является исследование вопроса классификации пространственных данных по интенсивности отраженных импульсов для совер-

шенствования обработки результатов НЛС в системах автоматизированного проектирования.

Интенсивность отраженного импульса представляет значение энергии сигнала, вернувшегося в приемник лазерного сканера. Эта величина зависит от дальности излучения, отражательной способности объекта, состояния атмосферы и других факторов [2].

Изображения в форме интенсивности отраженного импульса позволяют выявить различные объекты местности, а также их свойства, состояние и взаимное положение [3]. Важной задачей при этом является классификация пространственного массива данных, т. е. разделения точек по классам в соответствии с заданными критериями.

Для построения топографических планов по результатам трехмерного сканирования можно выделить несколько классов, например, точки, принадлежащие земной поверхности, растительности, зданиям и инженерным сооружениям и др. На изображениях по интенсивности лазерных отражений достаточно четко выделяются не только площадные объекты, но и объекты линейного типа [4].

Как известно, по точкам отражения от земной поверхности строится цифровая модель местности с высокой точностью и полнотой [5]. Трехмерные цифровые модели могут быть также созданы по точкам, выделенным по интенсивности лазерных отражений от различных объектов местности, инженерных сооружений и технологического оборудования [6].

В этом случае требуется провести классификацию пространственных данных, получаемых в результате НЛС.

Классификация лазерных точек предполагает установление принадлежности каждой точки или группы тому или иному объекту местности: инженерному сооружению, поверхности рельефа, растительности и т. д.

Наличие такой информации позволяет автоматизировать дальнейший процесс обработки результатов лазерного сканирования и выделять целый ряд объектов местности из всей совокупности точечной модели.

Результаты сканирования отображаются разными способами кодирования точек, а именно – с учетом расстояния, высоты, угла отражения, освещенности и других факторов. В современных технологиях обработки имеется возможность применить к пространственным данным параметры стиля классификации, а также другие параметры стилей, позволяющие создать реалистичный вид трехмерного массива точек.

С помощью стилей отображения устанавливаются различные режимы просмотра трехмерных массивов точек, а также варианты фильтрации пространственных данных [8]. Такие данные могут быть представлены в соответствии с тем или иным кодом, который был им присвоен в процессе классификации.

В результате точки будут отображаться в соответствии с присвоенной им цветовой кодировкой, установленной при классификации. Это особенно важно, когда необходимо выделить разные элементы местности, захваченные во время



сканирования, а также особо следует выявить и отобразить состояние поверхности инженерного сооружения, например, с учетом влажности, температуры поверхности и других факторов.

Стиль точек можно скорректировать, чтобы отфильтровать нежелательные элементы из общего массива. На основе отфильтрованных данных лазерного сканирования появляется возможность автоматизировать дальнейшие процессы обработки, а также 3D-моделирования, например, создания трехмерной (твердотельной) модели инженерного объекта.

Для графического представления и статистического анализа результатов лазерных отражений целесообразно использовать гистограмму распределений, поскольку имеет место огромный массив пространственных данных, насчитывающих сотни тысяч точек.

В данном случае гистограмма определяет распределение количества данных (лазерных точек) в зависимости от значений коэффициентов отраженного сигнала. Частота распределения получаемых результатов выражается столбиковыми диаграммами, распределенными по интервалам или классам для заданной совокупности коэффициентов отражений.

Среднее значение такого коэффициента можно подсчитать по следующей формуле [7]:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N DK_i, \quad (1)$$

где  $N$  – общее количество лазерных точек;  $D$  – вес коэффициента  $K$  лазерного отражения, зависящего от расстояния, отражающей поверхности и др.

Дисперсию результатов гистограммы следует вычислить по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (DK_i - \mu)^2. \quad (2)$$

Тогда стандартное отклонение (Std. Dev.) вычисляется по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (DK_i - \mu)^2}. \quad (3)$$

Если гистограмма лазерных отражений имеет два и более пика, то следует считать, что имеется несколько физических поверхностей или объектов с подобными отражающими свойствами.

Количество столбцов (Bars) гистограммы регулируется ее растяжением или сжатием, как интерактивно, так и аналитически путем ввода численных значений.

Для определения и анализа коэффициентов интенсивности лазерных отражений требуются экспериментальные исследования на основе материалов лазерного сканирования реальных объектов местности.

Для примера рассмотрим небольшую совокупность лазерных точек (Count =12), представленных на рис. 1 для произвольной поверхности.

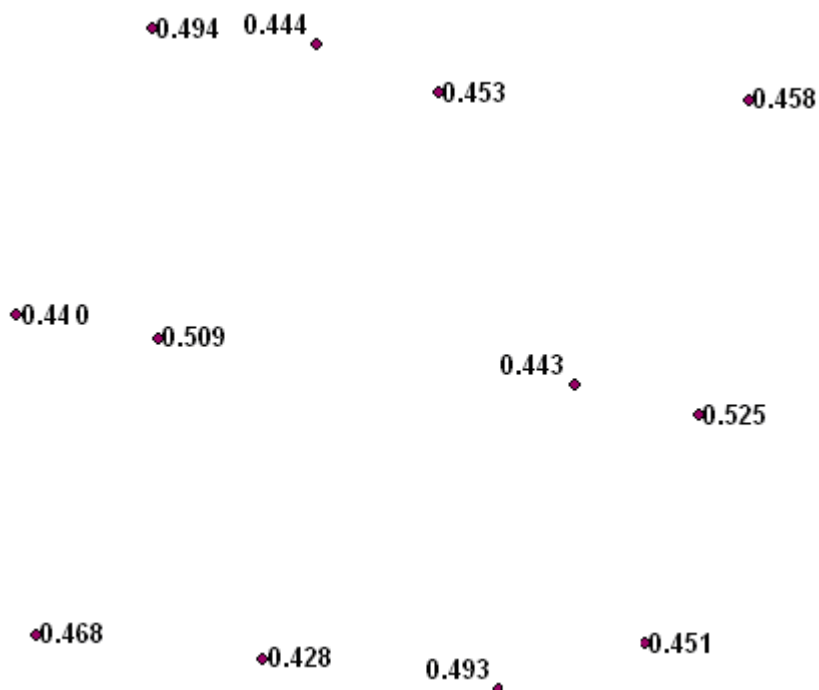


Рис. 1. Точки лазерных отражений

Гистограмма лазерных отражений для данных точек показана на рис. 2, где приведены дополнительные статистические результаты.

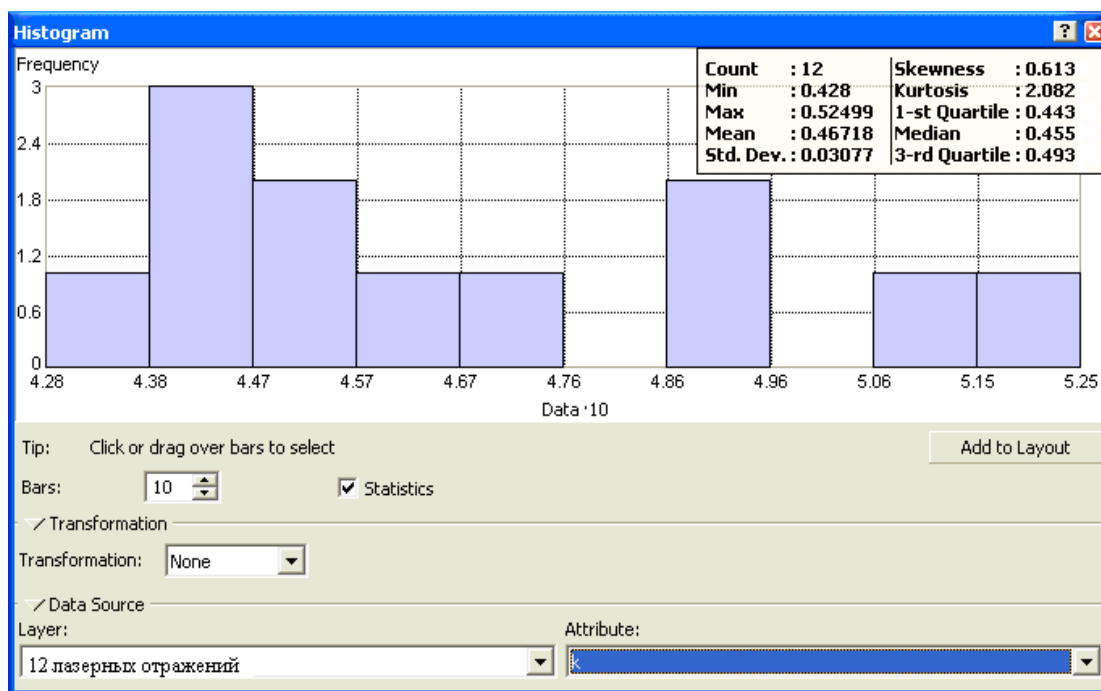


Рис. 2. Гистограмма лазерных отражений для 12 лазерных точек

Гистограмма лазерных отражений позволяет также выполнить классификацию совокупности лазерных точек по их отражениям (например, рис. 3), где по одной (вертикальной) оси показана частота проявления (Frequency) или количество точек, а по другой оси значения коэффициентов отражения по определенным диапазонам.

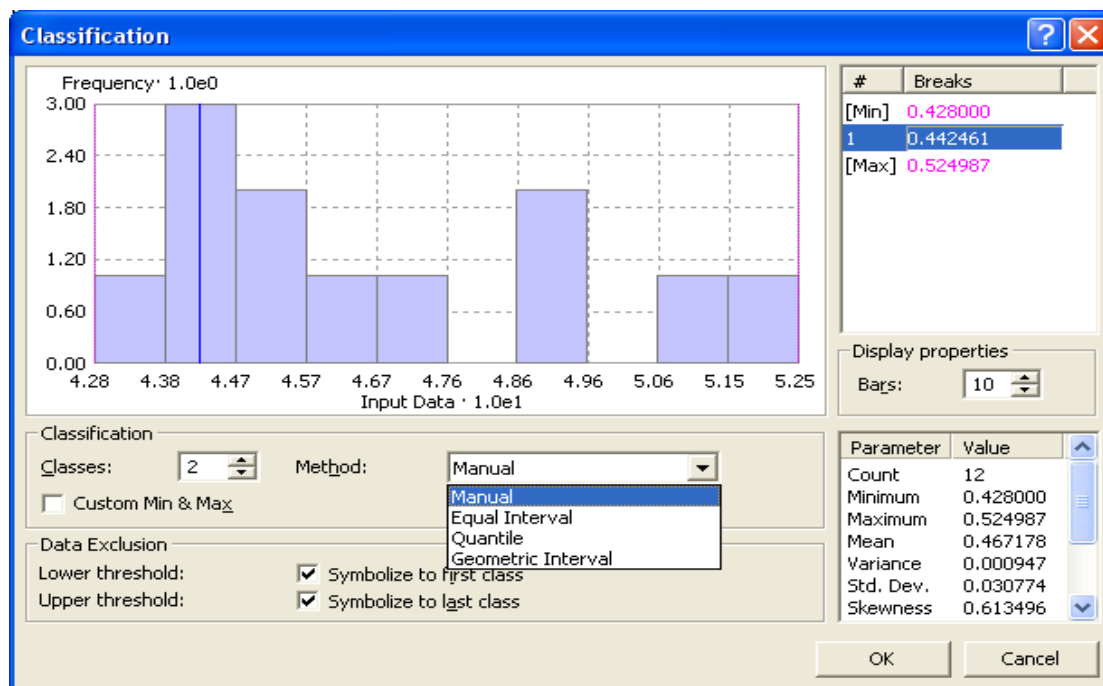


Рис. 3. Классификация лазерных отражений в интерактивном режиме (Manual)

Как следует из рис. 3, усредненное значение коэффициента лазерного отражения равно 0.442461 и находится в диапазоне между 0.438 и 0.447. В данном случае частота проявления указанного диапазона соответствует 3.00.

Полученный коэффициент лазерного отражения имеет среднее квадратическое отклонение (Std. Dev.), равное 0.03. Исходя из этого  $K = 0.44 \pm 0.03$ .

В качестве дополнительных статистических данных приведены также минимальное (Min = 0.428000), максимальное (Max = 0.524987) значения, Variance = 0.000947 и др.:

$$\text{Variance} = \frac{1}{N-1} = \sum_{j=1}^N (K_j - \mu)^2. \quad (4)$$

Отметим, что рассмотренная методика классификации результатов наземного лазерного сканирования применима и для больших массивов пространственных данных.

Предложенная методика статистического анализа и классификации результатов НЛС позволяет получить качественные и количественные характери-

стики инженерных сооружений [9, 13, 14, 15] и автоматизировать дальнейший процесс камеральной обработки пространственных данных с применением специального программного обеспечения и систем автоматизированного проектирования (MicroStation, AutoCad Civil 3D и др.) [10, 11, 12].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Наземное лазерное сканирование: монография / А. В. Середович, А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.
2. Комиссаров Д. В., Дементьева О. А. Опыт применения технологии лазерного сканирования при проектировании и контроле монтажа фасадов зданий // 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. 126–128.
3. Комиссаров А. В. Исследование точности построения цифровой модели рельефа по данным наземного лазерного сканирования // ГЕО-Сибирь-2006. Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.). – Новосибирск: СГГА, 2006. Т. 1, ч. 2. – С. 12–14.
4. Комиссаров Д. В., Иванов А. В. Обзор программных продуктов для обработки данных наземного лазерного сканирования // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 1. – С. 205–206.
5. Комиссаров Д. В., Середович А. В. Использование технологии трехмерного лазерного сканирования при строительстве, эксплуатации и проектировании инженерных сооружений // Стр-во и город. хоз-во Сибири. – 2004. – № 10. – С. 72–73.
6. Комиссаров Д. В., Середович А. В. Априорная оценка точности результатов наземного лазерного сканирования для топографической съемки // 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. 134–137.
7. Шовенгерд Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
8. Cyclone CloudWorx for AutoCAD & Bentley CloudWorx [Электронный ресурс]: сайт компании Leica Geosystem AG. – Режим доступа: [http://www.leicageosystem.com/hds/en/lgs\\_6517.htm](http://www.leicageosystem.com/hds/en/lgs_6517.htm)
9. Середович А. В., Мифтахудинов А. Р., Иванов А. В. Измерение колебаний инженерных объектов на основе данных наземного лазерного сканирования // 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. 2. – С. 137–139.
10. Мониторинг деформаций сооружений в сочетании с технологией трехмерного моделирования / А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова, В. А. Середович, А. В. Середович, Г. Н. Ткачева, С. С. Студенков // Геодезия и картография. – 2006. – № 6. – С. 12–14.
11. Особенности наземного лазерного сканирования для мониторинга железнодорожных тоннелей / А. В. Середович, А. В. Иванов, Т. А. Широкова, А. В. Антипов, А. В. Комиссаров // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 28–34.
12. Широкова Т. А., Антипов А. В. Методика создания планов крупного масштаба по данным аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 43–51.
13. Никонов А. В. Особенности применения современных геодезических приборов при наблюдении за осадками и деформациями зданий и сооружений объектов энергетики // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 12–18.

14. Хасенов К. Б., Гольцев А. Г., Салрышев О. Д. Выверка строительных конструкций с использованием лазерных приборов // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 14–17.

15. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. Разности повторных измерений как объекты статистического анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 27–30.

Получено 10.02.2014

© А. Г. Неволин, Т. М. Медведская, 2014

УДК 528.48:550.83:621.

## О РОЛИ МЕТОДА ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ПРИ ПОЛЕВОМ ОБСЛЕДОВАНИИ СТРОЙПЛОЩАДОК В ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ

*Леонид Александрович Зверев*

СРО НП «Объединение кадастровых инженеров Сибири», 630054, Россия, г. Новосибирск, ул. 3-й пер. Крашенинникова, 3/1, доктор технических наук, консультант, тел. (383)314-70-16, e-mail: l-zverev@mail.ru

*Андрей Вячеславович Мошенжал*

ООО «РН-СахалинНИПИморнефть», 693010, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Амурская, 53, каб. 407, ведущий специалист, тел. (4242)49-87-48, e-mail: avmoshenjal@sakhnipi.ru

Обсуждается проблема объективной оценки топографо-геодезической основы и состояния грунтов основания сооружений на основе традиционных данных инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий, дополненных результатами георадиолокации, необходимых для разработки конструктивных и объемно-планировочных решений в промышленно-гражданском строительстве.

**Ключевые слова:** инженерные изыскания, георадиолокация, линейные сооружения, геологические колонки, радар «Лоза», георадарное профилирование, трехмерное моделирование.

## EXPERIENCE OF USING GEORADIOLOCATION TECHNIQUES FOR FIELD OBSERVATION OF CONSTRUCTION SITES IN PROCESS OF ENGINEERING SURVEYING

*Leonid A. Zverev*

Association of Siberian Cadastral Engineers (self-regulating noncommercial partnership), 630054, Russia, Novosibirsk, 3/1 3rd Krashenninnikova per., Ph. D., consultant, tel. (383)314-70-16, e-mail: l-zverev@mail.ru

*Andrey V. Moshenzhal*

«РН-SakhalinNIPIморнефть», 693010, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk, 53 Amurskaya St., office 407, Main specialist, tel. (4242)49-87-48, e-mail: avmoshenjal@sakhnipi.ru

The article deals with the objective estimation of topographic-and-geodetic basis and the state of the structure foundation soil based on the data produced by engineering- geodetic and geological surveys. The surveys results are necessary for developing constructive and space-and-planning decisions for civil engineering structures and their engineering safety.

**Key words:** engineering surveys, georadiolocation, linear structures, geological columns, «Loza» radar, georadar profiling, 3D modeling.

Особая роль в инвестиционно-строительном процессе принадлежит инженерным изысканиям. Для обеспечения стабильности сооружений наиболее важными являются материалы инженерно-геологического обследования самой строительной площадки и прилегающей территории, на которой будут построены водоотводные или защитные сооружения, обеспечивающие надеж-

ность, долговечность и эксплуатационную безопасность запроектированных объектов [1–6].

Не всегда традиционный состав выполняемых инженерно-геологических изысканий удовлетворяет проектировщиков при выборе проектных решений [6–8]. Полнота и качество материалов изысканий зависят от методов обследования площадки, которые определяются сложностью ее инженерно-геологических условий, выяснению которых способствует метод георадиолокации [9, 10].

Основным недостатком в инженерно-геологических изысканиях является ограниченная возможность создать плотную сеть геологических колонок, дающих возможность определения точного положения и наличия литологических слоев грунта (рис. 1) [3]. С этой целью наряду с традиционными используются специальные методы обследования оснований строительных площадок и линейных сооружений.

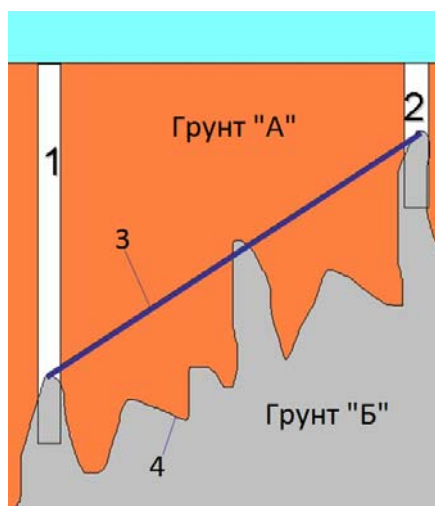


Рис. 1. Основная причина появления дефектов в инженерно-геологических изысканиях:

1, 2 – геологические колонки; 3 – осредненная граница слоя грунта «Б»; 4 – фактическая граница слоя грунта «Б»

Одними из современных методов обследования оснований, фундаментов и линейных сооружений являются геофизические методы. В частности, для получения физических характеристик и глубины залегания слоев грунта используется метод георадарного профилирования.

Принцип действия георадара «Лоза» [11] основан на зондировании электромагнитными импульсами земной поверхности на различную глубину и восстановлении картины раздела сред с соответствующей диэлектрической проницаемостью по отраженному сигналу. Современный прибор указанного типа позволяет осуществлять оперативный неразрушающий контроль подстилающей поверхности при проведении строительных работ, прокладке кабелей и труб,

проведении ремонтных работ, а также может использоваться в археологии и гидрогеологических изысканиях, чему способствуют его технические данные.

*Основные технические параметры георадара «ЛОЗА-Н»:*

Диапазон рабочих частот, МГц, не менее .....	1–50
Дискретность отсчета данных, нс.....	2, 4, 8
Чувствительность приемника, мкВ, не менее .....	100
Средняя излучаемая мощность, мВт, не более .....	100
Длительность регистрируемых реализаций, нс .....	512, 1 024, 2 048, 4 096
Потребляемая мощность, Вт, не более .....	3.7
Связь с компьютером через.....	RS232
Вес комплекса в сборе, кг, не более .....	10
Габариты БУИ-М с СА-1, мм, не более .....	260*150*160
Диапазон рабочих температур, С° .....	–20 +50

Говоря о применении метода георадиолокации, следует отметить, что он успешно зарекомендовал себя как на линейно-протяженных объектах, так и на локальных площадках.

Так, при строительстве многоэтажных жилых комплексов в городе Хабаровске возникали проблемы с устройством свайных фундаментов, что было связано с погружением их на проектную глубину. В частности, по проекту фундамент должен был представлять свайное поле, состоящее из составных висячих свай длиной 21 м, которые должны были забиваться в глинистые грунты. Но слабая изученность инженерно-геологических условий, некорректность определения физико-механических характеристик грунтов основания стали причиной отказа от применения данной конструкции фундамента (рис. 2).



Рис. 2. Последствия слабой изученности инженерно-геологических условий



Дополнительное обследование основания строительной площадки с помощью георадара «Лоза» позволило установить, что границы коренных пород находятся на глубинах от 15,5 м до 21 м [9]. Данное обстоятельство позволило скорректировать первоначальную конструкцию фундамента.

Еще один пример. В 2007 г. при строительстве водовода через реку Амур по дну реки в траншее глубиной 1 м возникли проблемы, которые явились результатом некачественного инженерно-геологического обследования трассы водовода: в траншее вместо слабых илистых грунтов оказались скальные. Этот факт сказался на пересмотре технологии разработки грунтов, что повлекло непредвиденные материальные затраты. Строительная техника, использовавшаяся на данном объекте, оказалась неэффективной для решения поставленной задачи. После дополнительного обследования, выполненного при помощи георадара «Лоза», проект был откорректирован, комплекс строительной техники на объекте был заменен. В процессе профилирования георадар помог, кроме того, обнаружить на дне реки затонувший трактор.

Георадарное профилирование широко применяется при инженерно-геологическом обследовании железных дорог. В 2007 г. на участке Тындинского отделения Байкало-Амурской железной дороги (сейчас Северный широтный ход ДВЖД) произошел резкий провал земляного полотна под правой нитью глубиной до 1,80 м (рис. 3). Причиной стало протаивание инъецированного сегрегационного льда в основании земляного полотна.



Рис. 3. Последствия протаивания инъецированного сегрегационного льда в основании земляного полотна

С целью выявления причин возникновения данного провала и предупреждения появления подобных деформаций в будущем на заданном участке с участием авторов было выполнено комплексное обследование, включая георадарное профилирование. По его результатам был осуществлен выбор противодеформационных мероприятий по стабилизации и разработан рабочий проект усиле-

ния земляного полотна. При георадарном обследовании недалеко от исследуемого объекта удалось обнаружить еще одно место потенциального провала.

Наряду с указанным, важное место в информационном обеспечении изысканий занимает трехмерное моделирование трасс с использованием георадарных данных. Полученные модели существенно упрощают процесс определения окончательных положений продольного и поперечных профилей, обеспечивают точные расчёты объемов земляных работ.

Отметим, что метод георадиолокации позволяет построить трёхмерную модель фактического состояния почвогрунтов и под более сложными по конструкции и динамическим нагрузкам объектами, например, КНС и ДНС нефтегазодобывающих комплексов с целью обоснования более качественных конструктивных решений, для выбора строительных площадок и сооружений на них (рис. 4).

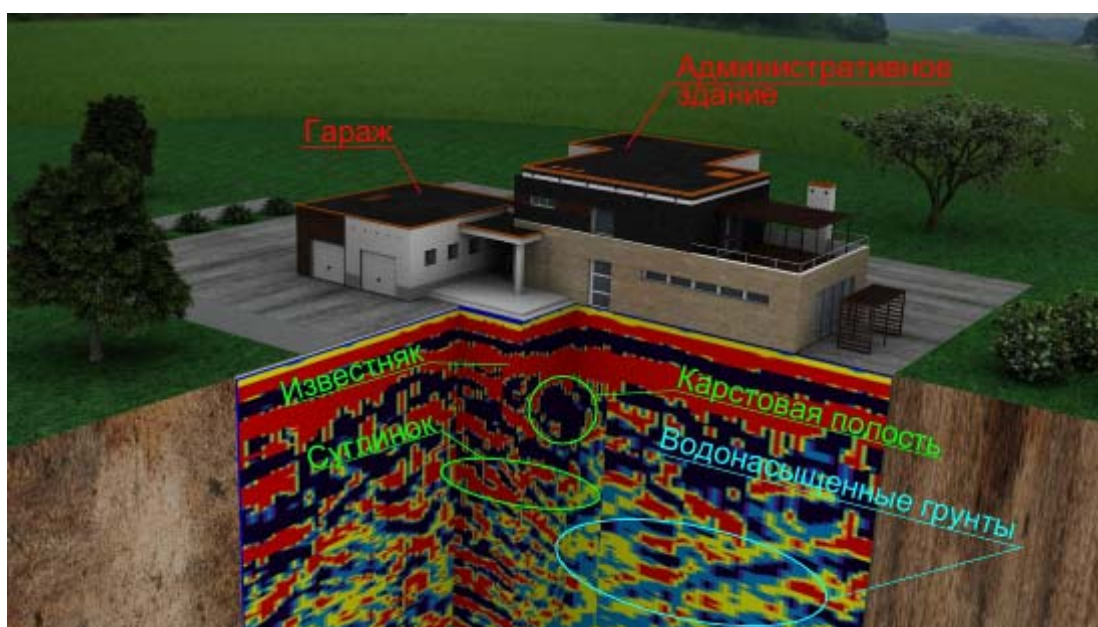


Рис. 4. Трёхмерное представление инженерного сооружения и грунтового основания

Возможности трехмерного моделирования не исчерпываются сказанным, отвечают базовым принципам менеджмента качества, поскольку могут использоваться для решения задач его оценки, в том числе служить надежным инструментом системы мониторинга.

Таким образом, применение метода георадиолокации позволяет [9, 10]:

- оперативно определять положение подземных инженерных сетей и коммуникаций;
- значительно сократить затраты при инженерно-геологических изысканиях на строительной площадке;

– выявлять фактическое залегание границ различных слоев грунтов основания;

– изобразить трехмерную модель слоев грунтов основания для обоснования выбранных конструкций сооружения.

В заключение сделаем следующий вывод: указанные выше возможности георадиолокации повышают надежность инженерно-геологических изысканий и позволяют обеспечить большую корректность конструктивно-технологических решений при проектировании фундаментных частей сложных сооружений, снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Технология изучения изменений во времени деформаций блоков земной коры при освоении месторождений Кузбасса // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 3–11.

3. Современная геодинамика дальнего востока по результатам геофизических и геодинамических измерений / В. Ю. Тимофеев, Д. Г. Ардюков, В. М. Соловьев, С. В. Шibaев, А. Ф. Петров, П. Ю. Гонов, Н. В. Шестаков // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 30–36.

4. Вергунов Е. Г. Проблема геодезического обеспечения научных изысканий в Сибири: Профессиональная подготовка и обучение кадров для астроархеологических изысканий // Вестник СГГА. – 2003. – Вып. 8. – С. 92–95.

5. Креймер М. А. Принципы построения региональных нормативов градостроительного проектирования // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 60–70.

6. Зверев Л. А. Технология кадастровых работ: монография. – Новосибирск: СГГА, 2008. – 230 с.

7. Зверев Л. А. Методика выполнения полевого и камерального контроля при современной технологии крупномасштабной съемки // 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. 97–100.

8. Зверев Л. А. Методика полевого контроля и приемка готовой продукции при современной технологии крупномасштабной съемки // ГеоИнжиниринг. – 2010. – № 1. – С. 57–59.

9. Пупатенко В. В., Мошенжал А. В. Исследование инженерно-геологических условий строительной площадки на основе трехмерного представления георадарных профилей // Сб. статей научн. конф. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. – С. 55–60.

10. Рузанов В. Г. Роль геоморфологического фактора при поисках подземных вод на севере Чукотки // Инженерные изыскания. – № 4. – 2013. – С. 65–69.

11. Георадары серии «ЛЮЗА» модели М, В, Н, К: руководство по эксплуатации. – Москва, 2004. – 86 с.

Получено 23.01.2014

© Л. А. Зверев, А. В. Мошенжал, 2014

# ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

---

УДК 528.44

## О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ КООРДИНАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ

*Евгений Ильич Аврунев*

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

*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 работе излагаются методические рекомендации по закреплению системы координат на застроенной территории и восстановлению межевых знаков в случае их утраты или нарушения границ земельного участка.

**Ключевые слова:** государственный кадастр недвижимости, межевой знак, средняя квадратическая ошибка, объекты капитального строительства, координатное обеспечение территорий, восстановление границ, линейная засечка.

## IMPROVEMENT OF COORDINATES SUPPORT OF STATE PROPERTY CADASTRE

*Evgeny I. Avrunev*

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

*Maria V. Meteleva*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Post-graduate student, Department of Cadastre and Territorial Management, tel. (383)344-31-73, e-mail: kadastr204@yandex.ru

Methodological recommendations are given as concerns fixation of coordinate system on the developed territory and re-establishment of missing monuments or disturbed lot lines.

**Key words:** state property cadastre, monument, mean-root-square error, capital construction projects, territories coordinate supply, boundaries re-establishment, linear intersection.

Важнейшим условием эффективного функционирования государственного кадастра недвижимости и реализации его основных функций является возможность однозначного определения местоположения учтенного недвижимого имущества на территории Российской Федерации [1–8, 19, 20]. Определение местоположения недвижимого имущества и его идентификация в территориальном образовании осуществляется на основании присвоенного на этапе кадастрового учета кадастрового номера и определенных на этапе формирования межевого плана координат межевых знаков, которые на местности и в информационной базе данных фиксируют границы недвижимого имущества.

К основным функциям государственного кадастра недвижимости на основании соответствующих нормативно-правовых документов [8–11] следует отнести:

- 1) обеспечение права физических и юридических лиц на принадлежащее им недвижимое имущество;
- 2) создание научно обоснованной и достоверной налогооблагаемой базы, позволяющей государству эффективно проводить земельную политику;
- 3) информационное обеспечение земельно-имущественных отношений на территории Российской Федерации.

Поэтому закономерно, что на страницах научно-технических изданий [12–16, 18] вопросы геопространственного обеспечения территориальных образований и контроля качества межевания земельных участков получили достаточное освещение. Выбор оптимальной координатной системы и возможность перехода при ведении государственного кадастра недвижимости на пространственную прямоугольную (геоцентрическую) систему координат описаны в опубликованной дорожной карте Росреестра.

Вместе с этим можно отметить, что ряд вопросов, особенно относящихся к проблематике восстановления границ землепользования или землевладения в случае их несанкционированного нарушения, не получил своего окончательного решения. Кроме этого, серьезной проблемой при проведении государственного кадастрового учета является наложение границ вновь образованного земельного участка на границы земельных участков, данные о границах которых уже внесены в государственный кадастр недвижимости.

Актуальность этого вопроса обусловлена в том числе и многоступенчатостью геодезического обоснования, в котором, как правило, отмечается существенное влияние ошибок исходных данных. Поэтому в случае, если координирование границ земельного участка выполняется с одного исходного пункта, а восстановление – с другого исходного пункта, могут возникнуть ситуации некорректного восстановления границ, когда полученные ошибки намного превышают их предельно допустимые значения, обусловленные действующими нормативными документами.

Аналогичная ситуация может возникнуть при переходе из одной координатной системы в другую, при широком внедрении в современное топографо-геодезическое производство спутниковых технологий, когда результаты спут-

никового позиционирования не согласовываются с геодезическими построениями созданных ранее с использованием традиционных наземных технологий.

Наиболее остро эта проблема встала в настоящее время при внесении в государственный кадастр недвижимости результатов координирования объектов капитального строительства, когда такие объекты в базе данных ГКН не попадают на принадлежащие им земельные участки. В этом случае имеет место нарушение одного из фундаментальных принципов земельного законодательства, озвученного в статье 1 Земельного кодекса РФ: «Единство судьбы земельных участков и прочно связанных с ними объектов, согласно которому все прочно связанные с земельными участками объекты следуют судьбе земельных участков».

В этой связи обсудим возможные схемы создания геодезического обоснования на территориях городов с учетом современных спутниковых технологий и эффективных способов восстановления границ земельных участков, в том числе самим землепользователем или землевладельцем, для гарантирования своих прав на принадлежащее недвижимое имущество.

Одним из эффективных в настоящее время способов построения геодезического обоснования и координирования межевых знаков (в рамках создания единого геопространства) является создание постоянно действующих дифференциальных станций, позволяющих в режиме реального времени решать вопросы координатного обеспечения землеустроительной и кадастровой деятельности [2, 4, 6, 17]. Вместе с этим следует отметить, что подобные станции должны, в том числе, сохранить систему координат, в которой выполнено картографирование территориальной зоны и которая используется для проектирования строительства инженерных сооружений.

Для устранения существенных недостатков, отмеченных в начале статьи, нами предлагается в обязательном порядке при подготовке межевого или технического плана выполнять координирование как межевых знаков, закрепляющих границы земельного участка, так и характерных точек объектов капитального строительства.

Обсудим точность геодезических измерений при одновременном координировании всех характерных точек на земельном участке. В соответствии с требованиями действующих нормативных документов средняя квадратическая ошибка положения на местности межевого знака не должна превышать 10 см. Это соответствует точности создания топографического плана масштаба 1 : 500, предельная ошибка взаимного положения четких контуров которого определяется выражением  $0,4 \text{ мм} \cdot M$ , где  $M$  – знаменатель масштаба плана, составляет величину 20 см. Переходя от предельных значений к средним квадратическим ошибкам при доверительной вероятности  $\beta = 95 \%$  и статистическом коэффициенте  $t = 2$ , имеем

$$m = \frac{\Delta}{t} = \frac{20 \text{ см}}{2} = 10 \text{ см}. \quad (1)$$

При геопространственном обеспечении застроенной территории наиболее надежным способом закрепления координатной системы являются углы объектов капитального строительства (здания, сооружения, выходы подземных коммуникаций). Поэтому представляется целесообразным использовать эти характерные точки при восстановлении межевых знаков, в случае их утраты или несанкционированного нарушения границ земельного участка.

Но точность восстановления межевых знаков должна соответствовать нормативно заданной величине 10 см. Поэтому поставим условие, чтобы точность исходной основы была бы безошибочной по сравнению с точностью восстановленных межевых знаков. Для выполнения этого условия зададим значение коэффициента влияния ошибок исходных данных  $t = 2$ . В этом случае точность координирования углов ОКС должна составлять

$$m_{\text{ОКС}} = \frac{m_{\text{МЗ}}}{t} = \frac{10 \text{ см}}{2} = 5 \text{ см.} \quad (2)$$

Или, применительно к точности крупномасштабного картографирования (масштаб 1 : 500), предельная ошибка положения четкого контура, который в дальнейшем планируется использовать для восстановления межевых знаков  $\Delta = 0,2 \text{ мм} \cdot \text{М}$ .

Такой уровень точности при координировании ОКС без труда достигается современными электронными тахеометрами.

Рассчитаем необходимую точность отложения элементов при восстановлении межевых знаков относительно углов капитальных зданий и сооружений. Поскольку наиболее оптимальной, с точки зрения технологии, в этом случае является линейная засечка (рисунок), напишем формулу для оценки точности этой фигуры разбивки с учетом того, что исходными данными являются углы объектов капитального строительства:

$$m_{\text{РАЗ}} = \frac{1}{\sin \gamma} m_L \cdot \sqrt{2}; \quad m_{\text{МЗ}}^2 = m_{\text{ОКС}}^2 + m_{\text{РАЗ}}^2; \quad m_{\text{РАЗ}}^2 = m_{\text{МЗ}}^2 - m_{\text{ОКС}}^2. \quad (3)$$

Учитывая, что СКО межевого знака и исходных данных соответствует нормативно установленной точности (формулы (1) и (2)), имеем:

$$\frac{1}{\sin \gamma} m_L \cdot \sqrt{2} = \sqrt{10^2 + 5^2}; \quad m_L = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{2}} \cdot 11,1 \text{ см} = 3,9 \text{ см.} \quad (4)$$

Такая точность отложения разбивочных элементов при восстановлении межевых знаков свободно достигается применением стальной компарированной рулеткой, а технология восстановления межевого знака доступна любому землепользователю или землевладельцу, который не обладает базовыми знаниями в области геодезии и землеустройства.

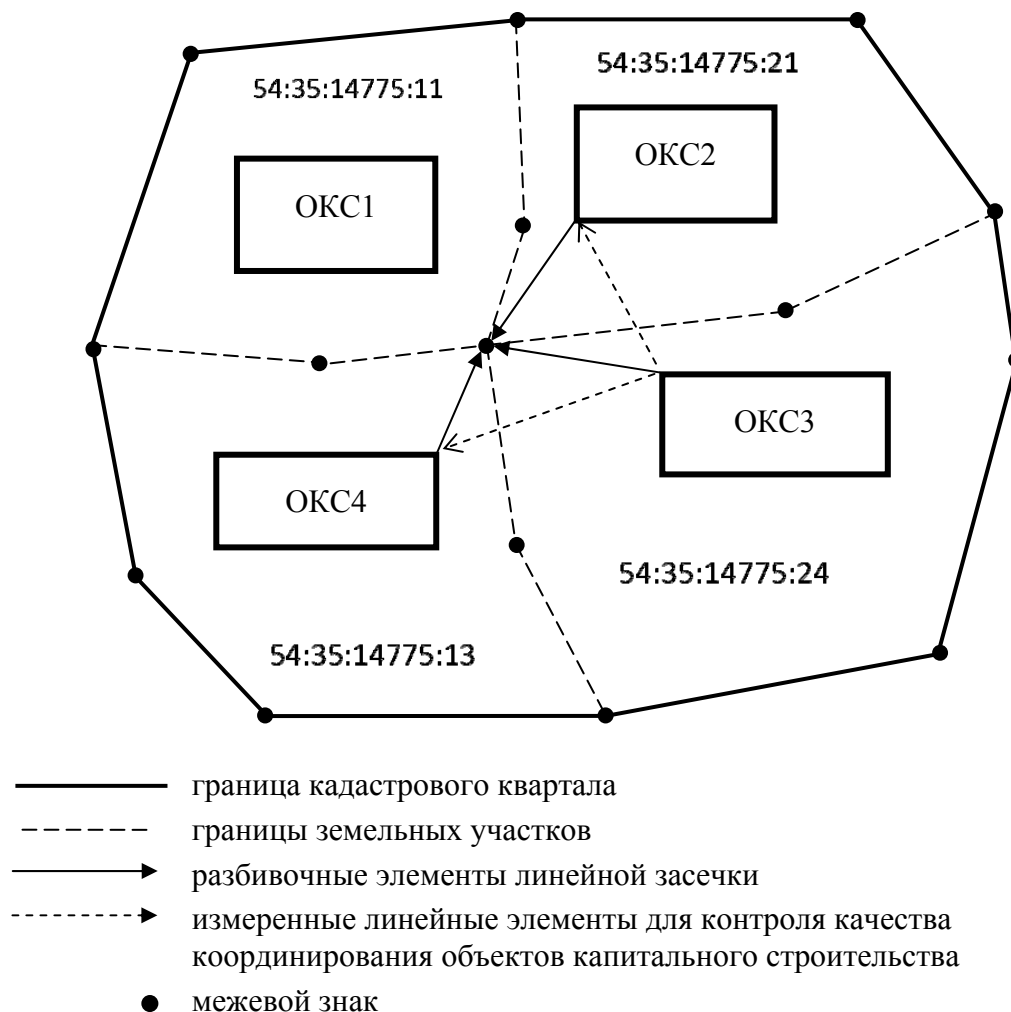


Рис. Использование линейной засечки при восстановлении межевых знаков

Отметим важный момент предлагаемой методики восстановления межевых знаков – объекты капитального строительства должны быть закоординированы с требуемой точностью, определенной формулой (1). Для проверки данного условия целесообразно воспользоваться методикой [2], которая заключается в сравнении контрольной длины линии, измеренной в полевых условиях (см. рисунок), и ее значением, вычисленным по координатам характерных точек ОКС:

$$\Delta = L_{\text{ИЗМ}} - L_{\text{ВЫЧ}} = L_{\text{ИЗМ}} - \sqrt{(X_{\text{ОКС1}} - X_{\text{ОКС2}})^2 + (Y_{\text{ОКС1}} - Y_{\text{ОКС2}})^2} \leq 5 \text{ см.} \quad (5)$$

Точность координирования всех ОКС, используемых при восстановлении межевых знаков, при наличии  $n$ -мерного вектора контрольных измерений, может быть рассчитана по известной формуле Гаусса:

$$\Delta_{\text{СР}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}} \leq 5 \text{ см.} \quad (6)$$



Таким образом, сформулируем основные положения, предлагаемые в данной статье, которые, на наш взгляд, целесообразно закрепить нормативно.

1. Нормативной точностью построения геодезического обоснования на территориальное образование должна быть средняя квадратическая ошибка взаимного положения межевых знаков 10 см в пределах одного кадастрового квартала.

2. На застроенной территории при формировании межевого или технического плана координирование межевых знаков и углов объектов капитального строительства выполнять одновременно относительно одних и тех же пунктов геодезического обоснования.

3. Средняя квадратическая ошибка координирования межевых знаков, закрепляющих границы земельного участка, должна составлять 10 см, а характерных точек объектов капитального строительства – 5 см.

4. При подготовке межевого плана вместе с координатами межевых знаков и углов объектов капитального строительства землевладельцу необходимо выдавать линейные привязки межевых знаков относительно углов ОКС.

5. При утрате межевых знаков их восстановление целесообразно осуществлять относительно углов объектов капитального строительства способом линейной засечки.

6. При использовании такой технологии восстановления межевых знаков обязательно должна контролироваться исходная основа, точность которой определяется контрольными линейными измерениями с использованием уравнений 5 и 6.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 3–11.

2. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Основные принципы формирования единого геоинформационного пространства территорий // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Пленарное заседание. – С. 19–24.

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., Решетов А. П., Струков А.А., Карпик К.А. Определение координат пунктов сети базовых станций Новосибирской области в общеземной системе координат // 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. 3–8.

5. Карпик А. П. Оценка возможностей мониторинга земель территорий спутниковым методом // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 3–6.

6. Карпик А.П. Информационное обеспечение геодезической пространственной информационной системы // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 70–73.

7. Карпик А. П. Применение сведений государственного кадастра недвижимости для решения задач территориального планирования // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 6. – С. 112–117.

8. Калюжин В. А., Одинцова В. Н. Опыт внесения в государственный кадастр недвижимости зон с особыми условиями использования территорий // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 82–87.
9. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости в России // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–60.
10. Аврунев Е. И., Веревкина А. А. Предложения по совершенствованию нормативно-правового обеспечения ведения государственного кадастра недвижимости // 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. 133–138.
11. Гиниятов И. А. К вопросу о документах государственного кадастра недвижимости (в порядке обсуждения) // 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. 17–19.
12. Обиденко В. И. Технология определения метрических параметров территории Российской Федерации по геопространственным данным // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 3–14.
13. Каленицкий А. И., Васильева Е. Е. Оценка точности площади физической поверхности участка на территории Алтайского края // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 68–74.
14. Терентьев Д. Ю. К вопросу об оценке точности площадей земельных участков // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 82–88.
15. Аврунев Е. И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости: монография. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 144 с.
16. 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. 43–49.
17. Аврунев Е. И., Карпик К. А. Оценка точности геодезических сетей для целей государственного кадастра недвижимости // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 5. – С. 94–99.
18. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Новый этап развития геодезии – переход к изучению деформаций блоков земной коры в районах освоения угольных месторождений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 3–9.
19. Обиденко В. И. Технология определения метрических параметров территории российской федерации по геопространственным данным // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3(19). – С. 3–13.
20. Митрофанова Н. О., Сухарникова Я. В. Повышение качества и доступности государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним на территории Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 44–52.

Получено 11.02.2014

© Е. И. Аврунев, М. В. Метелева, 2014

УДК 332

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО УЧЕТНО-РЕГИСТРАЦИОННОГО ЦЕНТРА НА ТЕРРИТОРИИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Наталья Сергеевна Ивчатова*

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

В статье раскрываются предпосылки создания единой учетно-регистрационной системы в Российской Федерации, предполагающей в соответствии с мероприятиями «дорожной карты» создание на территории Новосибирской области межрегионального учетно-регистрационного центра (МУРЦ) – высокотехнологичной площадки, объединяющей учетные и регистрационные действия в отношении четырех сибирских регионов: Новосибирской, Кемеровской, Омской и Томской областей. Сформулированы мероприятия, необходимые для создания МУРЦ, и предложения по оптимизации организационно-технологических процессов такого центра.

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

## **ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL PREREQUISITES FOR ESTABLISHING INTER-REGIONAL REGISTRATION CENTRE ON THE TERRITORY OF NOVOSIBIRSK REGION**

*Natalia S. Ivchatova*

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

Prerequisites for establishing unified registration system of Russian Federation are considered. This presupposes (in accordance with ‘road mapping’) establishment of interregional high-tech registration centre in Novosibirsk, providing services for Novosibirsk, Kemerovo, Omsk and Tomsk regions. The measures to be taken for establishing the Centre as well as the offers on its organizational and technological processes optimization are presented.

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

На протяжении существования в России системы государственной регистрации прав на недвижимость [1–7, 14–16] стала очевидна необходимость ее объединения с информационной системой, содержащей описания объектов недвижимости, их характеристики, взаимосвязи (дом – земля, помещение – здание и т. п.), историю их существования [8, 10–13, 17].

Введение единой учетно-регистрационной процедуры [15] предусмотрено планом мероприятий («дорожной картой») «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого иму-

щества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним», утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2012 г., № 2236-р [18].

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

На сегодняшний день существует проект Федерального закона «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество» [19] (подготовлен Минэкономразвития России и пока не внесен в Государственную Думу), который раскрывает основные понятия, описывает технологические процедуры учетного и регистрационного процесса, создает правовое поле для единого государственного реестра недвижимости.

В целях введения единой учетно-регистрационной процедуры и оптимизации организационно-правовой формы системы кадастрового учета и регистрации прав на недвижимое имущество предполагается объединить функции по государственной регистрации прав на недвижимое имущество и по его государственному кадастровому учету, а также предоставлению сведений из государственного кадастра недвижимости.

Наличие объединенной учетно-регистрационной процедуры приведет к тому, что кадастровый учет без государственной регистрации прав будет востребован только в определенном числе случаев. В первую очередь, это касается внесения изменений характеристик объектов недвижимости, например, уточнение местоположения границ и площади земельных участков, а также случаев кадастрового учета бесхозяйных объектов недвижимости, по которым в настоящее время вместо государственной регистрации права проводится учет в ЕГРП в качестве бесхозяйной вещи без взимания государственной пошлины.

В рамках Федеральной целевой программы «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости, 2014–2019 гг.» [20] Новосибирская область определена одним из регионов Российской Федерации, в котором предполагается создание Межрегионального учетно-регистрационного центра (далее – МУРЦ), деятельность которого улучшит взаимодействие государственных органов по государственной регистрации прав и кадастровому учету на межрегиональном уровне, повысит производительность учетно-регистрационных процедур за счет перераспределения нагрузки между территориальными подразделениями в зависимости от интенсивности входящих потоков заявлений, а также создаст условия для минимизации

взаимодействия должностных лиц, принимающих юридически значимые решения, с заявителями.

Таким образом, МУРЦ – это единая учетно-регистрационная система, объединяющая в себе как организационно-технологические процессы, так и правовые решения в двух тесно взаимосвязанных областях: кадастровом учете и регистрации прав на недвижимое имущество, которые до настоящего времени разъединены и не составляют единого целого важнейшего механизма правового регулирования.

В рамках реализации предусмотренных мероприятий Управление Росреестра по НСО готово к созданию МУРЦ в рамках предварительно очерченной зоны охвата, включающей Кемеровскую, Омскую, Томскую и Новосибирскую области (рис. 1).



Рис. 1. Зона охвата МУРЦ

Создание МУРЦ сможет обеспечить осуществление учетно-регистрационных процедур на максимально высокопроизводительном уровне в четырех субъектах Российской Федерации, объем регистрационных действий в которых составил в 2013 г. – 1 535 299 действий; в 2012 г. – 1 644 250; в 2011 г. – 1 508 005 действий по государственной регистрации. Учетные действия на территории данных субъектов, объединяемых с целью регистрации и учета в МУРЦ Новосибирской области, составил в 2013 г. – 1 015 655 учетных действий; в 2012 г. – 561 814; в 2011 г. – 939 536 учетных действий. Новосибирская область является лидером по совершенным регистрационным действиям (рис. 2).

Общее количество регистрационных действий, совершаемых регионами, стабильно. Учетные действия в настоящее время также не имеют устойчивой тенденции к изменению (рис. 3), поскольку осуществление полноценного государственного кадастрового учета объектов недвижимости в регионах (включая ОКС) началось лишь с 1 апреля 2012 г.

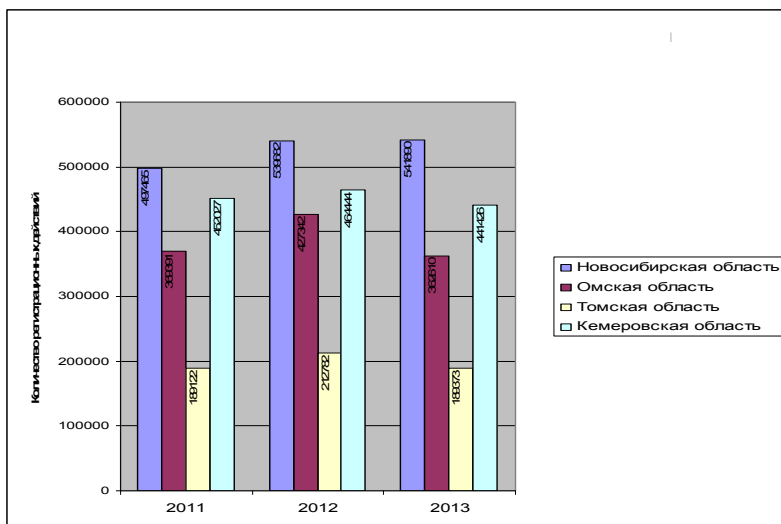


Рис. 2. Количество регистрационных действий в 2011–2013 гг.

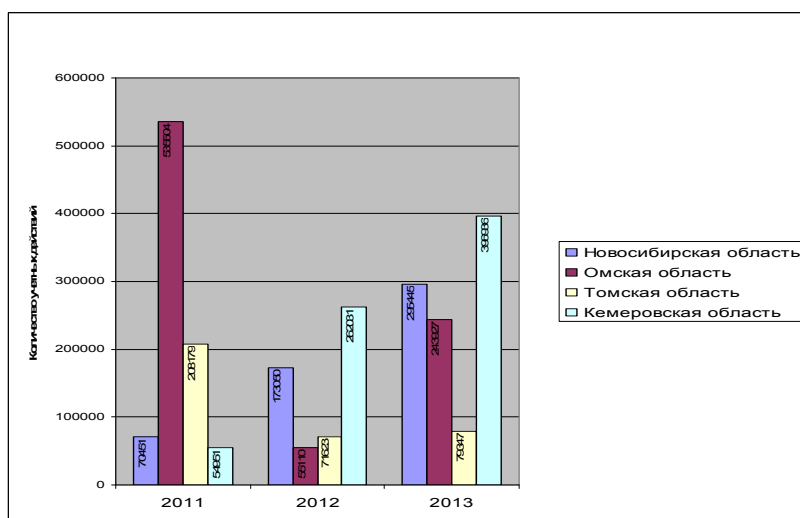


Рис. 3. Количество учетных действий в 2011–2013 гг.

Определено, что на территории города Новосибирска будут функционировать две производственные площадки МУРЦ, одна из которых существует и уже используется Управлением.

Вторая площадка требует строительства отдельного здания площадью 12 000 м<sup>2</sup> с предполагаемым размещением 1 333 сотрудников.

В настоящее время проведены подготовительные работы и согласована площадка для строительства, имеющая удобное расположение в центре города Новосибирска, с развитой инфраструктурой и транспортной доступностью, благоприятными условиям труда и требованиями к служебному распорядку сотрудников МУРЦ.

Таким образом, создание МУРЦ на территории Новосибирской области определяет важные преимущества в деле оказания качественных государственных услуг заявителям, а Новосибирская область становится пилотным регионом по организации межведомственного информационного взаимодействия.

Отметим, что на федеральном уровне ранее была создана система межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ). Система предназначена помочь ведомствам обмениваться данными в электронной форме по каналам связи, избегая традиционной пересылки бумаг. За внедрение системы отвечает Министерство связи и массовых коммуникаций, на уровне области – департамент информатизации и развития телекоммуникационных технологий [7, 9].

Первый этап внедрения заключался в доработке и подключении к СМЭВ всех федеральных, региональных и муниципальных органов власти. Новосибирская область показала здесь один из лучших результатов среди российских регионов и к 1 января 2012 г. обеспечила подключение к системе всех областных органов власти и большую часть муниципальных образований. Для обеспечения мероприятий по защите персональных данных, содержащихся в электронных справках, взаимодействие с СМЭВ предусматривалось только по защищенным шифрованным каналам связи и только сотрудниками, имеющими электронную подпись. В начале 2012 г. был организован Региональный удостоверяющий центр, который обеспечил носителями с усиленной квалифицированной электронной подписью более 2 500 сотрудников органов власти, в том числе муниципалитетов Новосибирской области.

Новосибирская область первой из пилотных регионов полностью перешла на взаимодействие через систему СМЭВ, завершена разработка и тестирование сервисов межведомственного взаимодействия, проектом охвачено 24 областных ведомства и все муниципалитеты. Система имеет современную облачную архитектуру и открытый код, простую систему пользования (нужен только веб-браузер), обслуживание и доработки выполняются централизованно.

Для развития электронного взаимодействия в ноябре 2013 г. Управление закрыло прием бумажных запросов и полностью перешло на электронное межведомственное взаимодействие (рис. 4).

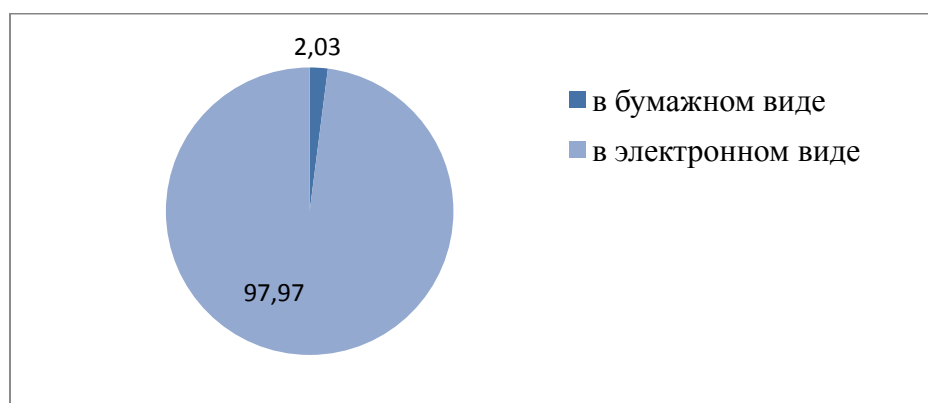


Рис. 4. Процентное соотношение бумажных и электронных запросов Управления Росреестра по Новосибирской области в 2013 г.

Таким образом, создание МУРЦ в Новосибирской области, наличие налаженного межведомственного информационного взаимодействия позволит эффективно и беспрепятственного осуществлять учетные и регистрационные действия на его базе, обеспечивая качественное и своевременное предоставление государственных услуг заявителям.

Важным приоритетом создания МУРЦ на территории Новосибирской области является кадровый потенциал государственных регистраторов, имеющих стаж работы в органе, осуществляющем государственную регистрацию прав (из 198 сотрудников Управления – государственных регистраторов стаж работы свыше 5 лет у 165 человек), высокие профессиональные навыки и знания (рис. 5).

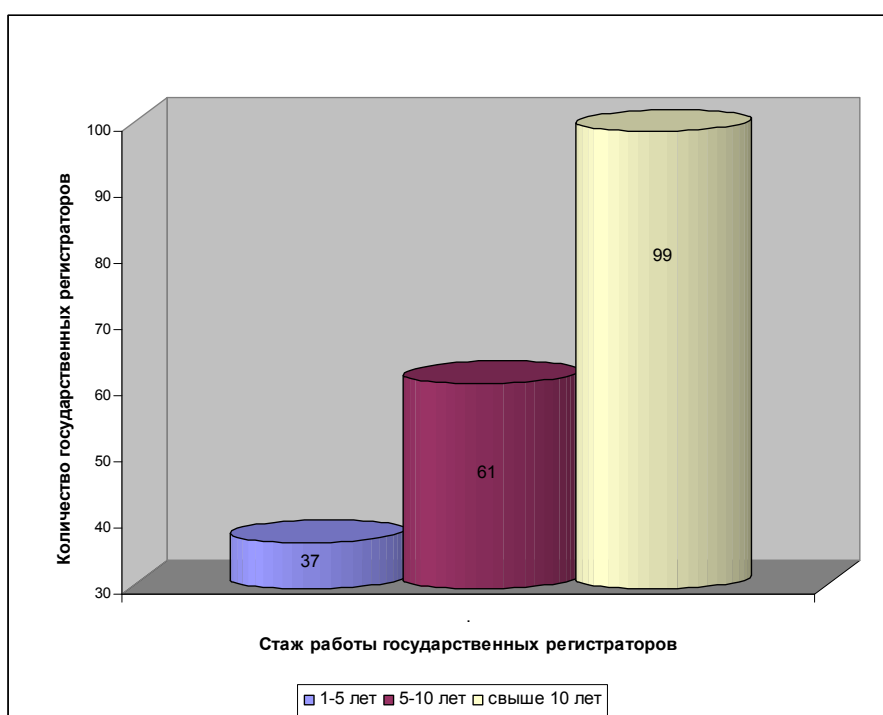


Рис. 5. Стаж работы государственных регистраторов в управлении Росреестра Новосибирской области

Новосибирская область, как известно, имеет профильные вузы, готовящие как специалистов по государственному кадастровому учету (Сибирская государственная геодезическая академия – единственный вуз за Уралом, который осуществляет подготовку высококлассных специалистов по ряду направлений деятельности Росреестра), так и юристов, имеющих фундаментальное юридическое образование (Новосибирский государственный университет, Новосибирский юридический институт – филиал Национального Томского государственного университета и т. д.).

С целью реализации организационно-технологических мероприятий по созданию МУРЦ считаем необходимым сделать следующее.



1. Осуществить передачу функций по приему и выдаче документов.

Согласно плану мероприятий «дорожной карты» «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним», приоритетным направлением Росреестра является предоставление государственных услуг по принципу «одного окна» на базе многофункциональных центров (МФЦ) предоставления государственных и муниципальных услуг и иных организаций [1].

В связи с этим, для организации работы МУРЦ на территории Новосибирской области основными задачами 2014–2018 гг. является поэтапная передача функций по приему и выдаче документов на государственный кадастровый учет и государственную регистрацию прав МФЦ организации и предоставления государственных и муниципальных услуг филиалам ФГБУ «Федеральная кадастровая палата Росреестра» (в части приема и выдачи документов на государственную регистрацию прав).

Аналогичные мероприятия необходимо провести в других регионах, входящих в зону охвата МУРЦ Новосибирской области.

На сегодняшний день на территории Новосибирской области складываются благоприятные условия по развитию сети филиалов ГАУ НСО «МФЦ» и оказанию государственных услуг Росреестра. Количество сотрудников, участвующих в процессе организации и предоставления государственных услуг Управления и филиала ФГБУ «ФКП Росреестра» по Новосибирской области – 66. Количество филиалов ГАУ НСО «МФЦ», расположенных на территории Новосибирской области, – 10; мобильных офисов ГАУ НСО «МФЦ», расположенных на территории Новосибирской области, – 8; удаленных рабочих мест – 30, до 01.04.2014 будет открыто еще 20. Развитие сети филиалов ГАУ НСО «МФЦ» Новосибирской области определяется рамками долгосрочной целевой программы «Создание многофункциональных центров на территории Новосибирской области на 2009–2015 гг.» [1].

Темпы развития МФЦ в Новосибирской области стремительны. Управление и Правительство Новосибирской области активно поддерживают приоритетные задачи Правительства Российской Федерации и Росреестра, достигнуты положительные результаты в электронном взаимодействии.

На момент начала работы МУРЦ Новосибирской области с многофункциональными центрами всех четырех регионов необходимо заключить соглашения о взаимодействии, в которых будут определены правовые и технические условия передачи документов в МУРЦ, их возвращение с целью передачи после государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав заявителям.

Кроме того, передача полномочий по приему и выдаче документов потребует решения вопроса логистики перемещения дел правоустанавливающих документов и учетных дел.

2. Провести организационно-штатные мероприятия.

В период с 2015 по 2018 гг., в целях налаживания функционирования механизмов межрегионального взаимодействия и недопущения снижения качества предоставляемых государственных услуг, потребуется проведение поэтапного изменения структур территориальных Управлений Росреестра, филиалов ФГБУ «Федеральная кадастровая палата Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии», входящих в зону охвата МУРЦ Новосибирской области. В этих целях планируется проведение ряда организационно-штатных мероприятий, направленных на объединение (укрупнение) территориальных и межрайонных отделов, а также направленных на передачу полномочий подразделений, работающих на территориях с небольшой численностью населения, в аппараты территориальных Управлений Росреестра и филиалов ФГБУ «Федеральная кадастровая палата Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии» (рис. 6) [5,10,11,12,14].



Рис. 6. Схема взаимодействия органов учетно-регистрационных действий

### 3. Создать правовую основу деятельности МУРЦ (2015–2018 гг.).

На сегодняшний день для эффективного и бесперебойного функционирования МУРЦ необходима фундаментальная и методически отработанная правовая база. Для этого требуется внесение изменений в ряд законодательных актов Российской Федерации, а именно:

- в Федеральный закон от 21.07.1997 года №122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» в части определе-

ния порядка подачи документов на государственную регистрацию и возможности осуществления регистрационных действий в электронном виде, порядка удостоверения осуществленных регистрационных действий электронно-цифровой подписью, а также порядка удостоверения государственной регистрации, проведенной в МУРЦ на территориях субъектов, входящих в зону охвата МУРЦ и передаваемых для выдачи [16];

- в Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» в части удостоверения документов о государственном кадастровом учете на территории субъектов, входящих в зону охвата МУРЦ, при их выдаче заявителям [17].

Министерству экономического развития также необходимо принять ряд нормативно-правовых актов, определяющих технологию передачи документов в МУРЦ в результате их приема на государственный кадастровый учет и государственную регистрацию прав и технологию передачи документов для выдачи; определить требования к электронно-цифровой подписи лиц, осуществивших учетные действия и государственную регистрацию прав; утвердить порядок ведения электронных архивов, получения регистрационных дел для проведения правовой экспертизы документов и совершения учетных действий, а также порядок работы с регистрационными делами, хранение которых осуществляется на сегодняшний день в бумажном документированном виде [14,15].

4. Создать технологическую основу функционирования МУРЦ (2015–2018 гг.).

Реализация задач и возложенных функций на МУРЦ Правительством Российской Федерации, Министерством экономического развития и Росреестром возможна при условии их оснащения высокопродуктивным современным техническим оборудованием. Основа функционирования МУРЦ – электронный документооборот, поскольку именно минимизация бумажного документооборота приведет к высокой продуктивности работы и бесперебойной работе высокотехнологичной площадки МУРЦ.

На территории Новосибирской области данный процесс успешно реализован на примере экстерриториального приема документов в офисах Управления, филиала ФГБУ «ФКП Росреестра» по Новосибирской области, ГАУ Новосибирской области «МФЦ предоставления государственных и муниципальных услуг» и их регистрации по территориальному принципу.

Исключение бумажного документооборота в данном случае позволит в полном объеме и качественно оказывать государственные услуги, соблюдать сроки осуществления регистрационных действий, реализовывать поставленные задачи без дополнительных трудовых и финансовых затрат [14,15].

5. Организовать функционирование электронного архива (2015–2018 гг.).

Поскольку МУРЦ объединяет в себе осуществление учетных и регистрационных действий ряда регионов Российской Федерации как высокотехнологичная производственная площадка Росреестра и ФГБУ «ФКП Росреестра», осуществление государственной регистрации прав возможно только при пол-

ной электронизации архивов регистрационных дел, возможности их получения для осуществления регистрационных действий в максимально короткий период по соответствующим запросам государственных регистраторов с учетом тенденции сокращения сроков государственной регистрации и государственного кадастрового учета из электронных архивных хранилищ [14, 15, 18].

6. Организовать размещение площадок МУРЦ (2015–2019 гг.).

Для МУРЦ Новосибирской области необходимо провести мероприятия, направленные на строительство нового здания площадью 12 000 м<sup>2</sup>, осуществить в отношении второго здания требуемые ремонтные работы, организационные мероприятия по оптимизации размещения специалистов, поэтапное освобождение архивных хранилищ.

Новосибирская область готова к реализации указанных задач по созданию и размещению МУРЦ, в том числе – к участию в формировании требуемой для этого правовой базы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Луговская Л. Н. Совершенствование технологии государственной регистрации прав с использованием возможностей многофункционального центра // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 62–68.

2. Митрофанова Н. О., Сухарникова Я. В. Повышение качества и доступности государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним на территории Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 44–52.

3. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–59.

4. Креймер М. А. Принципы построения региональных нормативов градостроительных проектирования // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 60–76.

5. Киселева А. В., Ключниченко В. Н. Разработка информационных форм ведения баз данных о недвижимом имуществе для целей кадастра // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 56–60.

6. Ветошкин Д. Н., Ивчатова Н. С., Пархоменко И. В. Реализация принципа «Одного окна» в системе государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на недвижимое имущество на примере Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 4 (14). – С. 116–121.

7. Митрофанова Н. О. Современные тенденции совершенствования системы ведения государственного кадастра недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII 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. 121–127.

8. 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.

9. Ключева О. В., Вараксин Г. С. Реализация единой системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) в целях предоставления государственных и муниципальных

услуг в электронной форме // 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. 34–37.

10. Митрофанова Н. О. Современное состояние государственного кадастрового учета объектов капитального строительства на территории 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. 3. – С. 137–142.

11. Тепляничева И. А. Обзор моделей кадастровых систем // 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. 3–7.

12. 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.

13. Киселёва А. О., Ключниченко В. Н. Систематизация характеристик недвижимого имущества // 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. 84–88.

14. Ивакин А. И. Преобразования в системе регистрации прав и кадастрового учета недвижимости // Вестник Росреестра. – 2013. – Вып. 2 (16). – С. 16–20.

15. Спиренков В. А. План мероприятий (дорожная карта) «Оптимизация процедур регистрации собственности» // Вестник Росреестра. – 2012. – Вып. 4 (14). – С. 35–39.

16. Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» // Российская газета. – 30.07.97. – № 145. – Собрание законодательства Российской Федерации, 1997. – № 30, ст. 35944.

17. Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ (ред. от 23.07.2013) «О государственном кадастре недвижимости» (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2014). – Собрание законодательства РФ. – 30.07.2007. – № 31, ст. 4017.

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

19. Проект Федерального закона «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество» (подготовлен Минэкономразвития России) (не внесен в ГД ФС РФ, текст по состоянию на 04.02.2014) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=PRJ;n=114678>.

20. Постановление Правительства РФ от 10.10.2013 N 903 «О федеральной целевой программе «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014–2019 годы)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru).

Получено 19.02.2014

© Н. С. Ивчатова, 2014

## ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

---

УДК 004:504:528

### **ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ В КАЧЕСТВЕ ОЦЕНКИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

*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

*Александр Степанович Огудов*

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

*Виктор Владиславович Турбинский*

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

Земли населенных пунктов в плане научно-методического обеспечения земельно-оценочных работ имеют задел в виде санитарно-эпидемиологического нормирования. Состав оценочных качественных и количественных показателей в государственном земельном кадастре должен быть построен с учетом санитарно-эпидемиологических требований. Однако остается методологической проблемой двойственный характер оценки здоровья. Возможность и точность измерения среды обитания человека имеет многоплановый пространственный и временной характер. Предлагаемые эмпирические шкалы о популяции, качестве среды обитания человека и неблагоприятных факторах, нуждаются в унификации методических подходов. Авторами предложены пять ступеней для типизации состояния здоровья и среды обитания человека на землях населенных пунктов.

**Ключевые слова:** здоровье, земельный кадастр, землеустройство, санитивность, санитарно-эпидемиологические требования, ступени, пативность, риск, шкала.

### **PRESENTATION AND ANALYSIS OF HEALTH STATE INDICES FOR HUMAN ENVIRONMENT ESTIMATION**

*Mikhail A. Krejmer*

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

**Alexander S. Ogudov**

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

**Victor V. Turbinsky**

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

For methodological support of land-valuation works some sanitary- epidemiologic regulations for settlements lands are required. Estimation criteria (qualitative and quantitative) in the state land cadastre should take into account sanitary-epidemiologic regulations. However the dual character of health estimation remains to be a methodological problem. The accuracy of human environment assessment being a multidimensional concept, its space-time character should be taken into consideration. The empirical scales on population, human environment quality and unfavorable factors are presented, but they require unification of methodological approaches. The authors also offer five steps for typification of human health and environment state in settlements.

**Key words:** health, land cadastre, land management, sanitation, sanitary- epidemiologic regulations, steps, sanitation, risk, scale.

Среда обитания человека должна соответствовать санитарно-эпидемиологическим требованиям [1]. Ее формирование начинается на стадии землеустройства и поддерживается средствами кадастра и мониторинга земель [2, 3, 4, 5]. Экология в части природопользования устанавливает допустимые биогеохимические закономерности, но также оценивается по критериям здоровья человека [6]. Поэтому материалы статьи направлены на обоснование показателей о состоянии здоровья в качестве критериев оценки среды обитания человека, т. е. кадастровой оценки земель населенных пунктов.

**Двойственная оценка здоровья.** Интересы и возможности человека не сводимы к универсальным биологическим и психологическим признакам и меняются вопреки физиологическим параметрам отдельных функций и реакций организма на внешние раздражители. Поэтому состояние здоровья оценивается по частоте встречаемости нарушений, которые регистрируются при обращении за квалифицированной медицинской помощью.

Изучение состояния здоровья по показателям заболеваемости возможно, если рассматривать их как реципрокные отношения. В. П. Куликов предлагает рассматривать здоровье и болезнь как два противоположных проявления жизни. «Определенный индивидуальный уровень пативности и сантивности характерен для каждого человека. Он заложен в молчащих до времени генетических дефектах, индивидуальном несовершенстве приспособительных систем и реакций, следах неблагоприятных воздействий и перенесенных болезней, ограничениях для реализации своих потребностей. Сантивность и пативность взаимобуславливают друг друга и могут существенно изменяться на протяжении жизни» [7, с. 60].

Нарушение состояния здоровья необходимо рассматривать в территориальном и эволюционном аспектах. Жизнь человека, рассматриваемая в медицине как возрастная физиология, отражает приспособление к среде обитания. Поэтому возникающая патологическая пораженность, как медико-статистический показатель, характеризует совокупность предпатологических состояний и болезней, выявленных путем активных медицинских осмотров населения. Этот показатель применим, если нельзя достаточно точно принять территорию распространения, например для таких заболеваний, как СПИД – ВИЧ, онкология, грипп, некоторые инфекции и редкие болезни. Патологическая пораженность преимущественно свидетельствует об эндогенных факторах, которые рассматриваются в медицине при постановке диагноза и определении схемы лечения. Патологическая пораженность измеряется по номинальной шкале. Получаемые номинальные (категориальные) переменные используются только для качественной классификации на пативность и сантивность. По ним можно установить количество случаев без ранжирования и установления приоритетов.

Если же распространенность заболевания может быть выявлена на определенной территории и является долей из числа проживающего населения, то для нее необходимо использовать медико-статистический показатель – популяционная чувствительность, который свидетельствует об экзогенных факторах.

Наиболее важным заключением о причинах нарушения здоровья следует считать вывод И. П. Давыдовского: 1) «Этиология как учение может развиваться только на основе каузальности и детерминизма»; 2) «Никакие тысячи индивидуальных заболеваний, изучаемых этиологически с позиций сегодняшнего дня, т. е. минуя исторический аспект, не позволяют понять ни этиологии, ни сущности заболевания. Этому не помогут и экспериментальные модели, в которых каузально-исторические связи по объективным условиям опыта всегда отсутствуют» [8, с. 10, 18–19, 20]. Судьба земли, определяемая в Земельном кодексе Российской Федерации (статья 1, п. 5) как «единство судьбы земельных участков и прочно связанных с ними объектов, согласно которому все прочно связанные с земельными участками объекты следуют судьбе земельных участков, за исключением случаев, установленных федеральными законами», может быть сложена соблюдением санитарно-эпидемиологических требований. Они пропорциональны жизни не менее трех поколений, в отличие от экологии, масштабы регулирования которой пропорциональны цивилизации.

Далее в тексте используются следующие общепризнанные условные обозначения:

CL<sub>50</sub> – концентрация, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при ингаляционном воздействии;

DL<sub>50</sub> – средняя доза вещества, вызывающая гибель половины членов испытываемой группы;

БПК – биохимическая потребность в кислороде в процессах окисления органических веществ по контрольным датам 2, 5, 10, 20 суток и полное потребление;



КОЕ – показатель, указывающий на число образующих колонии бактерий в 1 мл среды;

НАГ вибрионы – холероподобные заболевания человека НАГ-вибрионами, не склеивающиеся в кучки (агглютинироваться) в присутствии противохолерной сыворотки;

ПДК – предельно допустимая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений;

ХПК – химическая потребность в кислороде, необходимое для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде.

**Возможность и точность измерения среды обитания человека.** Для водного фактора предусмотрено три критерия оценки качества воды. Доброкачественная питьевая вода должна соответствовать нормативным требованиям по всем четырем критериям ее оценки (эпидемическая и радиационная безопасность, безвредность химического состава, благоприятные органолептические свойства). Условно доброкачественной питьевой водой принимается та, которая не соответствует нормативным требованиям по показателям, нормированным по органолептическому признаку вредности (до 3 ПДК), не влияющая на здоровье населения, но ухудшающая условия водопользования (запах и привкус до 3 баллов), мутности до 2 мг/л, а также по санитарно-индикаторным показателям (превышение общего микробного числа – больше 5 % нестандартных проб в течение 12 месяцев при количестве использованных проб не менее 100 за год). К недоброкачественной питьевой воде относится не соответствующая требованиям по содержанию химических веществ, нормированных по санитарно-токсикологическому признаку вредности на уровне более 1 ПДК, содержанию веществ, нормируемых по органолептическому признаку вредности, – более 3 ПДК, мутности – более 2 мг/л, содержанию радиоактивных компонентов, а также выделению из водопроводной воды патогенных микроорганизмов и паразитарных агентов (письмо Роспотребнадзора 28.07.2008 г., № 01/8039-8-32).

Для регулирования выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях учитывают два случая возникновения загрязнения атмосферного воздуха: от одиночных источников или обобщенно по всему населенному пункту [9, п. 3]. В первом случае предупреждение о неблагоприятных метеорологических условиях составляют в связи с ростом концентраций примесей более 10 % максимально разовых ПДК. Во втором случае – при повторяемости концентраций более 2 %. Применяемые показатели отражают (долю): количество измерений существенно повышенных концентраций, значения которых в 1,5 раза превышают среднесезонное значение, к общему количеству измерений на всех постах города в течение дня.

Эти же показатели применяются для прогноза загрязнения воздуха [10].

Оценка влияния источников и условий нецентрализованного и централизованного хозяйственно-питьевого водопользования населения, а также рекреационного водоснабжения и условий коммунального благоустройства на степень эпидемической опасности возникновения кишечных инфекций построена с применением регистрации событий в долях [8]. Далее приведены следующие показатели.

I. Показатели для оценки эпидемической опасности (III уровень [11]), связанной с **условиями** централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

1. Доля проб перед поступлением в распределительную сеть, в которых обнаружены общие колиформные бактерии, равно и более 2 %.

2. Доля проб перед поступлением в распределительную сеть, в которых обнаружены *E.coli* (термотолерантные колиформные бактерии), равно и более 1 %.

3. Доля проб воды в распределительной сети, в которых обнаружены общие колиформные бактерии, более 15 %.

4. Доля проб воды в распределительной сети, в которых обнаружены *E.coli* (термотолерантные колиформные бактерии), равно и более 2 %.

5. Доля проб воды из распределительной сети с числом колиформных бактерий – 2 КОЕ/100 мл и более, более 5 %.

6. Доля проб перед поступлением в распределительную сеть, в которых общее микробное число превышает 20 КОЕ/мл, равно и более 2 %.

7. Доля проб воды в распределительной сети, в которых общее микробное число превышает 50 КОЕ/ мл, более 15 %.

8. Доля проб на входе в распределительную сеть, в которых обнаружены споры сульфитредуцирующих клостридий, равно и более 4 %.

9. Доля проб, в которых обнаружены условно-патогенные бактерии (клебсиеллы, синегнойные палочки, протеи, энтеробактеры, цитробактеры и другие бактерии семейства *Enterobacteriaceae*), более 2 %.

10. Доля населения, обеспеченного централизованным водоснабжением, менее 80 %.

11. Доля дней нерегулярной подачи воды потребителю, в том числе и в результате аварий, более 50 %.

II. Показатели для оценки эпидемической опасности (III уровень по [11]), связанной с **источниками** централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

1. Доля проб воды из поверхностных источников водоснабжения с числом общих колиформных бактерий, превышающим уровни действующих нормативных документов, с учетом применяемых методов водообработки, более 60 %.

2. Доля проб из поверхностных источников водоснабжения, в которых обнаружены возбудители кишечных инфекций: *Vibrio cholera* 01 группы, *Campyl-*

obacter jejuni, Salmonella typhi, Salmonella paratyphi A и B, Shigella, Yersinia pseudotuberculosis, более 2 %.

3. Доля проб из поверхностных источников водоснабжения, в которых обнаружены возбудители кишечных инфекций: прочие сальмонеллы, НАГ вибрионы, более 10 %.

4. Доля проб воды из подземных источников водоснабжения с числом общих колиформных бактерий (глюкозоположительные колиформные бактерии) в 100 мл, превышающим уровни по действующим нормативным документам, без обеззараживания, более 2 %.

5. Доля проб воды из подземных источников водоснабжения с числом общих колиформных бактерий (глюкозоположительные колиформные бактерии) в 100 мл, превышающим уровни по действующим нормативным документам, при обеззараживании, более 50 %.

6. Доля проб из подземных источников водоснабжения, в которых обнаружены условно-патогенные бактерии кишечных инфекций (клебсиеллы, синегнойные палочки, протеи, энтеробактеры, цитробактеры и другие бактерии семейства Enterobacteriaceae), без обеззараживания, более 1 %.

7. Доля проб из подземных источников водоснабжения, в которых обнаружены условно-патогенные бактерии кишечных инфекций (клебсиеллы, синегнойные палочки, протеи, энтеробактеры, цитробактеры и другие бактерии семейства Enterobacteriaceae), при обеззараживании, более 2 %.

III. Показатели для оценки эпидемической опасности (III уровень по МР 2.1.10. 0031-11), связанной с **условиями** нецентрализованного водоснабжения.

1. Доля проб воды, в которых обнаружены общие колиформные бактерии (глюкозоположительные колиформные бактерии), более 5 %.

2. Доля источников нецентрализованного водоснабжения из общего числа, не отвечающих действующим нормативным документам, более 50 %.

3. Доля проб, в которых обнаружены условно-патогенные бактерии кишечных инфекций (клебсиеллы, синегнойные палочки, протеи, энтеробактеры, цитробактеры и другие бактерии семейства Enterobacteriaceae), более 2 %.

IV. Показатели для оценки эпидемической опасности (III уровень по МР 2.1.10. 0031-11), связанной с **рекреационным** водопользованием.

1. Доля проб воды водоема в зонах рекреации числом общих колиформных бактерий, превышающих требования нормативных документов, более 60 %.

2. Доля населения, использующего воду водоема для хозяйственно-бытовых нужд, более 10 %.

3. Доля населения, использующего воду водоема для рекреации, более 30 %.

V. Показатели для оценки эпидемической опасности (III уровень [11]), связанной с условиями коммунального благоустройства.

1. Доля населения, проживающего в благоустроенных домах коммунального и частного секторов с внутренним водопроводом и канализацией, менее 25 %.

2. Доля населения, проживающего в неканализованных домах коммунального сектора, более 10 %.

3. Доля населения, проживающего в неканализованных домах частного сектора, более 80 %.

4. Отношение протяженности уличных водопроводов к длине улиц менее 0,3 (или 30 %).

5. Отношение протяженности уличных канализационных коллекторов к длине улиц менее 0,2 (или 20 %).

По данным Н. П. Бочкова и других исследователей [12], более 4 % населения поражено наследственными аномалиями только генной природы и около 1 % детей ежегодно рождаются с хромосомными мутациями.

Исследования заболеваемости эндемическими болезнями позволили установить степень риска заражения [13]. Например, при частоте контактов населения с клещами менее 10 %, уровень латентного инфицирования составляет менее 15 % и уровень заболеваемости 0,003 %. При частоте контактов с клещами более 30 % уровень латентного инфицирования возрастает – свыше 40 %, а заболеваемость – более 0,01 %.

Предлагается интегральную оценку питьевой воды централизованных систем водоснабжения проводить на основании методологии оценки риска для здоровья населения [14, п. 6.1]. Для этого шкала интенсивности запаха и привкуса питьевой воды дополнена показателями доли населения, отражающими интенсивность ощущения (0; 2–5 %; 10–20 %; около 50; 80–90 %; 95 %), и рассчитана априорная вероятность (риск) ее обнаружения. Первые два уровня (отсутствие запаха, привкуса не ощущается потребителем, но обнаруживается специалистом) свидетельствуют о благоприятных свойствах воды. Следующие два уровня (обнаруживается потребителем, если обратить внимание, и легко обнаруживаемый может быть причиной того, что вода может стать непригодной для питья) настораживают до половины водопользователей. Два последних уровня (привлекает внимание, может заставить воздержаться от питья и настолько сильный, что делает воду непригодной для питья) практически для всего населения делает недоступным водопользование.

Для организации и проведения санитарно-гигиенических мероприятий в зонах химических аварий [15, п. 2.3] массовые случаи поражения людей классифицированы следующим образом: низкая – 2 случая на 100 человек населения в зоне поражения; средняя – 2,1–5; высокая – 5,1–10; очень высокая более 10.

При организации и проведении режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши [16, п. 3.1.58] характерными загрязняющими веществами принимаются те, у которых повторяемость (число случаев в году) концентраций, превышающих ПДК, составляет более 50 % случаев.

Для оценки риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска [17, п. 2.2], исходят из оценки ВОЗ в Европе о том, что ежегодно

климатические изменения являются причиной от 1 до 10 % смертей среди старших возрастных групп.

Приведенные модельные критические уровни частично имеют практическое воплощение в популяциях человека. В гигиене инфекционные и паразитарные заболевания разделены на 6 групп, что можно также считать критериями управления (кризисные – 0,04 случая на 100 тыс. населения; массовые – 29 139,97; распространенные 371,60; редкие (управляемые) – 5,38; редкие (естественные) – 5,38 [18, с. 259].

Неблагоприятные побочные реакции (НПР) лекарственных средств имеет следующую распространенность. По данным требований [19, с. 87], побочные эффекты возникают у 18–40 % пациентов, принимающих лекарственные препараты, но служат поводом обращения к врачу лишь у 4–6 %, а с госпитализацией 0,3–5 %. В отделении интенсивной терапии нуждаются 3 %.

Допускается погрешность измерения концентрации загрязняющего вещества в выбросах лабораторными и экспрессными методами не более  $\pm 25$  % во всем диапазоне измеряемых концентраций [20, п. 4].

Приведенные данные свидетельствуют о возможностях и точности измерения среды обитания и здоровья человека, выраженные в долях в расчете на 100.

**Эмпирические шкалы о популяции, качестве среды обитания человека и неблагоприятных факторах.** Считается общепризнанным, что наличие дисгармонии в любой системе имеет важную функцию необходимого разнообразия, является условием ее самоорганизации. Эмпирический материал о социальных процессах позволяет предположить, что константа необходимой дисгармонии в системах составляет около 6 %. По определению А. А. Давыдова, социальная дисгармония отражает отклонение от «нормы» (общепринятых социальных стандартов), а также нарушение соразмерности, пропорциональности частей в строении и динамике социальных систем [21].

Наряду с параметром социальной дисгармонии, А. А. Давыдов предлагает константу стабилизирующего отбора, равную 0,0008 % [22]. Предполагается, что в системе, представляющей человечество в целом, имеет место стабилизирующий отбор, т. е. элиминация (исключение) нежелательных элементов, в качестве которых могут выступать «неподходящие» индивиды: плохо адаптированные, не оправдавшие ожиданий и т. д. Подобная элиминация может осуществляться различными способами: за счет младенческой смертности, летальных исходов несчастных случаев, суицида и убийств.

Фундаментальная S-образная зависимость токсического эффекта имеет три качественных уровня. Линейный характер зависимости находится в диапазоне «эффекта» от 16 до 84 %, выше этого диапазона наблюдаются 100 % смертельные исходы, а нижняя часть рассматриваемой S-образной зависимости от 16 % и менее характеризует гигиенические закономерности, с наличием хронических эффектов. В диапазоне 84–16 % изучается токсическое действие веществ, а принятые санитарно-гигиенические нормативы (предельно допустимые концентрации) находятся в нижней части диапазона до 16 % [23].

Экспериментальная зависимость «доза – эффект» в диапазоне токсических линейных отрезков 16–84 % чаще всего реализуется в гигиене труда и гигиене питания, а в диапазоне менее 16 % – в гигиене окружающей среды. Население реагирует на действие факторов (химических) окружающей среды в диапазоне 16–84 % по острому токсическому эффекту, а менее 16 % с превалированием хронического эффекта. Оба эффекта в конечном итоге выражаются в наступлении болезни. Острое действие детерминирует быстрое наступление болезни, а хроническое имеет длительную стадию неспецифических реакций организма. С позиции закономерности «доза – время – эффект» в диапазоне 16–84 % болезнь наступает всегда, а в диапазоне менее 16 % может возникнуть, но может и не возникнуть.

В диапазоне токсического эффекта 6–16 % находятся такие социально-гигиенические константы, как «порог» вредного действия и подпороговая доза. Чем ближе к подпороговой дозе, тем менее выражен патологический эффект, но сохраняется масштаб социального действия вредных факторов. В диапазоне порогового и подпорогового эффектов находится ПДК. Следовательно, социальная дисгармония, описанная А. А. Давыдовым, начинается от ПДК до токсических доз или по его градации менее 6 %. Можно принять, что эта дисгармония начинается с уровня пороговых величин относительно гигиенических нормативов. При приближении к 0,0008 % антропогенная детерминация социальной дисгармонии сменяется природным естественным отбором. Следовательно, в целом, проявление социальных, гигиенических и антропопатологических эффектов в разной степени присуще всему диапазону вредного влияния антропогенных факторов в диапазоне до 6 %.

**Для целей классификации территории при кадастровой оценке среды обитания человека и мониторинга изменений предлагаются следующие ступени.** Числовое различие долей образует ступени, в пределах которых можно рассматривать медико-биологические закономерности однородной природы и социально-экономические обременения в градостроительной деятельности [24]. Несмотря на различие долей в величинах на каждой ступени, можно изучать сопряжение показателей, совершенствовать механизмы надзора и выстраивать типовые управленческие и финансовые механизмы управления.

**Первая ступень с диапазоном встречаемости долей более 84 %.**

1. Диапазон значений не применяется в токсикологических экспериментах, поэтому не отражается в статических показателях и кадастровой оценке.

2. При регистрации явлений 1-й ступени специфичность, по И. В. Давыдовскому [8], не оценивается. Медицинская помощь при отравлениях носит конкретно нормативный регламент по времени и клиническим процедурам. Первая помощь при отравлении установлена в информационной карте потенциально опасного химического и биологического вещества в Российском регистре.

3. Явления данной ступени относятся к чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера. Первая ступень по шкале долей в окружающей

человека среде практически не возникает. Статистические данные получаются в результате расчета кумулятивных показателей. Анализ таких показателей методами математической статистики ограничен.

4. Социально-гигиенические явления первой степени нуждаются в дальнейшем совершенствовании используемых показателей, систем мониторинга и причинно-следственных моделей.

5. Для предупреждения и предотвращения явлений такого масштаба действуют системы гражданской обороны и профилактики чрезвычайных ситуаций. Поэтому «основными параметрами, определяющими степень опасности загрязнения окружающей среды и поражения людей, являются: масса, агрегатное состояние и токсичность выбрасываемых веществ, метеорологические условия, рельеф местности в районе аварии, плотность застройки и проживания, наличие мест массового пребывания людей и т. п.» [15, п. 2.1].

6. Прогноз основывается на суммировании явлений природного и техногенного характера и возможного потенцирования человеческим (антропогенным) фактором, в результате которых происходит резкий, т. е. нерегистрируемый рост заболеваемости, не только по обращаемости, но и по вызовам скорой помощи.

### **Вторая степень с диапазоном встречаемости долей 84–16 %.**

1. Диапазон значений применяется в токсикологических экспериментах для установления следующих параметров токсикометрии: острая токсичность  $DL_{50}$  (мг/кг) и  $CL_{50}$  (мг/м<sup>3</sup>) с учетом пути поступления, времени экспозиции и вида животного; кумулятивность; клиническая картина острого отравления; наиболее поражаемые органы и системы; дозы (концентрации), обладающие минимальным токсическим действием (пороги действия, их размерность, путь и время введения, вид животных); раздражающее действие (кожа, глаза); кожно-резобтвивное действие; сенсibiliзирующее действие; эмбриотропное действие; гонадотропное действие; тератогенное действие; мутагенное действие; канцерогенное действие (человек, животные).

2. При регистрации явлений 2-й степени оцениваются патологически обусловленные закономерности, сводимые к показателям заболеваемости по обращаемости [8, главы 3, 5, 8]. Медицинская помощь человеку при заболеваниях оказывается в соответствии с медико-экономическими стандартами. Единственной неопределенностью можно считать моделирование, к которому прибегает врач для обоснования диагноза, руководствуясь теорией полезности [25, параграф 5.3] данных анамнеза, обследования пациента и биохимических исследований. В дальнейшем поиск полезности тех или иных клинических данных привел к построению методов доказательной медицины, эпидемиологическим расследованиям и скринингу нарушения состояния здоровья.

Однако, за счет того, что в социально-гигиенических исследованиях применяются данные заболеваемости по обращаемости, регистрируемые болезни носят множественный и условно редкий характер. Детализация патологического процесса в интересах диагностики и лечения не совпадает с необходимостью

установления причин ее возникновения. Поэтому показатели нарушения состояния здоровья, выраженные в долях, находятся в основном на 4-й и редко – на 3-й ступени.

3. Приведенные показатели среды обитания и нарушения состояния здоровья могут применяться для установления линейной дозовой зависимости и разработки управленческой социально-экономической модели. Однако, для некоторых показателей, вероятно, нужна верификация данных или пересмотр признаков, обеспечивающих наполнение соответствующих нозологических групп. Можно учитывать сочетанное действие негативных факторов, приводящих к высокой степени эффектов в виде общей заболеваемости по обращаемости.

4. Социально-гигиенические явления второй ступени характеризуются выраженной причинно-следственной закономерностью, в результате чего у одного негативного явления преимущественно одна причина. Это позволяет иметь адресные механизмы решения на основе бюджетного процесса. Для этого показатели здравоохранения должны соответствовать бюджетной классификации России.

5. С учетом выявленных причинно-следственных закономерностей можно установить величину расходов на осуществление мероприятий и определить их социально-экономическую эффективность. Постатейный бюджетный механизм управления позволяет решать социально-экономические проблемы в рамках каждого ведомства или экономической отрасли. Они важны при оценке вреда (ущерба) здоровью и возмещению в судебном порядке. Профилактика этих проблем обеспечивается в схемах территориального планирования и генеральном плане поселения.

6. Прогноз основывается на эффективности методики лечения исходя из токсического поражения организма.

### **Третья ступень с диапазоном встречаемости долей 16–6 %.**

1. Диапазон нелинейной дозовой зависимости и ориентации на ПДК. Проявляются реальная степень загрязнения окружающей среды и ответных неспецифических реакций организма человека. Возможны математико-статистические модели. Для некоторых показателей состояния среды обитания и нарушения здоровья граница ступени 16 % может быть увеличена до 25 % с учетом возможности изучения причинно-следственных закономерностей.

Отсутствие статистически значимого различия между контрольным и опытным воздействием на организм является основанием принятия гигиенических нормативов. Поэтому гигиенические нормативы помимо количественной меры имеют условия их применения: предельно допустимая концентрация для ингредиентов в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup> (максимально разовая для веществ, обладающих рефлекторным действием, и среднесуточная для веществ, обладающих резорбтивным действием); в воде водоемов и водоразводящей сети; допустимые остаточные количества ингредиентов в пище и класс опасности химических веществ и соединений.



2. При регистрации явлений 3-й степени оценивается специфичность экологически обусловленных заболеваний [8, главы 1, 4]. Для описания этиологии и силы фактора применимы математико-статистические методы установления причинно-следственных закономерностей и планирования принципиальных (экологических, инженерных и градостроительных) мероприятий. Для принятия решения создают нулевую гипотезу и ей альтернативную. После анализа статистических данных методами теории вероятности и математической статистики принимается только одна из двух альтернативных гипотез.

3. Между приведенными долями возможны математико-статистические взаимосвязи с применением соответствующих поправок, например Фишера. Приведенные статистические доли заболеваний свидетельствуют о популяционной чувствительности населения и «слабой» составляющей управления на основе общественного здоровья.

4. Социально-гигиенические явления третьей степени характеризуются слабо выраженной причинно-следственной закономерностью. Нелинейность характеризуется тем, что при изучении причинно-следственных закономерностей получается множество слабых или статистически не значимых (и даже обратно пропорциональных) закономерностей. У одного негативного явления может быть несколько причин. Для решения такого рода задач необходим программный подход, в котором предусматривается комплекс мер по различным направлениям, учитывающим нелинейный характер причинно-следственных закономерностей.

5. Здесь, как правило, нет ведущей бюджетной статьи, а решение проблемы возможно по совокупности мероприятий, осуществляемых по различным разделам экономики и институтам общества. Поэтому в программе важно обосновать перечень факторов, в совокупности обеспечивающих максимальный учет причин и экономическую управляемость. Как правило, экономические затраты по отдельным направлениям больше, чем совокупный ожидаемый эффект. Поэтому рассчитанная величина социально-экономической эффективности таких мероприятий низкая. Программный подход в управлении нуждается в территориальном принципе решения социально-экономических проблем, т. е. в пределах муниципального образования, или субъекта Федерации, или природного территориального комплекса.

Здесь необходимы мероприятия по снижению насыщенности зон функционального зонирования населенных пунктов источниками негативного воздействия и корректировка кадастрового деления территории города в сторону преобладания зон рекреации.

6. Прогноз основывается на модели причинно-следственной закономерности, с коэффициентом детерминации не менее 50 %.

#### **Четвертая степень с диапазоном встречаемости долей 6–0,0008 %.**

1. Диапазон действия константы необходимой дисгармонии. Показатели нарушения состояния здоровья носят стохастический и многопричинный характер. Математико-статистические модели о причинно-следственных законо-

мерностях не значимы из-за регистрации редких, и в то же время естественных явлений заболеваемости среди населения и социальной дисгармонии в обществе.

Случайный характер изучаемых явлений возникает из-за экологических процессов в окружающей среде, приводящих к спорадической кратности превышения ПДК. В информационной карте потенциально опасного химического и биологического вещества учитываются следующие экологические обстоятельства этих причин: стабильность в абиотических условиях; трансформация в окружающей среде; биологическая диссимилиация (БПК<sub>5</sub>/ХПК) × 100 %; БПК полное; ХПК; острая токсичность для рыб CL<sub>50</sub> (мг/л); острая токсичность для дафний Магна CL<sub>50</sub> (мг/л); токсическое воздействие на водоросли CL<sub>50</sub> (мг/л); ПДК, (ОДУ) рыбохозяйственные, токсическое воздействие на почвенных беспозвоночных CL<sub>50</sub> (мг/л); выявленные эффекты на модельные экосистемы.

2. При регистрации явлений 4-й степени оценивается специфичность действия внутренних факторов [8, главы 2, 6, 7]. Такая степень свидетельствует об эффективности действующей системы медицинской помощи, естественных процессах снижения или накопления ингредиентов в организме человека. Их комбинация формирует «провокацию» нозологий, приводящую к риску возникновения специфических (наследственных) заболеваний. Риск – это то, что не подлежит прямым измерениям, поэтому здесь возможны только медицинская и гигиеническая профилактика индивидуального образа жизни и среды обитания.

Наиболее полная характеристика риска дана Б. А. Кацнельсоном и Л. И. Приваловой. Риск «есть процесс оценки вероятной распространенности неблагоприятного эффекта для здоровья людей, находящихся в различных условиях экспозиции. Она опирается на результаты предыдущих этапов и, поскольку они связаны с рядом неопределенностей, постольку именно на этапе характеристики (к которой, по сути дела, и сводится конечный итог всей оценки риска) требуется объективное описание этих неопределенностей» [26, с. 8–9]. По их рассмотрению, оценка риска имеет, как минимум, тройное толкование: а)  $n^k$  человек в расчете на  $N^m$  жителей, при  $m \gg k$ , экспонированных к веществу  $A$  на протяжении всей жизни, умрут от рака; б) риск для человека лежит в диапазоне от  $n^{k-1}$  до  $n^{k+1}$  смертей на  $N^m$  экспонированных; в) суждение в узкой области, например, канцерогенез, распространяется на смежные по характеру действия или ответной реакции. Различные точки зрения имеют право на существование при наличии алгоритма выбора правдоподобных рассуждений.

3. Показатели нарушения состояния здоровья носят стохастический и полиэтиологический характер. При этом математико-статистические модели не значимы из-за регистрации редких, и в то же время естественных явлений заболеваемости и социальной дисгармонии. Важно отметить, что и первичная, и общая заболеваемость по обращаемости распределяются в одном диапазоне критической степени. Для этих показателей нет существенного статистического

различия между принятыми возрастными группами детей и взрослых. Регистрируемые нозологические формы подтверждают действие константы необходимой дисгармонии.

В статье [27, п. 7.6] предлагается классификация уровней риска, обусловленных воздействием химических веществ, загрязняющих окружающую среду, в которой первый диапазон риска относится к закономерностям стабилизирующего отбора (5-я степень).

Второй диапазон в статье [27, п. 7.6.3] рассматривается как индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1 \cdot 10^{-6}$ , но менее  $1 \cdot 10^{-4}$ , считается соответствующим предельно допустимому риску, т. е. верхней границе приемлемого риска. «Именно на этом уровне установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов для населения в целом (например, для питьевой воды ВОЗ в качестве допустимого риска использует величину  $1 \cdot 10^{-5}$ , для атмосферного воздуха –  $1 \cdot 10^{-4}$ ). Данные уровни подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях при таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению». В доступных для математико-статистического анализа данных этот диапазон составляет более  $1 \cdot 10^{-40}\%$ , но менее  $1 \cdot 10^{-20}\%$ , что ниже уровня действия константы необходимой дисгармонии (6 %).

Третий диапазон [27, п. 7.6.4] рассматривается как индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1 \cdot 10^{-4}$ , но менее  $1 \cdot 10^{-3}$ , приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. Считается, что появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. «Планирование мероприятий по снижению рисков в этом случае должно основываться на результатах более углубленной оценки различных аспектов существующих проблем и установлении степени их приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам на данной территории». В доступных для математико-статистического анализа данных этот диапазон составляет более  $1 \cdot 10^{-2}\%$ , но менее  $1 \cdot 10^{-1}\%$ , что ниже уровня действия константы необходимой дисгармонии (6 %).

Четвертый диапазон [27, п. 7.6.5] рассматривается как индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или более  $1 \cdot 10^{-3}$ , и считается неприемлемым ни для населения, ни для профессиональных групп. «Данный диапазон обозначается как *De manifestis Risk*, и при его достижении необходимо давать рекомендации для лиц, принимающих решения о проведении экстренных оздоровительных мероприятий по снижению риска». В доступных для математико-статистического анализа данных этот диапазон составляет более  $1 \cdot 10^{-1}\%$ , что ниже уровня действия константы необходимой дисгармонии (6 %).

4. Социально-гигиенические явления четвертой степени характеризуются практически отсутствием причинно-следственных закономерностей между регистрируемыми негативными явлениями и гипотетическими причинами. На стадии строительства создаются системы санитарно-технического обеспечения

и территориального разграничения, а на стадии эксплуатации – постоянный мониторинг. Если инженерные мероприятия научно обоснованы и обеспечивают устойчивое функционирование систем, то природные показатели изменяются, что создает разброс регистрируемых параметров и приводит к превышению установленных нормативов.

5. Несмотря на значительные экономические расходы на эксплуатацию оборудования, производственный надзор и экологический контроль, необходима корректировка хозяйственной деятельности с учетом изменения природных условий. Таким образом, сохраняются приемлемые параметры негативных явлений на уровне не более чем социальной дисгармонии.

6. Прогноз основывается на расчете риска как равновероятного события об отсутствии нарушения состояния здоровья по причине ухудшения среды обитания населения.

**Пятая ступень с диапазоном встречаемости долей менее 0,0008 %.**

1. Диапазон действия константы стабилизирующего отбора и значений ПДК. Здесь также проявляются ограничения статистического описания. Низкие величины социально-биологических событий в данной ступени определяются, с одной стороны, редкостью проявления законов «естественного отбора» в обществе, а, с другой, наличием экономических регуляторов, снижающих опасные явления ниже эпидемиологического порога.

2. При регистрации явлений 5-й ступени, специфичность по И. В. Давыдовскому не оценивается. К элементам оценки риска относятся понятия, для которых можно применить количественные измерения. Если возможных вариантов ответов более трех (положительно, отрицательно, без изменений), то создание механизмов расчета риска бессмысленно. Механизмы, формирующие стабилизирующий отбор (или риск в понимании токсикологии), носят собирательный характер из экспериментально-токсикологических исследований на подопытных биологических объектах, клинических данных больных стационаров, эпидемиологических поликлинических сведений о населении. Стечение обстоятельств против человека не относится к области изучения теории случайных процессов, этиопатогенетических закономерностей и управления обществом.

3. В руководстве по оценке риска первый диапазон риска [27, п. 7.6.2] рассматривается как индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший  $1 \cdot 10^{-6}$ , что соответствует одному дополнительному случаю серьезного заболевания или смерти на 1 млн экспонированных лиц, характеризует такие уровни риска, которые воспринимаются всеми людьми как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков (уровень *De minimis*). «Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению, и их уровни подлежат только периодическому контролю». В доступных для математико-статистического анализа данных этот рубеж  $1 \cdot 10^{-4} \%$ , находится в пределах действия константы стабилизирующего отбора  $8 \cdot 10^{-4} \%$ .

4. Социально-гигиенические явления пятого уровня чаще всего не имеют известных причинно-следственных закономерностей. Превышение нормативов носит эпидемиологический характер. Регулируются мерами строгого надзора в соответствии с эпидемической значимостью особо опасных инфекций. Из-за статистической незначимости показатели инфекционной заболеваемости приводятся в абсолютных величинах.

5. Действенными мерами является введение карантина на территории, на продукцию или на общение между людьми. Среди населения делаются прививки и изоляция очагов особо опасных инфекций, вопреки экономическим и экологическим интересам.

6. Одним из важных государственных мероприятий является разработка прогноза инфекционных и вирусных вспышек с учетом эпидемиологической обстановки в очагах и других странах мира. Математический прогноз не имеет смысла, а носит логический характер возможности повторения экологических ситуаций, благоприятных для вспышки.

Ранжирование показателей в порядке убывания числового значения носит механический характер. Рядом или близко стоящие значения долей могут отличаться как величины, но быть тождественны как числа, если имеют одинаковый механизм образования вычисления. Ступени формируют изоэффективные диапазоны, в которых могут быть установлены соответствующие причинно-следственные закономерности и могут быть применены пропорциональные по патологической пораженности или популяционной чувствительности профилактические санитарно-гигиенические или сложные инженерно-технические мероприятия, предусматриваемые в градостроительной деятельности. В настоящее время многообразие причин, складывающихся в пределах одной функциональной зоны, и более сложный спектр ответных реакций организма человека приводит лишь массовой, т. е. дорогой лечебной деятельности. Среда обитания, формируемая только средствами градостроительной деятельности в интересах прибыли, приводит (к пропорциональным) расходам в социальной сфере без должного и явного устойчивого развития общества. Подрываются принципы землеустройства, кадастра и мониторинга на землях населенных пунктов [28].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения № 52-ФЗ, от 30.03.1999 г. (в редакции на 25.06.2012 г.) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. Креймер М. А. Экономические задачи территориального планирования и экологическое обоснование судьбы земли // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 78–88.
3. Гиниятов И. А., Ильиных А. Л. Геоинформационное обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 33–39.
4. Данилин И. М., Иванов С. С. Городские леса и проблема их рекреационного использования // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 2 (15). – С. 74–82.
5. Щукина В. Н., Голякова Ю. Е., Малышкина И.А. Формирование особо охраняемых природных территорий // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 60–65.

6. Креймер М. А. Совершенствование управления природопользованием на основе биогеохимических процессов в экологии // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 2 (15). – С. 97–108.
7. Куликов В. П. Трехмерная модель здоровья. Сангивность и пативность // Здоровье охранение Сибири. – 2000. – № 1. – С. 56–63.
8. Давыдовский И. В. Проблема причинности в медицине (этиология). – М.: Государственное издательство медицинской литературы, 1962. – 176 с.
9. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. РД 52.04.52-85. – Руководящий документ Росгидромета, 1985.
10. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха РД 52.04.306-92. – Руководящий документ Росгидромета, 1992.
11. Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем. МР 2.1.10. 0031-11. Методические рекомендации Роспотребнадзора, 2011.
12. Система оценки химических веществ на мутагенность для человека: общие принципы, практические рекомендации и дальнейшие разработки / Бочков Н. П., Шрам Р. Я., Кулешов Н. П., Журков В. С. // Генетика. – 1975. – Т. XI. – № 10. – С. 156–169.
13. Ландшафтно-эпидемиологическая характеристика западной части Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса по природно-очаговым инфекциям / Чудинов П. И., Тищенко Г. А., Шайман М. С., Чуловский И. К. и др. // Природно-очаговые инфекции в районах народнохозяйственного освоения Сибири и Дальнего Востока. Труды ОГМИ им. М. И. Калинина. – Омск, 1983. – С. 13–21.
14. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности. МР 2.1.4.0032-11. Методические рекомендации Роспотребнадзора, 2011.
15. Организация и проведение санитарно-гигиенических мероприятий в зонах химических аварий. МУ 1.1.724-98. Методические указания Роспотребнадзора, 1998.
16. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. РД 52.24.309-2011. Руководящий документ Росгидромета, 2011.
17. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска. МР 2.1.10.0057-12. Методические рекомендации Роспотребнадзора, 2012.
18. Региональные проблемы здоровья населения России / Отв. ред. В. Д. Беляков. – М.: ВИНТИ, 1993. – 334 с.
19. Клиническая фармакология: учеб. / Под ред. В. Г. Кукеса. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 944 с.
20. Требования к точности контроля промышленных выбросов. Методические указания. РД 52.04.59-85. Руководящий документ Росгидромета. 1985.
21. Давыдов А. А. Системный подход в социологии: законы социальных систем. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 256 с.
22. Давыдов А. А. Константы в социальных системах // Вестник Российской академии наук. – 1993. – Т. 63. – № 8. – С. 733–736.
23. Токсикометрия химических веществ загрязняющих окружающую среду / под общ. ред. А. А. Каспарова и И. В. Саноцкого. – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1986. – 426 с.
24. Креймер М. А. Принципы построения региональных нормативов градостроительного проектирования // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 60–76.
25. Ластед Л. Введение в проблему принятия решений в медицине. – пер. с англ. И. М. Быховской, под ред. проф. М. Л. Быховского. – М.: Мир, 1971. – 282 с.

26. Кацнельсон Б. А., Привалова Л. И. «Оценка риска» и гигиеническая регламентация – альтернативы или взаимодополняющие подходы? // Токсикологический вестник. – 1996. – № 4. – С. 5–10.

27. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.1920-04. Руководство Роспотребнадзора, 2004.

28. 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.

Получено 21.01.2014

© М. А. Креймер, А. С. Огулов, В. В. Турбинский, 2014

УДК 551.8: 502 (571)

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕКРЕАЦИИ И ТУРИЗМА

*Лариса Викторовна Воронина*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры управления и предпринимательства, тел. 8-913-954-22-51, (383)361-01-24, e-mail: voroninasgga@mail.ru

Проводится анализ экстремальных значений температуры воздуха, аномальных отклонений, межсуточной изменчивости в целях их воздействия на здоровье и состояние человека. Указывается на необходимость проведения рекреационных мероприятий и оздоровительных проектов.

**Ключевые слова:** рекреационные ресурсы, география туризма, климат, Новосибирская область, температура воздуха, повторяемость, экстремальные значения, давление, здоровье.

## RESEARCH OF THE EXTREME AIR TEMPERATURE EFFECT ON RECREATION AND TOURISM

*Larisa V. Voronina*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., senior staff scientist, Assoc Prof, Department of Management and Entrepreneurship, tel. (913)954-22-51, (383)361-01-24, e-mail: voroninasgga@mail.ru

Analysis of extreme air temperature values, abnormal deviations, and diurnal variations is presented. The research of these conditions effect on the people health state has been conducted. The necessity of recreation and health-improving measures is emphasized.

**Key words:** recreation resources, tourism geography, climate, Novosibirsk region, air temperature, recurrence, extreme values, pressure, health.

В последние годы интенсивно возрастают повышенная изменчивость температур воздуха, катастрофичность климатических и погодных явлений, количество ураганов, сильнейших половодий и т. д. Все это отрицательно сказывается на здоровье человека, в отдельных случаях приводит к летальным исходам. Изучение повторяемости аномальных явлений, генезиса и возможного прогноза в будущем – важнейшая задача современности.

Под погодными и климатическими катастрофами мы в данном случае понимаем повышенную экстремальность климатических показателей, возрастающих до столь высокой степени отклонения от среднегодовых значений, что они приобретают уровень катастрофического состояния и высочайшего напряжения для здоровья человека [1]. Облегчить состояние человека в период резких перепадов температур призваны такие рекреационные условия, как санатории, дома отдыха, курорты. Немаловажную роль способны оказать и туристические маршруты, базы отдыха. В связи с этим представляет серьезный ин-



интерес исследование экстремальных перепадов температуры воздуха, их отклонений от среднесуточных значений, влияния на здоровье человека и возможность рекреационной реабилитации посредством разнообразных объектов оздоровления.

Новосибирская область, как один из центральных регионов Западно-Сибирской равнины, подвержена активному воздействию циркуляционных процессов планетарного масштаба. Географические особенности зонального распределения рекреационных климатических ресурсов контрастно проявляются и в летний, и в зимний период. В зимний – когда над Азией стационарируется Сибирский антициклон и климатические параметры становятся экстремальными, в летний – когда предельно разнообразны географические ландшафты, а, следовательно, и микроклиматические и рекреационно-ресурсные условия оголяются до максимальной значимости.

Таким образом, равнинность большей части области и открытость практически всей ее территории способствуют частому проникновению холодных и сухих арктических воздушных масс с севера либо жарких тропических – с юга. Именно это оказывает первостепенное влияние не только на формирование климатических особенностей территории, но и, в основном, на температурные перепады, колебание погодных условий, случаи катастрофичности климата.

Для нашей зимы характерна, в основном, ясная морозная погода с высоким атмосферным давлением [1, 2, 3]. Последнее обусловлено стационарированием мощного азиатского антициклона над Забайкальем и отклонением от него отрога высокого давления в сторону Западной Сибири преимущественно по 50° с.ш. Этот синоптический эффект непосредственно проходит по территории Новосибирской области и обуславливает высокую повторяемость ясных и морозных дней в зимний период. Так, по области с севера на юг продолжительность солнечного сияния изменяется от 1 900 часов в год, на севере до 2 100 – на юге территории, а в районе Новосибирска ежегодно в среднем насчитывается 2 028 часов солнечного сияния. В то же время, например, в Подмосковье, расположенном на той же широте, что и Новосибирск, в течение года по многолетним данным насчитывается всего 1 582 часа солнечного сияния [4]. Даже на севере Западной Сибири, где продолжительность солнечного сияния закономерно снижается от 1 900 часов в год на юге Ханты-Мансийского автономного округа (в долине реки Кумы) до 1 300 часов в год и менее – на северо-западе, в предгорьях Урала, перепады климатических показателей остаются однако высокими [5].

Значительные колебания поступающей солнечной радиации в течение года обуславливают большие различия температур воздуха и приводят к сезонным изменениям в природе [6, 7]. Зимние температуры воздуха по всей территории области отрицательные и в среднем составляют в январе от –18,2 до –20,3 °С. Низкие температуры в декабре либо январе в отдельные годы могут опускаться в пределах от –40 до –50 °С. И если средние минимальные температуры по области изменяются от –23,8 до –26 °С, то значение абсолютного минимума, которое отмечается один раз за весь период наблюдений, намного ниже. Эти

показания опускаются до очень низких значений:  $-47$ ,  $-48$ ,  $-53$  °С по территории области.

Такие температуры весьма отрицательно могут влиять на человека и его здоровье. В летние месяцы наблюдаются наиболее высокие значения суммарной радиации. Соответственно, и температурный режим колеблется в высоких пределах. При среднемесячной температуре июня от  $+15$  °С в Северном районе до  $+20$  °С на юге области, в Карасуке, дневные температуры варьируют в пределах от  $+22$  до  $+23$  °С, а в отдельные дни возрастают до  $+37$  ...  $+40$  °С. Абсолютный максимум температур  $+40$  °С зарегистрирован в нескольких подзонах региона: в южной лесостепи, колочной и сухой степи.

На этом фоне можно привести достаточное количество примеров, отражающих высокую экстремальность показателей погодного режима в нашем регионе. Например, абсолютно неординарный случай отмечен 1 и 2 сентября 2010 г., когда максимальная температура воздуха 1 сентября составила  $+33$  °С, а уже на вторые сутки – 2 сентября она резко упала всего до  $+4$  °С. В итоге перепад температур только в течение одних суток составил  $27$  °С.

Точно так же аномально высокие значения температур были отмечены в октябре 2011 г. и в апреле 2012 г. Январь 2006 г. был исключительно холодным (холоднее нормы на  $11$  °С), характеризовался контрастным ходом температур, когда аномально низкие их значения опустились до  $-47$  °С и максимальный межсуточный перепад температур составил около  $24$  °С.

В связи с этим можно говорить о резко возрастающем влиянии подобных колебаний на здоровье человека и на явную необходимость в рекреационных и туристских объектах на территории любой части региона. Причем, согласно исследованиям В. В. Трушина и Л. В. Ворониной [8], по соотношению тепла и влаги и по ряду комплексных коэффициентов оптимальной климатической зоной в Новосибирской области является южная лесостепь. И именно здесь можно отметить наибольшую насыщенность санаториями, домами отдыха и другими объектами воздействия на здоровье человека. Именно в южной лесостепи располагается курорт государственного значения – озеро Карачи, здесь же расположен благоустроенный Доволенский санаторий, целый комплекс рекреантов в пределах г. Бердска и т. д.

Значительную, а, скорее всего, и главную роль при этом играет экологическая ситуация в крупных городах, каковым является Новосибирск. И в таком случае рекреационные ресурсы, вне сомнения, имеют приоритетное значение, к примеру, парковые зоны, лесные насаждения. Именно они призваны смягчить отрицательное влияние погодных аномалий на организм человека. В этой связи представляет интерес исследование И. М. Данилина и С. С. Иванова [9], направленное на решение проблемы рекреационного использования городских лесонасаждений, повышение роли земельных участков, предназначенных для отдыха городских жителей, наконец, авторами дается установка на строгий кадастровый учет подобных земель. И, как взаимосвязанная цепочка, важное

рекреационное значение приобретает опыт ландшафтного картографирования природных парков [10] либо экологический мониторинг при территориальном планировании [11].

Такое отношение к природе и антропогенному на нее воздействию может оказать непосредственно смягчающее влияние на аномальные перепады температур и, в свою очередь, уменьшить число медицинских нарушений в организме человека.

Однако антропогенный пресс воздействия на природу, а, следовательно, и на рекреационно-туристские ресурсы возрастает с течением времени. Например, бьет тревогу доктор биологических наук, профессор Б. М. Кленов в связи с пагубным воздействием человека на почвенный покров и, в частности, его гумусовый слой. Автор напоминает, что проблема остается сложной, ибо потери гумуса не стабилизируются даже за 90–100 лет [12].

Крайне важны годовые отклонения температур воздуха, которые показывают, насколько год был аномально холодным, либо аномально жарким, или температура воздуха была близка к среднемноголетним значениям. Соответственно можно говорить о приемлемости конкретного года к тем или иным условиям существования человека. На рисунке представлены годовые отклонения температуры воздуха от ее многолетних значений за достаточно длительный период лет – с 1983 по 2008 год.

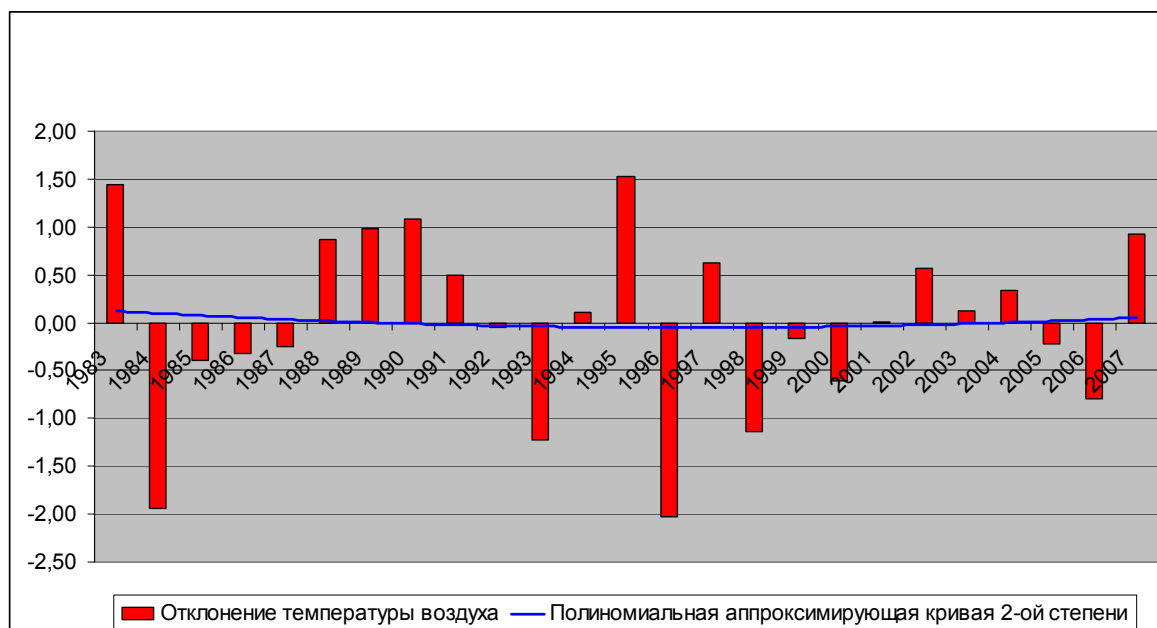


Рис. Годовые отклонения температуры воздуха от многолетних значений на территории Новосибирской области

Анализ рисунка позволяет выделить годы с очень резким перепадом среднегодовых температур (1995–1996, 1983–1984), годы с меньшими их колеба-

ниями (1990–1991, 1999–2000, 1993–1994, 1997–1998) и годы, когда колебания были незначительны (1988–1990, 1985–1987).

Соответственно и потребности человека в отдыхе и лечении также можно разделить на резко необходимые, необходимые и необязательные. Проведенная нами подобная градация позволяет более детально рассматривать возможности создания зон отдыха и лечения при строительстве новых объектов, а при продлении ряда метеонаблюдений и уточнении полученной зависимости с выявлением цикличности можно прогнозировать характер благоприятных и неблагоприятных лет для использования рекреационных климатических ресурсов в процессе лечения или отдыха населения.

На общем фоне изменчивости температурного режима показательным является 2006 г. В этом году особенно низкие температуры воздуха были отмечены в январе. В течение достаточно длительного периода минимальная температура воздуха держалась в пределах от  $-25$  до  $-30$  °С, в отдельные дни опускалась до  $-47$  °С и ниже. В то же время максимальная температура этого зимнего периода поднималась до  $-9$  °С. Это безусловно был резкий скачок температурной составляющей, ибо по среднемноголетним данным январские температуры средней полосы Новосибирской области составляют  $-19$ ,  $-20$  °С. Исходя из этого можно говорить и о высоких межсуточных перепадах температур. Так, в период между 6 и 7 января максимальный межсуточный перепад температур составил  $18,78$  °С, а между 13 и 14 января –  $23,85$  °С. Вне сомнения, это очень высокие колебания температур, которые не могли не сказаться на здоровье человека. И в данном случае особенно большое значение имеет возможность отдыха, лечения или просто туристических прогулок или маршрутов, необходимость организации которых на территории Новосибирской области возрастает ежегодно (таблица).

Не обошли температурные контрасты и летние месяцы, когда максимальные их значения в июне поднимались до  $+26,45$  °С, а максимальный межсуточный перепад температур возрастал до  $7,42$  °С.

Зонально-провинциальная изменчивость погодно-климатических условий Новосибирской области формирует устойчивый потенциал рекреационно-туристических ресурсов. Например, увеличение солнечных дней весной резко повышает условия жизнедеятельности, активизирует и человека и животных, делает их более жизнерадостными, а под действием ультрафиолета, как известно, образуется витамин Д, необходимый для усвоения кальция. Отсюда возникает тесная зависимость заболевания рахитом с повторяемостью числа часов солнечного освещения, тесная зависимость между элементами погоды и климата и рекреационными ресурсами, необходимыми для комфортного проживания, лечения и отдыха человека.

С другой стороны, резкие по интенсивности или продолжительности похолодания в любой сезон года вносят свои определенно аномальные коррективы в стабильность рекреационной составляющей. Например, зима 2009–2010 гг. была одной из самых холодных за последние 100 лет, средняя температура воз-

духа с декабря по февраль была ниже климатической нормы и составила около  $-23^{\circ}\text{C}$ . Характерно, что эта зима отличалась не отдельными предельно высокими температурами, а устойчивым и длительным понижением температур в интервале ниже  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Таблица

Среднесуточная температура воздуха  
в пределах Новосибирского района, 2006 г.

Среднесуточная температура воздуха ( $t$ , $^{\circ}\text{C}$ )											
Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
-25,33	-26,74	-13,63	-6,19	-2,12	15,56	21,57	18,13	11,46	5,85	4,63	-13,11
-34,23	-27,6	-9,36	-14,91	-0,88	16,79	21,76	16,85	12,87	3,81	0,11	-17,5
-24,57	-17,03	-12	-5,86	1,38	17,31	21,93	17,41	18,33	8,56	0,86	-10,97
-17,03	-19,27	-10,42	-3,08	-0,64	19,12	23,86	17,22	12,27	1,54	-0,3	-11
-13,44	-23,49	-15,74	-15,46	-0,88	20,56	19,45	15,86	7,66	-1,5	0,29	-9,6
-15,31	-9,95	-13,23	-17,17	-0,18	19,5	15,53	14,32	8,82	-2,06	0,23	-5,37
-34,09	-4,7	-3,87	-13,11	0,59	19,86	16,77	12,8	11,91	0,03	0,87	-6,75
-25,6	-6,45	-11,51	-12,09	1,83	22,45	17,82	12,97	15,19	-1,04	2,42	-1,15
-19,1	-5,11	-19,98	-15,05	4,02	22,02	14,83	14,4	17,49	0,91	4,09	1,18
-32,64	-6,37	-14,16	-16,97	8,8	17,35	14,17	13,12	18,4	3,32	-0,02	-14,57
-33,56	-24,29	-8,8	-17,67	13,22	17,55	14,65	15,57	16,13	1,56	0,49	-8,51
-45,46	-19,03	-4,46	-13,87	15,81	21,26	17,16	16,91	15,8	-1,98	2,56	-1,37
-47,25	-21,54	-5,47	-10,66	15,48	20,06	20,11	18,55	14,29	-2,24	1,25	-2,92
-23,4	-18,53	-12,25	-1,71	9,71	12,64	20,92	18,61	11,8	-0,48	-0,06	-2,29
-17,09	-14,72	-15,66	-0,83	5,25	11,83	20,98	12,68	10,13	-1,23	-4,51	-3,28
-12,22	-14,71	-8,48	-7,68	10,79	11,58	20,75	12,61	13,08	-0,02	-7,54	-6,65
-10,92	-12,39	-4,58	-2,08	11,64	15,76	21,11	13,83	15,41	-2,05	-6,47	-5,52
-13,32	-16,72	-5,73	4,59	12,92	19,77	20,68	11,93	13,58	-2,34	-6,41	-2,3
-9,29	-22,25	-8,11	0,16	10,63	20,71	19,6	11,57	6,62	-0,52	-13,8	-1,28
-28,22	-17,79	-5,36	-5,42	12,32	22,86	20,18	12,27	5,85	0,68	-9,07	-7,47
-34,7	-18,6	-4,6	-0,6	4,49	23,82	20,11	15,57	6,39	0,58	-7,43	-10,29
-29,33	-25,54	-7	2,29	7,99	24,6	21,9	15,32	5,82	-4,27	-13,12	-6,73
-28,58	-26,66	-5,46	1,96	11,23	26,45	22,2	11,91	8,57	-5,67	-19,96	-12,94
-41,45	-23,46	-4,65	1,25	14,23	24,15	15,7	12,29	10,34	-1,05	-22,57	-19,89
-38,42	-19,82	-1,13	3,26	18,51	23,36	14,67	10,86	5,52	1,76	-14,98	-13,48
-37,67	-12,53	-0,06	2,3	16,58	22,87	13,19	7,21	8,85	3,46	-14,5	-9,46
-41,01	-11,12	-3,56	-0,9	11,89	22,67	18,21	10,92	4,5	5,82	-18,48	-5,84
-39,59	-13,53	-2,07	-1,18	10,29	23,38	15,75	11,05	4,48	4,52	-23,44	-4,81

Погодно-климатические неблагоприятные последствия при этом доходили до экологических стрессов, что сочеталось с дополнительными экономическими расходами. Например, в январе 2010 г. отпуск тепла в крупнейшем мегаполисе – Новосибирске – увеличился на 20 % по сравнению, в частности, с предыдущим годом, что повлекло и дополнительные экономические затраты.

Неадекватное изменение давления в сторону его понижения либо повышения также резко изменяет ресурсно-рекреационный погодно-климатический потенциал и города и области. Например, 19 января 2010 г. в Новосибирске было зафиксировано предельно высокое давление в 790 мм рт. ст. [13], что не могло не сказаться на резком ухудшении самочувствия гипертоников.

Снежный покров, как и другие показатели погодно-климатического режима, также вносит свой вклад в ситуацию медицинского риска. Например, огромное количество снега, выпавшее в начале декабря, а затем в марте, привело к обострению экологической и ресурсно-рекреационной ситуации в области – рекордному половодью весной 2010 г.

В целом следует отметить, что для Новосибирской области свойственна дискомфортность зимних месяцев с относительно комфортным летним периодом [14, 15]. Оценка климата с точки зрения его рекреационно-ресурсной оптимальности, комфортности или катастрофической неблагоприятности требует учета множества параметров с тем, чтобы понять ту самую важную особенность, которая определяет ее интегральный эффект воздействия на человека [16, 17, 18]. К примеру, теплоощущение человека определяется комплексом показателей, куда входят не только температура, но и влажность воздуха и скорость ветра. В периоды холодных зим именно ветер может усложнять физическое состояние человека, усугубляя воздействие низких температур. Напротив, холодная, но безветренная погода стабилизирует оптимальное состояние организма.

Кроме суточных и сезонных вариаций метеорологических элементов, существуют многолетние, вековые и многовековые циклы. Накладываясь друг на друга, они создают сложный интегральный ход изменения климата. Следует отметить, что погодные режимы последних лет настолько нестабильны, экстремальны, катастрофичны, что заставляют вновь и вновь обращаться к выстраиванию новых гипотез и пересматриванию старых приоритетов.

В этом аспекте представляет интерес неординарное исследование В. Б. Жарникова и А. В. Вана [19], в котором авторы обращают внимание на глубинное тепло Земли и ее влияние на климатический режим планеты. При бурном развитии производства, росте автомобильного транспорта на естественные циклы влияют антропогенные факторы. Однако авторы, проводя глубокое исследование соотношений составляющих природного и глубинного теплового баланса Земли, тем не менее превалирующую роль отводят глубинным процессам и связывают именно их с периодическим чередованием природных условий катастрофизма и экстремальных климатических отклонений.

Изучение климатических параметров в динамике позволяет с большей долей вероятности подойти к решению вопроса, как будут развиваться климатические процессы в будущем: в сторону потепления или похолодания, насколько катастрофичной будет природа на планете. Решение этих вопросов будет зависеть не только от степени точности математических расчетов, но и от того, насколько более длинными будут задействованные ряды наблюдений. А от своевременного и научно обоснованного решения этих вопросов зависит и вся индустрия туризма и рекреации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронина Л. В., Гриценко А. Г. Климат и экология Новосибирской области. – Новосибирск: СГГА, 2011. – 228 с.
2. Орлова В. В. Западная Сибирь // Климат СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – Вып. 4. – 360 с.
3. Бакшеева Е. Н. Вековая изменчивость климата Барабинского округа в пределах Новосибирской области // Теоретические и прикладные вопросы современной географии: материалы Всероссийской молодежной школы-семинара, Томск, 2005 г. – С. 112–114.
4. Воронина Л. В., Смирнова А. Н. Зонально-провинциальные особенности и экологическое значение суммарной солнечной радиации в пределах Новосибирской области // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 3. – С. 112–116.
5. Воронина Л. В., Федосеева А. Г., Солодкина С. В. Радиационный режим, климат и экология Ханты-Мансийского автономного округа // Вестник СГГА. – 2004. – Вып. 9. – С. 220–223.
6. Ромашова Т.В. О тенденциях климатических изменений на юге Томской области с позиций сезонной ритмики // Шестое Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: материалы совещ., Томск, 14–16 сент., 2005. – Томск, 2005. – С.188–191.
7. Анопченко Л. Ю. Климат в XX веке и обсыхание озер Барабинской равнины // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 5. – С. 124–128.
8. Трушин В. В., Воронина Л. В. Экологическая оценка максимальных и минимальных температур воздуха по зонам Новосибирской области // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 4, ч. 2. – С. 18–22.
9. Данилин И. М., Иванов С. С. Городские леса и проблемы их рекреационного использования // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 2 (15). – С. 74–82.
10. Косых Н. П., Миронычева-Токарева Н. П. Среднемасштабное ландшафтное картографирование территории природного парка «Сибирские увалы» // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 3, ч. 2. – С. 50–54.
11. Креймер М. А. Экологический мониторинг и схема территориального планирования субъекта федерации // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 3, ч. 2. – С. 74–80.
12. Кленов Б. М. Гумус в условиях антропогенного воздействия // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 5. – С. 97–100.
13. Мороз плюс солнце [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.ngs.ru/more/73040/>

14. Пичугина Н. Ю. Климатические параметры экстремальных температур в Новосибирской области // Материалы восьмой научной конференции преподавателей и студентов, Новый Сибирский институт, 1–3 марта, Новосибирск, 2007. – С. 162–163.

15. Воронина Л. В., Пичугина Н. Ю. Экстремальность климата Новосибирской области и его экологическое значение для природных комплексов // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 3, ч. 2. – С. 90–95.

16. Робинсон Б. В., Ушакова Е. О. Вопросы повышения эффективности управления региональными ресурсами развития туризма // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 63–71.

17. Гаврилов Ю. В., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Об опыте и результатах системного картографирования экологической ситуации Новосибирска // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 55–61.

18. Креймер М. А. Экономические задачи территориального планирования и экологическое обоснование судьбы Земли // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 78–88.

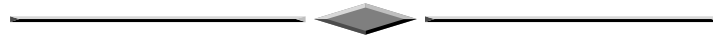
19. Жарников В. Б., Ван А. В. Природный и антропогенный тепловой баланс Земли // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 2 (13). – С. 37–45.

Получено 11.02.2014

© Л. В. Воронина, 2014



## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЯМИ



УДК 330.43

### **ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНОЙ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕТОДОМ ПСЕВДОНОРМАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**

*Амридон Гемзаевич Барлиани*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (983)319-99-31

*Ираида Яковлевна Барлиани*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры управления и предпринимательства, тел. (983)319-99-31

В статье предлагается подход к процедуре оценивания параметров эконометрической модели на основе псевдонормальной оптимизации.

**Ключевые слова:** эконометрическая модель, псевдонормальная оптимизация, функционал, псевдообратная матрица, ковариационная матрица.

### **PROCEDURE OF ESTIMATING LINEAR ECONOMETRIC MODEL PARAMETERS BY PSEUDONORMAL OPTIMIZATION**

*Amridon G. Barliani*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc Prof, Department of Informatics and Information systems, tel. (983)319-99-31

*Iraida Ya. Barliani*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc Prof, Department of Management and Entrepreneurship, tel. (983)319-99-31

An approach to the procedure of estimating parameters for econometric model based on pseudonormal optimization is presented.

**Key words:** econometric model, pseudonormal optimization, functional, pseudoinverse matrix, covariance matrix.

Широкое использование методов теории вероятностей и математической статистики, в том числе в применении к обработке результатов геодезических

измерений [1–12], позволило выработать широкий спектр специальных алгоритмов [2–4], полезных при решении экономических задач.

Известно, что главным инструментом эконометрики служит *эконометрическая модель*, т. е. экономико-математическая модель факторного анализа, параметры которой оцениваются методами математической статистики. Эта модель выступает в качестве средства анализа и прогнозирования конкретных экономических процессов на основе реальной статистической информации.

В эконометрических исследованиях обычно предполагается, что закономерности моделируемого процесса складываются под влиянием других явлений, факторов. Обобщенную форму эконометрической модели, описывающей закономерности развития такого процесса, обозначенного переменной  $y$ , в зависимости от уровней воздействующих на него внешних явлений, факторов  $x_j$ ,  $j = 0, 1, 2, \dots, k$ , можно представить следующим уравнением [2, 3, 4]:

$$y = f(\alpha, x) + \varepsilon. \quad (1)$$

где  $f(\alpha, x)$  – функционал, выражающий вид и структуру взаимосвязей между уровнями переменных  $y$  и  $x$ .

В зависимости от математической формы функционала  $f(\alpha, x)$  выделяются линейные и нелинейные эконометрические модели.

Рассмотрим общую схему процедуры оценки параметров линейной эконометрической модели на основе метода псевдонормальной оптимизации (МПНО) [2, 3, 4]. Такую модель в общем виде можно записать следующим образом:

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_{1j} + \alpha_2 x_{2j} + \dots + \alpha_k x_{kj} + \varepsilon_i. \quad (2)$$

Исходными данными при оценке параметров  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k$  являются измеренные (наблюдаемые) значения зависимой переменной, которые можно представить в виде вектор-столбца

$$y = (y_1 \ y_2 \ \dots \ y_n)^T. \quad (3)$$

Наблюдаемые значения независимых переменных объединим в матрицу следующего вида:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1T} & x_{2T} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Векторно-матричная форма записи линейной эконометрической модели имеет следующий вид:

$$y = X \cdot \alpha + \varepsilon, \quad (5)$$

где  $\alpha^T = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k)$  – вектор-столбец «истинных» значений параметров модели; параметр  $\alpha_j$  выражает степень влияния фактора  $x_j$  на переменную  $y$ ;  $\alpha_0$  – постоянная модели;  $\varepsilon^T = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)$  – вектор значений случайных ошибок модели.

«Истинным» значениям параметров  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k$  должен соответствовать и «истинный» ряд ошибки модели  $\varepsilon$ , определенный как

$$\varepsilon = y - f(\alpha, x). \quad (6)$$

В отношении свойств ошибки модели  $\varepsilon_i$  выдвигаются следующие предположения.

1. В модели (5) ошибка (возмущение)  $\varepsilon_i$  (или зависимая переменная  $y_i$ ) есть величина случайная, а объясняющая переменная  $x_j$  – величина неслучайная.

2. Математическое ожидание возмущения  $\varepsilon_i$  равно нулю:

$$M(\varepsilon_i) = 0. \quad (7)$$

3. Дисперсия возмущения (ошибок)  $\varepsilon_i$  (или зависимой переменной  $y_i$ ) постоянна для любого  $i$ :

$$M[\varepsilon\varepsilon^T] = D(\varepsilon) = \sigma_\varepsilon^2 I, \quad (8)$$

где  $I$  – единичная матрица размерности  $n \times n$ .

4. Возмущения  $\varepsilon_i$ , и  $\varepsilon_j$  (или переменные  $y_i$  и  $y_j$ ) не коррелированы:

$$M(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0 \quad (i \neq j). \quad (9)$$

Соответственно векторно-матричный вариант модели, в котором вместо неизвестных истинных коэффициентов  $a$  и ошибок  $e$  используются их оценки, т. е. вектора  $a$  и  $e$ , запишем в следующем виде:

$$y = X \cdot a + e, \quad (10)$$

где  $a^T = (a_0, a_1, \dots, a_k)$ ,  $e^T = (e_0, e_1, \dots, e_n)$  – векторы значений оценок коэффициентов линейной эконометрической модели и значений ее фактической ошибки соответственно.

Поскольку система уравнений (10) недоопределена, она имеет множественное решение. Чтобы устранить недоопределенность системы, применяют такие методы оптимизации, как метод наименьших квадратов и метод псевдонормального решения. Для системы (10) псевдонормальное решение имеет вид:

$$a = X^+ \cdot y, \quad (11)$$

где  $X^+$  – псевдообратная матрица Мура – Пенроуза, обладающая свойствами [1, 2, 3, 4]:

$$\left. \begin{aligned} X \cdot X^+ \cdot X &= X; \quad X^+ \cdot X \cdot X^+ = X^+; \quad (X \cdot X^+)^T = X \cdot X^+ \\ (X^+ \cdot X)^T &= X^+ \cdot X; \quad X^+ = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \end{aligned} \right\}. \quad (12)$$

Зная вектор  $a$ , модель уравнения множественной регрессии можно представить в виде:

$$\hat{y}_x = X \cdot a. \quad (13)$$

Из теории статистического оценивания известно, что качество оценок должно удовлетворять свойствам несмещенности, эффективности и состоятельности. Докажем, что оценки, полученные по методу псевдонормальной оптимизации (МПНО), удовлетворяют свойствам несмещенности, эффективности, и состоятельности.

Рассмотрим сначала условие несмещенности оценок. Оно означает, что математическое ожидание оценки  $a_j, j = 0, 1, \dots, k$  равно истинному значению параметра  $\alpha_j$  т. е.  $M[a_j] = \alpha_j$ .

Для доказательства в выражение (11) вместо  $y$  подставим ее значение согласно (5) и возьмем математическое ожидание от правой и левой частей и получим:

$$M[a] = M[X^+ y] = M[X^+ (X \cdot \alpha + \varepsilon)] = M[X^+ X \alpha + X^+ \varepsilon] = X^+ X M[\alpha] + X^+ M[\varepsilon].$$

Из свойств псевдообратных матриц (12) видно, что  $X^+ = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T$ , поэтому можно записать:

$$M[a] = X^+ X M[\alpha] + X^+ M[\varepsilon] = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T X \cdot M[\alpha] + (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T M[\varepsilon].$$

Из математики известно, что  $(X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T X = I$ . Здесь  $I$  – единичная матрица размера  $k \times k$ , поэтому можно записать:

$$M[a] = M[\alpha] + (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T M[\varepsilon].$$

Так как вектор  $\alpha$  состоит из «истинных» неслучайных параметров,  $M[\alpha] = \alpha$ . Учитывая также предположение (7),  $M[\varepsilon] = 0$ . В связи с этим приходим к доказательству несмещенности МПНО, т. е.

$$M[a] = \alpha.$$

Оценка  $a_j$  параметра модели  $\alpha_j$  считается эффективной, если ее дисперсия является минимальной среди дисперсий всех других возможных оценок данного параметра. При этом дисперсии оценок  $a_j, j = 0, 1, \dots, k$ ; можно найти как диагональные элементы их ковариационной матрицы. Для дальнейших выводов в выражении (11) вместо вектора  $y$  подставим его значение согласно (5). Получим:

$$a = X^+ \cdot (X \cdot \alpha + \varepsilon) = X^+ \cdot X \cdot \alpha + X^+ \cdot \varepsilon.$$

Так как  $X^+ \cdot X$  – единичная матрица, то можно переписать:

$$a = \alpha + X^+ \cdot \varepsilon, \quad (14)$$

где  $X^+ \cdot \varepsilon = \Delta_a$  – вектор ошибок оценок параметров  $a_j$ .

Теперь перейдем к нахождению ковариационной матрицы вектора оценок  $a$ . Ковариационная матрица вектора оценок  $a$  может быть представлена как математическое ожидание произведения вектора-столбца ошибки на ее вектор-строку, т. е.

$$K = M[\Delta_a \cdot \Delta_a^T].$$

С учетом (13) получим:

$$K = M[X^+ \cdot \varepsilon \cdot (X^+ \cdot \varepsilon)^T] = M[X^+ \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon^T (X^+)^T]. \quad (15)$$

Поскольку псевдообратная матрица  $X^+$  образована постоянными величинами, поэтому ее можно вынести за знак математического ожидания. Получим:

$$K = X^+ M[\varepsilon \cdot \varepsilon^T] (X^+)^T. \quad (16)$$

Учитывая выражение (8), окончательно получим:

$$K = X^+ M[\varepsilon \cdot \varepsilon^T] (X^+)^T = \sigma_\varepsilon^2 \cdot X^+ (X^+)^T. \quad (17)$$

Таким образом, если  $M[\varepsilon\varepsilon^T] = D(\varepsilon) = \sigma_e^2 I$ , то оценки коэффициентов линейного эконометрического уравнения являются эффективными. На практике дисперсии и ковариации оценок  $a_j, j = 0, 1, \dots, k$  могут быть оценены как элементы матрицы,  $\sigma_e^2 \cdot X^+(X^+)^T$ , в которой значение дисперсии ошибки может быть оценено на основе фактических («выборочных») значений ошибки  $e_i$  согласно следующей формуле:

$$\sigma_e^2 = \frac{\sum_{i=1}^T e_i^2}{n - k - 1}. \quad (18)$$

Таким образом, из полученных результатов вытекает, что использование метода псевдонормальной оптимизации позволяет получить несмещенные и эффективные оценки параметров линейной эконометрической модели без составления и обращения матрицы, нормальных уравнений, что значительно упрощает процедуру оценивания параметров линейной эконометрической модели.

Рассмотрим пример. Имеются следующие данные (условные) о сменной добыче угля на одного рабочего  $Y(T)$ , мощности пласта  $X_1$  (м) и уровне механизации работ  $X_2$  (%), характеризующие процесс добычи угля в 10 шахтах (табл. 1).

Таблица 1

$i$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	$y_i$	$i$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	$y_i$
1	8	5	5	6	8	8	6
2	11	8	10	7	9	6	6
3	12	8	10	8	9	4	5
4	9	5	7	9	8	5	6
5	8	7	5	10	12	7	8

Предполагая, что между переменными  $Y, X_1$  и  $X_2$  существует линейная корреляционная зависимость, найти ее аналитическое выражение (уравнение регрессии  $Y$ , по  $X_1$  и  $X_2$ ).

Решение. Обозначим:

$$Y = \begin{pmatrix} 5 \\ 10 \\ 10 \\ 7 \\ 5 \\ 6 \\ 6 \\ 5 \\ 6 \\ 8 \end{pmatrix}; \quad X = \begin{pmatrix} 1 & 8 & 5 \\ 1 & 11 & 8 \\ 1 & 12 & 8 \\ 1 & 9 & 5 \\ 1 & 8 & 7 \\ 1 & 8 & 8 \\ 1 & 9 & 6 \\ 1 & 9 & 4 \\ 1 & 8 & 5 \\ 1 & 12 & 7 \end{pmatrix}.$$

В матрицу плана  $X$  вводится дополнительный столбец чисел, состоящий из единиц.

Для того чтобы найти псевдонормальное решение (11), предварительно найдем псевдообратную матрицу  $X^+$ . С этой целью воспользуемся рекурсивным алгоритмом [1, 2, 3] и получим:

$$X^+ = \begin{pmatrix} 0,734 - 0,655 - 0,978 & 0,411 & 0,455 & 0,315 & 0,271 & 0,551 & 0,734 - 0,839 \\ -0,038 & 0,037 & 0,091 & 0,016 - 0,096 - 0,124 - 0,013 & 0,045 - 0,038 & 0,120 \\ -0,044 & 0,065 & 0,036 - 0,073 & 0,086 & 0,151 - 0,008 - 0,139 - 0,044 - 0,029 \end{pmatrix}.$$

Далее по формуле (11) представим оценку вектора-столбца:

$$a = \begin{pmatrix} -3,540 \\ 0,854 \\ 0,367 \end{pmatrix}.$$

По выражению (13) получим модель регрессии:

$$\hat{y}_x = -3,540 + 0,854x_1 + 0,367x_2. \quad (19)$$

Для нахождения ковариационной матрицы вектора столбца составим вспомогательную таблицу (табл. 2).

Таблица 2

$i$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	$y_i$	$\hat{y}_{x_i}$	$e_i = y_i - \hat{y}_{x_i}$	$e_i^2$
1	8	5	5	5,127	-0,127	0,016
2	11	8	10	8,790	1,210	1,464
3	12	8	10	9,644	0,356	0,127
4	9	5	7	5,981	1,019	1,038
5	8	7	5	5,861	-0,861	0,741
6	8	8	6	6,228	-0,228	0,052
7	9	6	6	6,348	-0,348	0,121
8	9	4	5	5,614	-0,614	0,377
9	8	5	6	5,127	0,873	0,762
10	12	7	8	9,277	-1,277	1,631
Итого					0,003	6,329

На основании табл. 2 по формуле (18) определим дисперсию регрессионной модели. Она равна:

$$\sigma_e^2 = \frac{\sum_{i=1}^T e_i^2}{n - k - 1} = \frac{6,329}{7} = 0,904. \quad (20)$$

Далее по формуле (17) с учетом (20) определим ковариационную матрицу вектора оценок параметров:

$$K = \begin{pmatrix} 3,634 & -0,253 & -0,171 \\ -0,253 & 0,049 & -0,029 \\ -0,171 & -0,029 & 0,059 \end{pmatrix}.$$

На основании ковариационной матрицы определим средние квадратические ошибки параметров  $a_0, a_1, a_2$ . Они соответственно равны:

$$S_{a_0} = \sqrt{3,634} = 1,906;$$

$$S_{a_1} = \sqrt{0,049} = 0,221;$$

$$S_{a_2} = \sqrt{0,059} = 0,243.$$

Таким образом, осуществляется процедура оценивания параметров линейной эконометрической модели методом псевдонормальной оптимизации. Необходимо заметить, что при использовании предложенного метода значительно упрощается процедура оценивания модели регрессии и ее параметров, так как отпадает процедура составления и решения нормальных уравнений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нефедова Г. А., Ащеулов В. А. Теория вероятностей и математическая статистика в конспективном изложении: учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2006. – 102 с.
2. Барлиани А. Г. Разработка алгоритмов уравнивания и оценки точности свободных и несвободных геодезических сетей на основе псевдонормального решения: монография. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 135 с.
3. Барлиани А. Г., Егорова С. А. Исследование рекурсивного алгоритма псевдообращения на возмущения исходных данных // 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. 90–94.
4. Барлиани А. Г., Егорова С. А. Единый рекурсивный алгоритм уравнивания и оценки точности геодезических наблюдений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 85–89.
5. Барлиани А. Г. Псевдорешение и метод наименьших квадратов // 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. 160–163.
6. Карпик А. П. Разработка методик качественной и количественной оценки кадастровой информации // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 133–136.
7. Падве В. А. Две теоремы об отношении дисперсий уравненных измерений, дисперсий мнк-поправок и дисперсий исходных измерений // Вестник. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 17–20.
8. Лесных Н. Б., Лесных Г. И. О законе распределения линейной функции случайного аргумента // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 27–31.



9. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. О корреляции функций случайных ошибок измерений // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 21–27.

10. Карпик А. П. Разработка критериев оценки качества кадастровых данных // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 137–142.

11. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Новый этап развития геодезии – переход к изучению деформаций блоков земной коры в районах освоения угольных месторождений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 3–9.

12. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Технология изучения изменений во времени деформации блоков земной коры при освоении месторождений Кузбасса // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 3–11.

Получено 28.01.2014

© А. Г. Барлиани, И. Я. Барлиани, 2014

УДК 330.16

## ТЕРРИТОРИЯ ПРИТЯЖЕНИЯ СУПЕРМАРКЕТА

*Юрий Александрович Голиков*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры управления бизнес-процессами, тел. (383)210-95-87, e-mail: kaf.zn@ssga.ru

*Лариса Юрьевна Сульгина*

Сибирский университет потребительской кооперации, 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, ассистент кафедры бухгалтерского учета НОУ ВПО Центросоюза РФ, тел. (383)315-36-37, e-mail: account@sibupk.nsk.su

Эконофизический подход к рассмотрению процессов, имеющих место при купле–продаже продуктов питания в современных супермаркетах, позволяет сформулировать «физиологический закон» притяжения продавца и покупателя. На основе этого закона разработана методика построения «линий равного притяжения» соседних супермаркетов. Практическое применение этой методики дает возможность установить границы «территории притяжения» супермаркетов.

**Ключевые слова:** физиологический закон, эконофизика, супермаркет, линия равного притяжения, территория притяжения, продавец, покупатель.

## SUPERMARKET ATTRACTION AREA

*Yuri A. Golikov*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph.D., Assoc Prof, Department of Business Administration, tel. (383)210-95-87, e-mail: kaf.zn@ssga.ru

*Larisa Yu. Sulgina*

Siberian University of Consumer's Cooperation, 630087, Russia, Novosibirsk, 26 K. Marx St., Assistant lecturer, Department of Accounting, tel. (383)315-36-37, e-mail: account@sibupk.nsk.su

Econophysical approach to foodstuffs purchase and sale processes in modern supermarkets makes it possible to formulate “physiological law” of seller – customer attraction. Based on this law the techniques were developed for building the “equal attraction line” for neighboring supermarkets. Practical application of this method allows for establishing boundaries of supermarkets “attraction area”.

**Key words:** physiological law, econophysics, supermarket, equal attraction line, attraction area, seller, customer.

Пространственные данные, отражаемые в современных геоинформационных системах, содержат четыре интегрированных компонента [1–4]:

- пространственное (координатное) описание объекта;
- семантические свойства и характеристики объектов;
- пространственные соотношения между объектами;
- временная привязка.

Основная информационная бизнес-задача в геоинформационном кадастре недвижимости – это автоматизированный кадастровый учет объектов недвижимости, расположенных в пределах определенной территории [5, 6]. Использование информационных технологий позволяет осуществлять прогнозирование развития региональной торговли [7].

В данной работе для описания объектов торговой недвижимости использован экономический метод, изложенный в статьях [8–13], при изучении природы взаимодействия потребителя продуктов питания и продавца, которые «тяготеют» друг к другу. Первопричиной такого взаимного влечения является физиологическая потребность человека в пище, которую он, чаще всего, готовит на домашней кухне из продовольственных товаров, приобретенных в магазине.

Аналитически закон можно записать в следующем виде:

$$F = A \cdot \frac{Q \cdot I_i}{t_i^2}, H, \quad (1)$$

т. е. между продавцом и покупателем продовольственных товаров действует сила взаимного притяжения  $F$ , величина которой прямо пропорциональна произведению ассортиментного объема продавца  $Q$  на располагаемый доход покупателя  $I_i$  и обратно пропорциональна квадрату времени его «похода» за продуктами питания  $t_i$ .

В формуле (1)

$$Q = \sum_{j=1}^n SKU_j \cdot m_j, \text{ кг}, \quad (2)$$

где  $SKU_j$  (*Stock Keeping Unit*) – идентификатор товарной позиции;

$m_j$  – масса  $i$ -й позиции;

$n$  – число позиций в ассортименте магазина.

Привлекательность продавца,  $A$  (*attractiveness*)

$$A = \frac{q \cdot S}{r_i \cdot l}, \text{ м / руб.}, \quad (3)$$

где  $q$  (*quality*) – среднее качество всех позиций продовольственных товаров, находящихся в торговом зале магазина;

$S$  – торговая площадь, м<sup>2</sup>;

$r_i = \frac{DT}{N}$  – средний ежедневный товарный чек (*receipt*) одного покупателя,

руб.;

$DT$  (*daily turnover of the shop*) – ежедневный товарооборот магазина, тыс. руб.;

$N$  – проходимость магазина (среднее число «*number*» ежедневных покупателей), чел.;

$l$  (*length*) – длина покупательского пути (рис. 1).

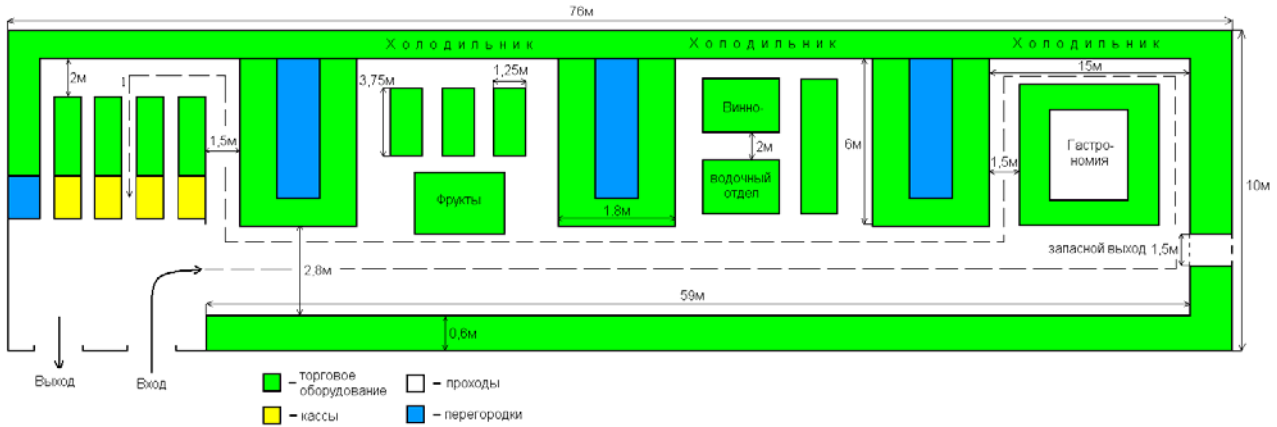


Рис. 1. Схема торгового зала супермаркета «Холидей Классик»

Из выражения (3) видно, что привлекательность магазина, предлагающего продовольственные товары высокого качества ( $q = 1$ ), прямо пропорциональна торговой площади, приходящейся на единицу покупательского пути, и обратно пропорциональна товарному чеку.

Время похода за продуктами питания ( $t_i$ , с) более точно отражает расстояние, которое покупатель преодолевает из точки местонахождения (дом, работа и т. д.) до продовольственного магазина. Как правило, покупатели идут к розничному продовольственному предприятию не по прямой, а по ломаной линии, огибая встречающиеся на пути препятствия.

Используя выражения (1)–(3), можно рассчитать положение равновозможной точки Конверса [14] на «территории притяжения» потребителя к двум соседним магазинам продовольственных товаров № 1 и № 2, приравнивая в этой точке силы притяжения его к этим магазинам:

$$F_1 = F_2. \quad (4)$$

Поскольку каждый  $i$ -й покупатель направляется в разные магазины за продуктами питания, как правило, с одним и тем же располагаемым доходом ( $I_i = const$ ), то, подставляя в уравнение (4) выражения (1), (3), получим для значений времени похода покупателя из равновозможной точки Конверса в магазины № 1 и № 2 показатели:

$$t_{i2} = k \cdot t_{i1}, \quad k = \sqrt{\frac{A_2 \cdot Q_2}{A_1 \cdot Q_1}}. \quad (5)$$

С помощью уравнения (5) можно вычислить не только положение равновозможной точки Конверса (точки безразличия в законе Рейли) [15], но и построить «линию равного притяжения» для покупателей, находящихся на территории притяжения двух соседних магазинов.

Проведем расчет отношений привлекательности и сил притяжения, а также построим линии равного притяжения для пяти супермаркетов, располагающихся вокруг супермаркета (№ 1) в верхней зоне Академгородка Советского района г. Новосибирска. Адреса супермаркетов г. Новосибирска (630090) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Номер супермаркета	Наименование супермаркета	Адрес местонахождения	Площадь торгового зала, $S$ , м <sup>2</sup>
№ 1	Супермаркет сети магазинов «Холидей Классик»	ул. Терешковой, 12	725
№ 2	ООО «Сибакademстройторгсервис»	ул. Ильича, 6	739
№ 3	ООО «Нива», сеть магазинов «Золотая роща»	пр. Коптюга, 19	160
№ 4	ООО «Сибакademторгсервис»	пр. Морской, 24	298
№ 5	ООО «Факт», сеть магазинов «Золотая роща»	пр. Морской, 26	257
№ 6	ООО ТД «Сибириада»	ул. Золото долинская, 2	288

Супермаркеты относятся к одному ценовому сегменту, имеют близкое ассортиментное число позиций и сопоставимую торговую площадь. Показатели ежедневной работы магазинов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Номер супермаркета					
	1	2	3	4	5	6
Ассортиментный объем, $Q$ , кг	32 000	30 000	15 000	18 000	19 000	26 000
Дневной товарооборот, $DT$ , тыс. руб.	1 375	1 680	462	350	396	450
Проходимость, $N$ , чел.	2 500	2 800	900	1 000	1 100	1 500
Качество товаров, $q$	0,97	0,90	0,99	0,98	0,99	0,96
Длина покупательского пути, $l$ , м	119	125	30	56	76	60

Географическое местоположение супермаркетов указано на карте Верхней Зоны Академгородка Советского района г. Новосибирска (рис. 2, окружность соответствует изохроне  $t = 300$  с).

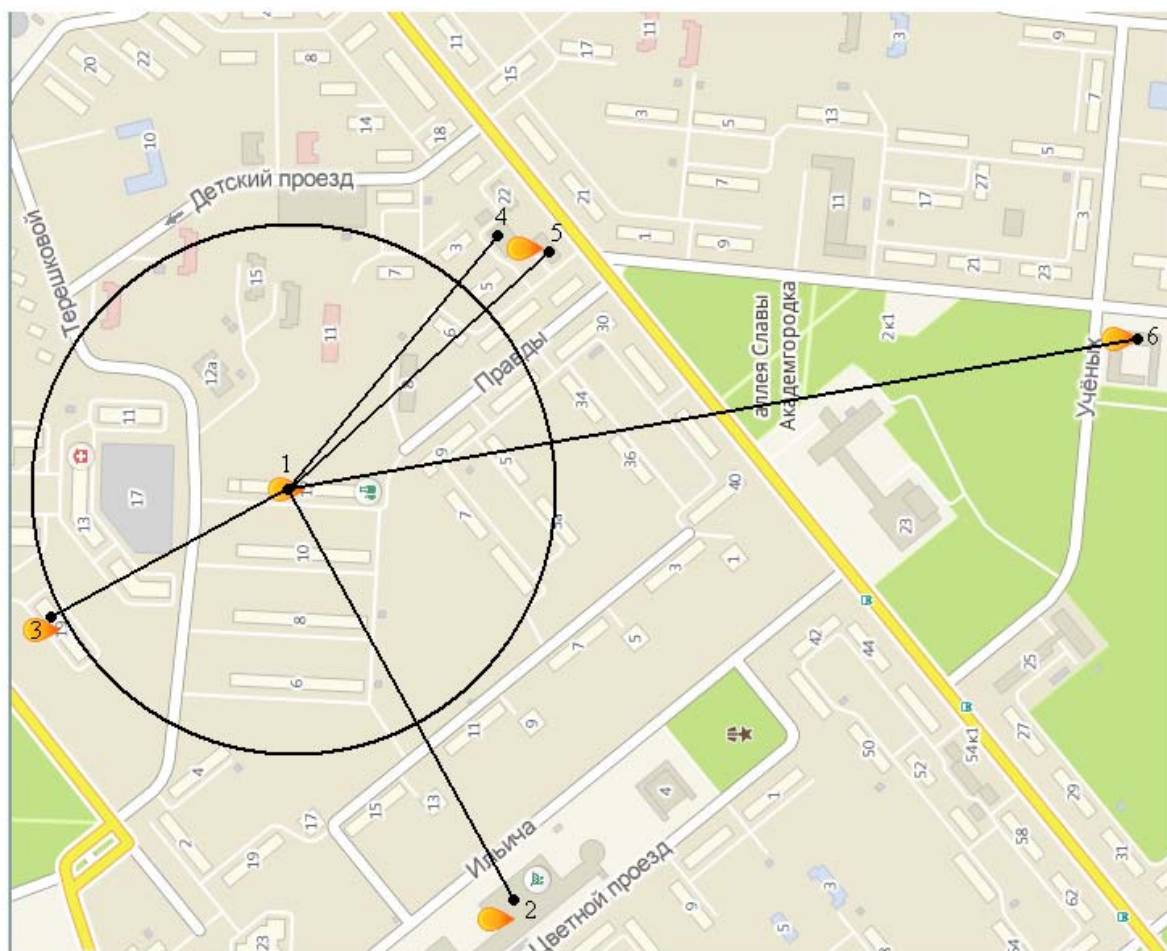


Рис. 2. Месторасположение супермаркетов

Результаты измерений времени похода за продуктами питания из точки № 1 в супермаркеты № 2–6, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Направление движения покупателя	Время движения покупателя, $t$ , с
1–2	530
1–3	316
1–4	325
1–5	341
1–6	865

Измерения времени проводились с помощью секундомера, для расчетов взят средний результат. На основании данных табл. 2 выполнен расчет величины среднего ежедневного чека покупателей (табл. 4).

Таблица 4

Номер супермаркета	Расчет величины товарного чека	Результат расчета, $r$ , руб.
№ 1	$r_1 = \frac{DT_1}{N_1} = \frac{1\,375\,000}{2\,500}$	550
№ 2	$r_2 = \frac{DT_2}{N_2} = \frac{1\,680\,000}{2\,800}$	600
№ 3	$r_3 = \frac{DT_3}{N_3} = \frac{162\,000}{900}$	180
№ 4	$r_4 = \frac{DT_4}{N_4} = \frac{350\,000}{1\,000}$	350
№ 5	$r_5 = \frac{DT_5}{N_5} = \frac{396\,000}{1\,100}$	360
№ 6	$r_6 = \frac{DT_6}{N_6} = \frac{450\,000}{1\,500}$	300

Расчет привлекательности супермаркетов приведен в табл. 5.

Таблица 5

Номер супермаркета	Расчет привлекательности, $A$	Результаты расчета, $A$ , м / руб.
№ 1	$A_1 = \frac{q_1 \cdot S_1}{r_1 \cdot l_1} = \frac{0,97 \cdot 785}{550 \cdot 141}$	$9,8188 \cdot 10^{-3}$
№ 2	$A_2 = \frac{q_2 \cdot S_2}{r_2 \cdot l_2} = \frac{0,90 \cdot 685}{600 \cdot 125}$	$8,2200 \cdot 10^{-3}$
№ 3	$A_3 = \frac{q_3 \cdot S_3}{r_3 \cdot l_3} = \frac{0,99 \cdot 143}{180 \cdot 30}$	$26,2167 \cdot 10^{-3}$
№ 4	$A_4 = \frac{q_4 \cdot S_4}{r_4 \cdot l_4} = \frac{0,98 \cdot 356}{350 \cdot 56}$	$17,000 \cdot 10^{-3}$
№ 5	$A_5 = \frac{q_5 \cdot S_5}{r_5 \cdot l_5} = \frac{0,99 \cdot 293}{360 \cdot 76}$	$10,6020 \cdot 10^{-3}$
№ 6	$A_6 = \frac{q_6 \cdot S_6}{r_6 \cdot l_6} = \frac{0,96 \cdot 364}{300 \cdot 60}$	$19,4133 \cdot 10^{-3}$

Сравним показатели деятельности супермаркетов. За базу сравнения возьмем величину привлекательности супермаркета № 1. Результаты сравнения представлены в табл. 6.

Таблица 6

Отношение привлекательностей супермаркетов	Расчет относительной привлекательности	Результат сравнения
№ 2 к № 1	$\frac{8,2200}{9,8188} = 0,8372$	Супермаркет № 2 менее (на 16,28 %) привлекателен, чем № 1
№ 3 к № 1	$\frac{26,2167}{9,8188} = 2,6701$	Супермаркет № 3 более (на 167,01 %) привлекателен, чем № 1
№ 4 к № 1	$\frac{17,000}{9,8188} = 1,8128$	Супермаркет № 4 более (на 81,28 %) привлекателен, чем № 1
№ 5 к № 1	$\frac{10,6020}{9,8188} = 1,0798$	Супермаркет № 5 более (на 7,98 %) привлекателен, чем № 1
№ 6 к № 1	$\frac{19,4133}{9,8188} = 1,9776$	Супермаркет № 6 более (на 97,76 %) привлекателен, чем № 1

Положение равновозможной точки Конверса во временном исчислении можно вычислить из уравнения (5) (табл. 7).

Таблица 7

Для супермаркетов	Расчет равновозможной точки Конверса
№ 1 и № 2	$t_2 = k_{12} \cdot t_1, k_{12} = \sqrt{0,8372 \cdot \frac{30\,000}{32\,000}} = \sqrt{0,7849} = 0,8859;$ Поскольку $t_{12} = t_1 + t_2 = 530$ с, то $t_1 + 0,8859 \cdot t_1 = 530$ с и $t_1 = 530 / 1,8859 = 281,0$ с; $t_2 = 530 - 281,0 = 249$ с
№ 1 и № 3	$t_3 = k_{13} \cdot t_1, k_{13} = \sqrt{2,6701 \cdot \frac{15\,000}{32\,000}} = \sqrt{1,2516} = 1,1188;$ $t_{13} = t_1 + 1,1188 \cdot t_1 = 316$ с, $t_1 = 149,1$ с, $t_3 = 166,9$ с
№ 1 и № 4	$t_4 = k_{14} \cdot t_1, k_{14} = \sqrt{1,8128 \cdot \frac{18\,000}{32\,000}} = \sqrt{1,0197} = 1,0098;$ $t_{14} = t_1 + 1,0098 \cdot t_1 = 325$ с, $t_1 = 161,7$ с, $t_4 = 163,3$ с
№ 1 и № 5	$t_5 = k_{15} \cdot t_1, k_{15} = \sqrt{1,0798 \cdot \frac{19\,000}{32\,000}} = \sqrt{0,6411} = 0,8007;$ $t_{15} = t_1 + 0,8007 \cdot t_1 = 341$ с, $t_1 = 189,4$ с, $t_5 = 151,6$ с
№ 1 и № 6	$t_6 = k_{16} \cdot t_1, k_{16} = \sqrt{1,9776 \cdot \frac{26\,000}{32\,000}} = \sqrt{1,6068} = 1,2676;$ $t_{16} = t_1 + 1,2676 \cdot t_1 = 865$ с, $t_1 = 381,5$ с, $t_6 = 483,5$ с



Положение остальных точек линии равного притяжения (*ЛРП*) покупателей во временном исчислении на территории двух соседних супермаркетов можно вычислить по рис. 3 для любой точки *Z*, находящейся на *ЛРП*:

$$b^2 = x_{12}^2 - t_1^2; \quad b^2 = k_{12}^2 \cdot x_{12}^2 - t_2^2.$$

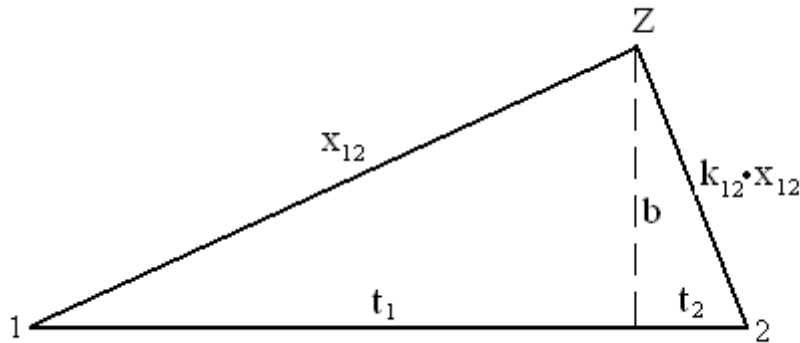


Рис. 3. Нахождение точек линии равного притяжения (точка *Z*)

Если  $k_{12} < 1$ , то  $x_{12} = \sqrt{\frac{t^2 - 2t \cdot t_2}{1 - k_{12}^2}}$ ; если  $k_{12} > 1$ , то  $x_{12} = \sqrt{\frac{t^2 - 2t \cdot t_1}{k_{12}^2 - 1}}$ .

Для супермаркетов № 1 и № 2  $k_{12} = 0,8859 < 1$ , поэтому

$$x_{12} = \sqrt{\frac{530^2 - 2 \cdot 530 \cdot t_2}{1 - 0,7849}} = \sqrt{\frac{280\,900 - 1\,060t_2}{0,2151}}.$$

Для построения линии равного притяжения между супермаркетами № 1 и № 2 (*ЛРП*<sub>12</sub>) зададим значения времени похода покупателя в интервале от  $t_2 = 0$  до  $t_2 = 249$  с и вычислим для них значение  $x_{12}$  (табл. 8).

Таблица 8

$x_{12}$ , с	1 142,8	566,0	470,9	415,3	351,0	281,0
$t_2$ , с	0	200	220	230	240	249,0

Аналогично *ЛРП*<sub>12</sub> строятся линии равного притяжения между супермаркетом № 1 и № 3, 4, 5, 6. Для этого задаются исходные данные в табл. 9–12.

Для супермаркетов № 1 и № 3,  $k_{13} = 1,1188 > 1$ , поэтому

$$x_{13} = \sqrt{\frac{316^2 - 2 \cdot 316 \cdot t_1}{1,2516 - 1}} = \sqrt{\frac{99\,856 - 632t_1}{0,2516}}.$$

Исходные данные для построения ЛРП<sub>13</sub> приведены в табл. 9.

Таблица 9

$x_{13}, \text{с}$	630,0	381,7	309,0	265,2	212,6	149,1
$t_1, \text{с}$	0	100	120	130	140	149,1

Для супермаркетов № 1 и № 4,  $k_{14} = 1,0098 > 1$ , поэтому:

$$x_{14} = \sqrt{\frac{325^2 - 2 \cdot 325 \cdot t_1}{1,0197 - 1}} = \sqrt{\frac{105\,625 - 650 t_1}{0,0197}}.$$

Исходные данные для построения ЛРП<sub>14</sub> даны в табл. 10.

Таблица 10

$x_{14}, \text{с}$	2315,5	861,6	642,2	497,5	163,3
$t_4, \text{с}$	0	140	150	155	161,7

Для супермаркетов № 5 и № 1,  $k_{15} = 0,8007 < 1$ , поэтому:

$$x_{15} = \sqrt{\frac{341^2 - 2 \cdot 341 \cdot t_5}{1 - 0,6411}} = \sqrt{\frac{116\,281 - 682 t_5}{0,3589}}.$$

Исходные данные для построения ЛРП<sub>15</sub> представлены в табл. 11.

Таблица 11

$x_{15}, \text{с}$	569,2	366,0	309,8	240,8	189,4
$t_5, \text{с}$	0	100	120	140	151,6

Для супермаркетов № 1 и № 6,  $k_{16} = 1,2676 > 1$ , поэтому:

$$x_{16} = \sqrt{\frac{865^2 - 2 \cdot 865 \cdot t_1}{1,6068 - 1}} = \sqrt{\frac{748\,225 - 1\,730 \cdot t_1}{0,6068}}.$$

Исходные данные для построения ЛРП<sub>16</sub> приведены в табл. 12.

Таблица 12

$x_{16}$	1 110,4	454,6	422,1	381,5
$t_1$	0	360	370	381,5

По данным табл. 8–13 можно построить линии равного притяжения между супермаркетом № 1 и расположенными вокруг него супермаркетами № 2–6 (рис. 4).

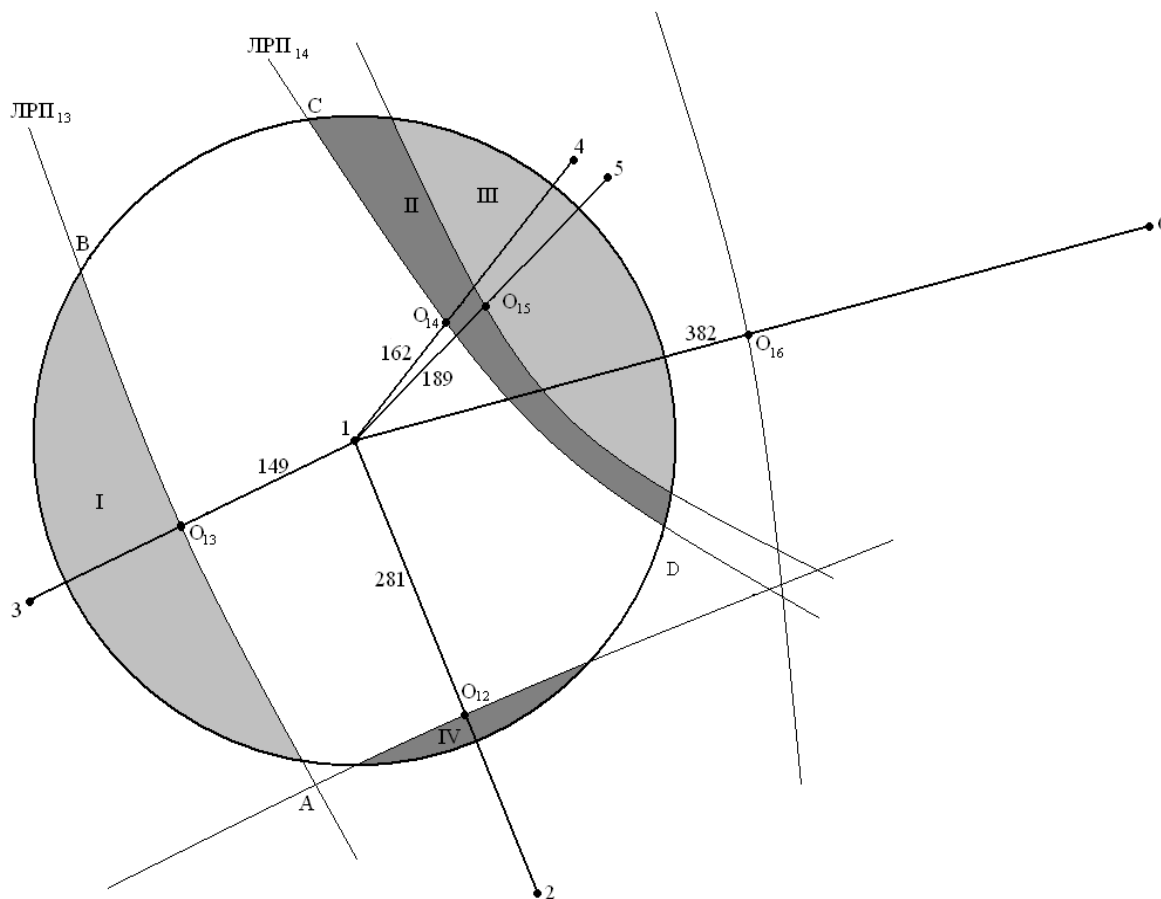


Рис. 4. «Территория притяжения» супермаркета № 1

Место расположения супермаркетов на рис. 4 соответствует их географическому нахождению на карте микрорайона (см. рис. 2). Цифры на лучах 1–6 указывают время похода среднего покупателя из точки 1 до точек 2, 3, 4, 5, 6 на местности.

При построении линий равного притяжения между супермаркетом № 1 и супермаркетами № 2–6 мы пренебрегали влиянием на покупателя, находящегося на соответствующей линии равного притяжения (ЛРП), притяжением соседних супермаркетов из-за их удаленности. Это замечание не касается супермаркетов № 4 и № 5, которые расположены очень близко друг к другу ( $t_{15} < 10$  с),

и по этой причине их можно рассматривать как объединенный супермаркет № 4–5, который отбирает у супермаркета № 1 два сектора (II + III) территории притяжения (см. рис. 4).

Из рис. 4 видно, что изохрона  $t = 300$  с, построенная вокруг супермаркета № 1, делится линиями равного притяжения  $O_{12}, O_{13}, O_{14}, O_{15}$  на 5 секторов: ABCD, I, II, III, IV. Видно, что наибольшие потери территории притяжения супермаркета № 1 несет в результате деятельности открывшегося в 2013 г. супермаркета № 3, расположенного внутри нового многоэтажного жилого комплекса (сектор I). Наименьшие потери территории притяжения супермаркета № 1 имеют место в результате работы супермаркета № 2 (сектор IV). Функционирование супермаркета № 6 не оказывает влияния на размер территории притяжения супермаркета № 1 вследствие его значительной удаленности от него ( $t_{16} = 865$  с). Но из рис. 4 ясно, что если рассмотреть изохрону  $t = 600$  с, то супермаркет № 6 становится серьезным конкурентом супермаркета № 1 в борьбе за покупателя.

Из рис. 4 также видно, что в результате конкуренции со стороны супермаркетов № 2–5 супермаркет № 1 теряет более трети территории притяжения, ограниченной изохроной  $t = 300$  с.  $ЛРП_{13}$  и  $ЛРП_{14}$ , ограничивающие территорию притяжения супермаркета № 1 (ABCD), образуют как бы воронку, сужающуюся в направлении дуги BC. Внутри этой воронки, за дугой BC отсутствует влияние конкурентов на работу супермаркета № 1. Это связано с тем, что в данном направлении далее располагаются детские сады и школа и отсутствуют супермаркеты.

Проведенный анализ территории притяжения супермаркета «Холидей Классик», расположенного по адресу г. Новосибирск, 90, ул. Терешковой, 12, позволяет дать следующие рекомендации его менеджерам для увеличения силы притяжения покупателей:

- активизировать применение ценовых скидок и неценовых поощрений покупателей;
- подбирать себе надежных поставщиков высококачественных товаров;
- разблокировать для эксплуатации запасной вход в супермаркет с целью сокращения длины пути покупателей внутри супермаркета;
- предложить покупателям более глубокий ассортимент продовольственных товаров для увеличения проходимости супермаркета.

Практическая реализация предложенных мер позволит увеличить привлекательность супермаркета № 1 и вернуть ему часть территории притяжения, захваченную супермаркетами № 2–5.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П. Системная связь устойчивого развития территорий и его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 3–13.
2. Жарников В. Б., Ван А. В. Природно-технические системы Приобья как объект кадастра // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 83–93.

3. Лесных И. В. Начало становления объединению кадастровых инженеров Сибири положено // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 183–185.
4. Креймер М. А. Анализ пространственно-временного континуума в социально-экономических явлениях // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 113–124.
5. Нитяго И. В. Экономическое будущее Сибири: проблемы и перспективы // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 118–125.
6. Вовк И. Г. Геометрическое моделирование линейных объектов в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 57–62.
7. Лексакова О. В. Использование информационных технологий в прогнозировании региональной торговли // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 101–110.
8. Голиков Ю. А., Сульгина Л. Ю. Экономическая модель рынка // В мире научных открытий. – 2012. – № 6 (30). – С. 235–253.
9. Сульгина Л. Ю. Метод расчета силы взаимного притяжения продавца и покупателей // В мире научных открытий. – 2013. – № 4 (40). – С. 185–193.
10. Голиков Ю. А., Сульгина Л. Ю. Картография рынка микрорайона и реальная власть дуополии // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 79–87.
11. Голиков Ю. А., Сульгина Л. Ю. Экономическая модель предприятия и торговой сети // Микроэкономика. – 2013. – № 4. – С. 37–41.
12. Сульгина Л. Ю. Анализ привлекательности продовольственных предприятий розничной торговли // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – 2013. – С. 80–85.
13. Голиков Ю. А., Сульгина Л. Ю. Экономический метод оценки конкурентоспособности магазинов // Практический маркетинг. – 2014. – № 3 (205). – С. 21–25.
14. Converse P. D. New Laws of Retail Gravitation // Journal of Marketing, 14; 1949. P. 94–102.
15. Reilly W. J. The Law of Retail Gravitation // New York. W. S. Reilly, Inc. 1931.

Получено 05.02.2014

© Ю. А. Голиков, Л. Ю. Сульгина, 2014

УДК 528:658

## ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ И ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

*Зинаида Евгеньевна Алексеева*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры управления и предпринимательства, тел. (383)361-01-24, e-mail: ozoigim@mail.ru

*Людмила Васильевна Тишкова*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры управления и предпринимательства, тел. (383)361-01-24, e-mail: ms.ms.tishkova@mail.ru

Приводится обоснование необходимости установления норм времени и выработки на работы по созданию и реконструкции государственных геодезических сетей. Ошибки в действующих положениях по геодезическим работам относительно спутниковых измерений приводят к невозможности применения их на производстве. Современные инновационные технологии требуют нового подхода к нормированию геодезических работ, расчету новых нормативных показателей.

**Ключевые слова:** инновационные аспекты, геодезическое производство, нормирование, сметная стоимость.

## INNOVATIVE ASPECTS AND PROBLEMS OF GEODETIC WORKS MEASUREMENT

*Zinaida E. Alexeyeva*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc Prof, Department of Management and Entrepreneurship, tel. (383)361-01-24, e-mail: ozoigim@mail.ru

*Lyudmila V. Tishkova*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Senior lecturer, Department of Management and Entrepreneurship, tel. (383)361-01-24, e-mail: ms.ms.tishkova@mail.ru

Substantiation of time and working standards for establishing and reconstruction of national geodetic networks is presented. Mistakes in current regulations on geodetic works, concerning satellite measurements, make them improper for practical use. Modern innovative technologies are in need of the new approach to standardization of geodetic works and calculation of new normative indices.

**Key words:** innovative aspects, geodetic production, standardization, estimated cost.

Результатом деятельности отрасли является высокотехнологичное картографо-геодезическое обеспечение страны, являющееся основой формирования и развития современной инновационной экономики [1] на период до 2020 г., связанной с внедрением новых технологий [2–6]. Предприятия отрасли производят широкий ассортимент топографо-геодезической и картографической продукции и услуг.

Продукция отрасли геодезии и картографии имеет устойчивый спрос, востребована во многих сферах отраслей экономики и оказывает непосредственное влияние на их эффективное развитие. Потребителями продукции являются практически все отрасли экономики страны, а также органы исполнительной власти, ведомства. На их долю приходится около 79 процентов производимой продукции и услуг. Наибольшие перспективы в мире на период до 2020 г. имеют методы и технологии в области *географических информационных систем и навигационно-геодезического обеспечения* [7].

В этот период основной функцией геоинформационных баз данных и карт по-прежнему остается обеспечение потребностей экономики, общества и отдельных граждан в пространственно распределенной информации (геоинформации), однако при этом каждая из данных научных дисциплин приобрела ряд особенностей, отражающих потребности и возможности информационного века [8].

В современных условиях возрастает роль нормирования труда как элемента управления стабильностью развития предприятия всех организационно-правовых форм. Это объясняется повышением роли экономического фактора в складывающихся отношениях между работодателем и работником [9, 10] в процессе производства материальных благ (оказания услуг), получения прибылей и их распределения, а также усилением социальной направленности современного менеджмента в различных отраслях производства.

Особенностью современного менеджмента в сфере нормирования трудовых процессов является создание программ по нормированию труда, основанных на системном подходе.

Участие в инновационной деятельности обеспечивает геодезическому предприятию конкурентные преимущества за счет создания и применения принципиально новых технологий и оборудования, обновления материально-технической базы производства, удовлетворения существующих потребностей рынка [11].

Обоснование финансовых затрат для выполнения геодезических работ связано с определением их сметной стоимости, в которой большую часть занимает оплата труда. Для определения затрат труда необходимо устанавливать обоснованные нормы с использованием нормативных материалов высокого качества, которые должны удовлетворять определенным требованиям:

- должны быть прогрессивными;
- соответствовать требуемому уровню точности;
- должны быть комплексными и обоснованными;
- учитывать влияние различных факторов на продолжительность отдельных элементов процесса и операции в целом;
- наиболее полно охватывать самые распространенные варианты организационно-технических условий выполнения работы.

Для обеспечения прогрессивного характера норм необходимо осуществлять их систематический пересмотр по мере изменения технологии, введения новых видов технических средств, уточнения видов и подвидов выполняемых

работ. Однако реализация данной задачи сталкивается с некоторыми трудностями, обусловленными длительностью цикла производства работ, сложностью в организации производственного процесса и широкой номенклатурой геодезических работ.

В настоящее время нормативы по труду на все виды геодезических работ разрабатывает и устанавливает Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК) в сборниках СУСН, ЕНВ [12].

В действующем справочнике сметных укрупненных норм (СУСН), введенном в действие приказом Федеральной службы геодезии и картографии России в 2002 г., установлены нормы затрат труда на полевые и камеральные работы.

На этапы технологии работ с применением спутниковых навигационных систем в справочнике установлены нормы затрат труда специалистов лишь на некоторые виды работ с применением спутниковых приемников. К ним относятся:

- рекогносцировка пунктов спутниковых геодезических сетей;
- спутниковые определения координат;
- определение геодезических координат и высот пунктов съемочного обоснования;
- определение геодезических координат отдельных вспомогательных пунктов;
- съемка существующих границ землепользования.

При разработке норм на топографо-геодезические работы ЦНИИГАиК совместно с Роскартографией выпустили сборник «Единые нормы выработки (времени) на геодезические и топографические работы» (ЕНВ). В сборнике ЕНВ указано содержание каждого вида работ, которое разбито по разделам. В нормируемом процессе перечислены наиболее характерные операции, входящие в состав работ. Рассчитаны численность бригад, нормы времени и выработки на выполнение работ по категориям трудности. На работы, которые указаны в ЕНВ, можно определить нормы времени по сборнику «Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы» (ЕНВиР) [12].

Для разработки сметных укрупненных расценок, для планово-экономических расчетов при определении материальных ресурсов и денежных средств на топографо-геодезические работы, для расчетов по определению экономической эффективности, для расчета с исполнителями при производстве работ данные нормы использовать невозможно.

Частично технологии на рассматриваемые виды работ установлены ЦНИИГАиК в различных руководствах. Например, особенности построения ГГС раскрывают: «Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS», «Руководство по геодезическим работам при устройстве подземных коммуникаций», «Руководство по планировке и застройке городов, поселков и сельских населенных пунктов» [11].



Нормы, установленные в сборниках СУСН и ЕНВ, нельзя применять на работах с использованием спутниковых средств по следующим причинам.

1. Сборник ЕНВ устанавливает три категории трудности на работы по созданию и развитию государственных геодезических сетей и съемочного обоснования. Категории трудности установлены в зависимости от залесенности территории, наличия сети дорог и наличия многоэтажных построек, но не учитывает влияния современных средств связи. Например, в городах существует проблема связи со спутником вследствие помех, создаваемых гражданским оборудованием. Из-за этого увеличивается погрешность точности измерений, увеличивается время на улавливание сигнала и в целом время на определение координат. Кроме того, необходимо учитывать не только видимость спутников, обеспеченность автодорогами и отсутствие радиопомех, но и обеспеченность исходными пунктами в районе работ.

2. Не учтена современная технология выполнения работ. До начала проведения работ в целях обеспечения преемственности геодезической информации должен быть выполнен анализ существующих на территории города геодезических построений и установлена их точность. Реальная точность взаимного положения пунктов существующей городской сети и государственной геодезической сети вокруг города определяется сравнением длин контрольных линий, полученных из спутниковых измерений и вычисленных по значениям координат пунктов [13].

Технология выполнения работ с использованием спутниковых систем имеет свои специфические особенности. В частности, для построения геодезической сети должны быть определены один или несколько исходных пунктов (ИП), устанавливающих связь с общеземной геоцентрической системой координат, относительно не менее трех близлежащих пунктов ФАГС (фундаментальная астрономогеодезическая сеть), ВГС (высокоточная геодезическая сеть) либо международных постоянно действующих пунктов [13].

ИП должны иметь возможность переоборудования их в постоянно действующие пункты ФАГС или ВГС. Для вычислений используется информация об измерениях на международных постоянно действующих пунктах или на пунктах ФАГС, соответствующая времени наблюдений на ИП.

При построении геодезической сети используется несколько принципов, которые отличают построение спутниковой сети от другой. В спутниковой геодезической сети необходимо выделить каркас в объеме не менее 3 пунктов для создания высокоточного геодезического обоснования городской сети и для связи с государственной сетью. На указанных пунктах должны быть выполнены спутниковые измерения, обеспечивающие их взаимное положение с повышенной точностью. При построении спутниковой городской геодезической сети необходимо использовать максимальное количество одновременно работающих спутниковых приемников, что позволяет за счет избыточных измерений повысить точность и надежность результатов наблюдений [15].

Таким образом, при разработке нормативов необходимо исходить из определения исполнителями не пунктов, а базовых и контрольных линий. При установлении норм в СУСН использовался принцип нахождения координат пунктов методом триангуляции, т. е. нормы времени установлены на один пункт, нормы выработки – в зависимости от количества пунктов. В реальной ситуации производства работ используется лучевой метод выполнения спутниковых наблюдений, который заключается в определении независимых базовых линий (векторов) дважды с контролем сходимости получаемых результатов. Для повышения точности и надежности результатов наблюдений при построении спутниковых геодезических сетей необходимы не только избыточные измерения, но и максимальное количество одновременно работающих спутниковых приемников. При этом должна быть установлена организация синхронных наблюдений с согласованием времени проведения спутниковых измерений на всех других пунктах, участвующих в планируемом сеансе наблюдений [13, 15].

3. Нормативы необходимо пересматривать в связи с появлением в геодезическом производстве новых современных спутниковых приемников для определения координат по спутниковым наблюдениям.

Несколько десятков фирм выпускает GPS-приемники для целей геодезии, которые отличаются своими характеристиками (числом принимаемых каналов, точностью измерения, быстротой действий, памятью, временем работы, весом и др.)

При установлении норм труда необходимо собрать полную информацию о составе работ, определить нормы производительности оборудования, рассмотреть характеристики нормируемых технологий, а также учитывать требования точности геодезической аппаратуры.

В сборнике СУСН нормы времени и выработки установлены на топографо-геодезические работы, выполняемые с помощью следующих приборов: двухчастотные спутниковые приемники 4000 SSE (Trimble, США) и SR 399 (Leica, Швейцария), одночастотные приемники 4000 SE (Trimble, США), Землемер-Л1 (Россия), STEP1 (Ashtech, США) и SR 9400 (Leica, Швейцария).

В настоящее время для определения геодезических координат пунктов используются двухчастотные, фазовые и кодовые приемники последнего поколения, основанные на новых технологиях [11, 12].

С помощью таких приемников можно выполнять следующие виды геодезических работ:

- топографическая съемка и съемка с нанесением сооружений на планы;
- съемка, составление профилей линейных сооружений;
- землеустроительные работы;
- наблюдение за деформациями, кренами зданий и сооружений;
- исполнительная геодезическая съемка;
- построение опорно-межевых сетей;
- проведение кадастровых съемок;
- обмерные работы;

- разбивочные работы на стройплощадке;
- съемки специального назначения: гидрографические и др.;
- вынос в натуру границ участков и сооружений.

Помимо технологии проведения геодезических работ, основанных на спутниковых методах получения координат в статическом и кинематическом режимах, используется режим реального времени и режим реокупации [12].

В 2013 г. Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии предусмотрено продолжение работ по реконструкции геодезической сети, уточнению системы координат города, развитие сети базовых GPS/ГЛОНАСС станций, включение их в режим RTK (кинематика в реальном времени) и VRS (виртуальные базовые станции), для обеспечения максимальной функциональности внедряемых решений.

Создание сетей различной точности может отличаться не только технологией проведения геодезических работ, но и методом определения координат, спутниковой аппаратурой (двухчастотной и одночастотной) и типом станции (использование референчных или базовых станций).

Современная геодезия использует новые методы определения положения пунктов и составления карт. Базируясь на фундаментальных принципах и законах классической геодезии и топографии, эти методы, однако, имеют существенные отличия в процессах наблюдения и обработки результатов. Большинство производственных и научно-исследовательских геодезических организаций переходят от традиционных наземных к спутниковым системам, не требующим большого числа исполнителей и значительных затрат времени, а также позволяющим представить результат определений на местности сразу в виде электронной цифровой карты. С наступлением эры компьютерных инноваций и космических технологий методы спутникового позиционирования стали внедряться во многие сферы деятельности человека [12, 15].

Организационно-экономические отношения в инновационной сфере геодезического производства – это не только отношения в процессе создания и реализации продукции, но и необходимость быстрого развития этой отрасли. Геодезическое производство – это отрасль, которая имеет специфические отличия от других отраслей.

В отрасли имеет место тесная связь науки и производства, а также существенная зависимость между стоимостью работ и точностью измерений. Для инноваций и инвестиций геодезическое производство является областью повышенного риска. Эти особенности усугубляются спецификой производства и порождают противоречие между возрастающей потребностью в инновациях и существующими организационно-экономическими отношениями в сфере геодезического производства.

Участие в инновационной деятельности обеспечивает геодезическому предприятию конкурентные преимущества за счет создания принципиально новых технологий, оборудования и приборов, обновления материально-технической базы, удовлетворения существующих потребностей рынка. Да

и сами потребители геодезических услуг при заключении договоров ставят условие, чтобы геодезические работы выполнялись с использованием современных технологий и методов обработки информации. Поэтому геодезические предприятия либо сами разрабатывают современные инновационные технологии, либо активно их используют [13].

Новые методы геодезических работ с использованием спутниковых систем и технологий имеют свои отличительные особенности, следовательно, разработка нормативов на данные виды работ становится необходимостью. Наиболее перспективным считается совместное использование систем ГЛОНАСС и GPS при проведении геодезических работ. В этой области также требуется разработка новых обоснованных нормативов по труду.

Современная спутниковая система развивается, расширяются и уточняются сети координат, совершенствуется геодезическая аппаратура. По этим причинам необходимо постоянно обновлять нормы труда на создание геодезических координат, необходимо производить работу по расчету и обоснованию норм труда на инновационные технологии проведения геодезических работ.

Геодезические работы обладают рядом специфических организационных и экономических особенностей, которые необходимо учитывать при исследовании инновационных процессов, а именно:

– *высокая трудоемкость производства.* Свыше 50 % всех затрат на производство может составлять оплата труда. При этом материалоемкость и фондоемкость этого производства достаточно низкая;

– *геоинформационный характер продукции.* Специфический характер продукции геодезического производства состоит в том, что в большинстве случаев она носит информационный или геоинформационный характер и представлена в виде информационных продуктов: планов, координатных каталогов, цифровых моделей, цифровых карт и т. д. [13, 14, 15];

– *разрешительный порядок выполнения работ.* В настоящее время в отрасли применяется разрешительный порядок осуществления ряда работ. Например, широко применяется использование спутниковых технологий для определения координат точек земной поверхности в производственных целях;

– *рынок геодезической продукции.* Рынок включает три сектора: оборудование, продукция, услуги. В настоящее время вся сбытовая функция в секторе продукции реализуется в рамках создания инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации. На рынке между собой конкурирует геодезическая продукция разных стран. Конкурируют геодезические организации за выполнение услуг. В то же время рынок услуг существенно сдерживается в регионах, где на выполнение геодезических работ помимо лицензии необходимо разрешение местных властей;

– *особый характер планирования производства.* Топографические и кадастровые съемки выполняют на пространственных объектах, каждый из которых имеет свои специфические географические и экономические характеристики. Выполнение производственного комплекса, равноценного по объему, составу

и качеству работ, на различных объектах будет требовать различных материальных, трудовых и денежных затрат. Трудоемкость и стоимость одной и той же единицы продукции в зависимости, например, от физико-географических и сезонных факторов может отличаться на порядки;

– *особенности нормирования труда*. Особенности нормирования труда в геодезическом производстве отличаются сложностью и разнообразием [11].

Это особенно проявляется при выполнении работ в полевых условиях, где существенно меняются нормы затрат труда, средств труда, предметов труда на изготовление продукции или выполнения работ. Нормы зависят от видов работ, категорий сложности их выполнения, географических, климатических и других условий;

– *разнообразные условия производства*. Разнообразие условий производства геодезических работ проявляется в следующем: во-первых, работы ведутся в разных географических и климатических условиях; во-вторых, в силу технологических особенностей они подразделяются на полевые и камеральные. Особенности полевых работ заключаются в том, что они преимущественно носят выездной характер. Камеральные работы проводятся в подразделениях самих предприятий;

– *сезонность работ*. Обычно полевой сезон приурочен к весенне-летне-осеннему периоду. В городах и поселках, на промышленных площадках полевые работы могут в принципе, хотя и с некоторыми ограничениями, производиться круглогодично. Выполнение работ в неблагоприятный период года связано с удорожанием продукции.

Для развития управленческих отношений в инновационном секторе целесообразно применение целевых показателей оценки инновационной активности и результативности. Метод целевых показателей позволяет повысить прозрачность и контроль систем финансирования и кредитования инновационных мероприятий [16, 18].

Изучение использования рабочего времени и выявление резервов повышения эффективности труда персонала, а также исследование трудовых процессов на рабочих местах, выбор эффективных методов и приемов их выполнения, аттестация рабочих мест и их рационализация также относятся к функциям «нормативно-исследовательской работы».

Особая задача – установление состава показателей и методов их определения. На уровне предприятия количество их должно быть ограничено теми показателями, которые оказывают влияние на рост валового регионального продукта за счет качественного изменения экономики: продукции, технологии, оборудования, которые учитываются государственной статистической отчетностью или могут быть рассчитаны по ее данным [12].

Особенности инновационных процессов в сфере геодезического производства можно рассматривать на основе системного подхода к инновации [12, 14]. Экономические отношения, основанные на коммерциализации, с одной стороны, ускорили процесс реализации экономически выгодных разработок, а с дру-

гой, – затормозили внедрение новых научных достижений, экономический эффект которых не столь очевиден или может возникнуть в далеком будущем. Это создает разрыв между наукой и геодезическим производством.

На практике применяют два основных подхода в преодолении организационного разрыва между наукой и производством. Первый связан с интеграционными (организационно-объединительными) процессами. Второй подход связан с образованием промежуточного звена – инновационной рыночной инфраструктуры: инновационных центров, технопарков, а также малых инновационных предприятий, которые в результате разделения труда взяли на себя функцию доведения научных разработок до готового для реализации на рынке продукта.

При разработке инновационных проектов возникает задача оценки их эффективности. В силу специфики геодезического производства, в частности, его регламентированности возникает проблема оценки не только коммерческой, но и социальной эффективности инновационного проекта. Это требует применения комплексных методов оценки инноваций.

Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. определено, что инновационное развитие российской экономики в ближайшее десятилетие будет осуществляться по этапам, различающимся по условиям, факторам, рискам социально-экономического развития и приоритетам экономической политики государства.

Этап развития Российской Федерации на период 2013–2020 гг. характеризуется в вышеуказанной Концепции как рывок в повышении глобальной конкурентоспособности экономики на основе ее перехода на новую технологическую базу (информационные, био- и нанотехнологии), улучшении качества человеческого потенциала и социальной среды, структурной диверсификации экономики [7, 8].

Акцентируем внимание на ценовой политике в геодезическом производстве. Свободные цены не означают отсутствия учета затрат, в том числе затрат труда на единицу произведенной продукции, что, в свою очередь, повышает необходимость установления обоснованных трудовых затрат при определении цены на нее, а, следовательно, экономическое значение нормирования.

Интерес к нормированию трудовых процессов повышается также при определении стоимости (цены) рабочей силы на рынке труда, где в рыночные отношения вступают работодатель и работник. Цена рабочей силы связана со многими аспектами экономики и зависит от многих факторов. Вместе с тем, при установке цены труда каждого работника на конкретном предприятии становится очевидной необходимость, наряду с оценкой его квалификации, оценка сложности, условий, определение количества (продолжительности) рабочего времени, степени его напряженности, а также темпа работы, что не случайно является неотъемлемой частью оперативного нормирования на предприятиях (фирмах) стран с развитой рыночной экономикой.

Важной задачей управления нормированием труда является создание условий для выполнения нормами труда их основных функций [11, 17].

В процессе управления нормированием труда на предприятии должны решаться как текущие, так и перспективные задачи, выявление и использование резервов снижения трудовых затрат на единицу продукции (услуги) путем воздействия на совершенствование техники, технологии, организации производства, труда и управления предприятием в целом. При этом необходимо привлекать работников к рациональному использованию рабочего времени, работе по прогрессивным нормам труда и т. п.

Текущие задачи связаны с эффективным использованием труда на каждом рабочем месте.

На рабочем месте должны решаться вопросы эффективного использования «живого» труда путем установления обоснованных затрат вспомогательного времени, времени обслуживания рабочего места и других затрат труда. Эти затраты непосредственно связаны с организацией трудового процесса: построением его во времени и пространстве, содержательностью, методами труда, оснащением и обслуживанием данного рабочего места; условиями и уровнем интенсивности труда [12].

В современных условиях растущей конкуренции необходимость в нормировании и организации труда становится все острее, так как это является достаточно весомой статьей экономии затрат предприятия.

Руководители все чаще задумываются о более обоснованных с научной точки зрения и оптимальных для работника нормах труда не только с целью увеличения прибыли, но и с точки зрения создания профессионального кадрового потенциала на предприятиях.

Для обеспечения устойчивого функционирования и развития геодезических предприятий и картографических фабрик в условиях современной конкуренции все большее значение приобретает их инновационная активность. В последние годы возросли требования к оперативности и качеству геодезических работ и обеспечить эти повышенные требования возможно только путем использования современных технологий, оборудования и приборов, являющихся результатом инновационной деятельности геодезических предприятий. В настоящее время инновации являются одним из основных факторов динамичного развития производства. Такие понятия, как «инновации», «инновационные процессы», «инновационная деятельность» прочно вошли в нашу жизнь и соответственно нормы труда должны своевременно отражать прогрессивные изменения в технике и технологии производства геодезических работ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нитяго И. В. Экономическое будущее Сибири: проблемы и перспективы // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2(22). – С. 118–125.
2. Малков А. Г. О целесообразности применения спутниковых систем при межевании земель // Интерэкспо Гео-Сибирь-2013. Междунар. научн. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 8.

3. Яхман В. В. Комбинированный метод создания городской геодезической основы // Интерэкспо Гео-Сибирь-2013. Междунар. научн. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 56–59.
4. Кугаевский В. И. Применение наземных лазерных сканеров при фасадных съемках // Интерэкспо Гео-Сибирь-2013. Междунар. научн. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» в 3 т. (Новосибирск, 15-26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 82–85.
5. Бабаев С. Н. Технология мониторинга открытых горных работ с применением беспилотного летательного аппарата // Интерэкспо Гео-Сибирь-2013. Междунар. научн. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» в 3 т. (Новосибирск, 15-26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 151–154.
6. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Опыт применения цифрового нивелира DIN103 при выполнении повторного высокоточного гидротехнического нивелирования. // Интерэкспо Гео-Сибирь-2013. Междунар. научн. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 189–192.
7. О геодезии и картографии: федер. закон от 26.12.1995 № 209 ФЗ (ред. 28.02.2012) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
8. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–14.
9. Мороз О. Н. Аттестация – важнейший компонент управления персоналом // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 86–100.
10. Тарасова Ю. В., Усикова О. В. Аттестация рабочих место: экономические аспекты дифференцированного подхода // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 112–117.
11. Васютинский И. Ю., Шайтура А. С. Управление геодезическими предприятиями на основе их стоимости // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2009. – № 6. – С. 84–86.
12. Голубева А. П., Алексеева З. Е. Современное состояние нормирование геодезических работ с использованием спутниковых навигационных систем // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 3. – С. 33–37.
13. Цветков В. Я. Информатизация, инновационные процессы и геоинформационные технологии // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2006. – № 4. – С. 112–118.
14. Майоров А. А., Савиных В. П., Цветков В. Я. Геодезическое космическое обеспечение России. // Международный научно-технический и производственный журнал «Наука о Земле». – 2012. – № 4. – С. 23–27.
15. Цветков В. Я. Инновация и инновационный процесс как сложная система // Качество, инновации, образование. – 2013. – № 2. – С. 11–14.
16. Никоненко В. Г., Ларионов Ю. С. О роли инноваций в современном производстве // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 72–79.
17. Бухалков М.И. Организация и нормирование труда: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 386 с.
18. Никонова Я. И. Букина А. А. Повышение инновационной активности промышленных предприятий // Вестник СГГА. – 2004. – Вып. 9. – С. 97–104.

Получено 05.02.2014

© З. Е. Алексеева, Л. В. Тишкова, 2014



УДК 614.7: 528.91

### КАРТОРАФИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

*Лариса Анатольевна Ромашова*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: romashova.lara@yandex.ru

В работе предлагается методика комплексной оценки качества воды водных объектов. В ее основе лежит использование частных оценок отдельных показателей состава и свойств воды для получения комплексной оценки качества воды в виде одного числа и переход к безразмерному показателю. В статье даны рекомендации по картографическому отображению комплексной оценки для разных уровней качества воды водных объектов в зависимости от целей научных и практических исследований.

**Ключевые слова:** картографирование, качество воды, показатели состава и свойств воды, частная оценка, комплексная оценка.

### MAPPING OF WATER BODIES ON THE BASIS OF A CONTEXT ASSESSMENT OF WATER QUALITY

*Larisa A. Romashova*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhonogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Cartography and Geoinformatics, tel. (383)361-06-35, e-mail: romashova.lara@yandex.ru

The techniques for complex assessment of water quality in water bodies are offered in this work. They are based on particular assessments of different indices of water composition and property to be used for complex assessment (as a single number). Then the transition to the dimensionless index is conducted. Recommendations on cartographic representation of the complex assessment for different quality water (of water bodies) depending on the purpose of the scientific or practical research are given.

**Key words:** mapping, water quality, indices of water composition and properties, particular assessment, complex assessment.

Сложность понятия качества воды, его многомерность, связанная с потребностью учитывать большое количество веществ, определяющих состав воды, и разнообразие свойств, учет которых необходим в процессе водопользо-

вания, обусловили настойчивые поиски обобщенных показателей, позволяющих характеризовать состав и свойства воды одним числом. К недостаткам таких показателей относятся потеря информации и неоднозначность, неизбежные при замене многомерных объектов одномерными. К достоинствам относится удобство этих показателей для пользователей при принятии решений в различных водоохраных ситуациях и задачах. Такие показатели отличаются по многим свойствам друг от друга. Однако есть одно основное свойство, которое позволяет разделить все показатели на два существенно различных класса: пригодные и непригодные для практической деятельности по регулированию использования и охране вод. Таким свойством является отношение к предельно допустимой концентрации (ПДК) – гигиеническим нормативам, устанавливающим границы пригодности водных объектов для водопользования.

Нами предлагается методика комплексной оценки качества воды водных объектов для решения водоохраных и водохозяйственных проблем при районно-планировочных, градостроительных и других видах работ. В ее основе лежит использование частных оценок отдельных показателей состава и свойств воды для получения комплексной оценки качества воды в виде одного числа и переход к безразмерному показателю.

Предлагаемая методика состоит в следующем. Известно, что все показатели состава и свойств воды имеют разные единицы измерения. Вследствие этого сравнение показателей между собой и построение комплексного показателя по ним невозможно. Поэтому первоначально все исходные показатели качества воды предлагается приводить к безразмерному виду. Учитывается, что у одних показателей (их большинство) норматив представляет собой верхний предел допустимого значения, у других – (прозрачность, растворенный кислород...) нижний предел, у третьих – (диссоциация водородных ионов...) определенный интервал. В соответствии с этим безразмерные показатели  $K_i$  предлагается рассчитывать в случае верхнего предела допустимого значения по формуле:

$$K_i = \Phi_i / C_i, \quad (1)$$

а в случае нижнего предела –

$$K_i = C_i / \Phi_i, \quad (2)$$

где  $\Phi_i$  – фактическое значение  $i$ -го показателя;

$C_i$  – норматив  $i$ -го показателя.

Безразмерный показатель  $K_i$  в дальнейшем будем называть частной оценкой единичного показателя. Она показывает, во сколько раз фактическое значение показателя хуже нормативного.

Приведение к безразмерному виду показателя с интервальным нормативом следует выполнять по формуле (1), если его значение больше верхнего предела, или по формуле (2), если его значение меньше нижнего предела норматива.

Комплексный показатель оценки качества воды водных объектов предлагается получать по разнородным частным оценкам путем их свертки.

Он моделируется формулой:

$$K = \sqrt{\sum_{i=1}^n (K_i)^2 / n}, \quad (3)$$

где  $K_i$  – частная оценка единичного показателя, превышающая по величине единицу (формулы (1), (2));

$n$  – число суммируемых в формуле (3) показателей.

В выражение (3) входят частные оценки с величиной только больше единицы. Значение комплексной оценки показывает, во сколько раз качество воды хуже нормативного. Оно увеличивается с увеличением степени загрязнения водоема. При равенстве всех частных оценок единице комплексный показатель также равен единице. Если же некоторые частные оценки меньше, а остальные равны единице, то комплексный показатель не вычисляется, а принимается равным единице. Таким образом, благоприятному состоянию водоемов всегда будет соответствовать значение комплексного показателя, равного единице.

По формулам (1), (2) могут быть найдены частные оценки всех показателей качества воды, кроме коли-индекса, значения которого представляются числами более высокого порядка, чем значения остальных показателей. В этом случае частная оценка коли-индекса не сопоставима с частными оценками других показателей. Поэтому предлагается вместо фактического значения коли-индекса и его норматива использовать их логарифмы.

Оценку качества воды водных объектов проводят на всех стадиях плано-во-проектных работ, каждой из которых соответствует определенный уровень проработки изучаемого явления. Например, на стадии планирования освоения и развития территорий, с целью разработки крупномасштабных природоохран-ных мероприятий, важна обобщенная оценка качества воды. На стадии схем и проектов районной планировки, с целью определения оптимальной структуры территориально-производственных комплексов, необходима оценка качества отдельных свойств и составов воды. На стадии детальной планировки районов города для рационального размещения промышленных объектов необходима оценка качества воды по отдельным ее элементам.

Поэтому в соответствии с целями исследований предлагаются критерии нескольких уровней общности. Например, на рис. 1 выделено четыре структур-ных уровня системы качества воды, каждому из которых соответствуют свои показатели.

Для получения комплексных показателей различных уровней общности может быть использована формула (3). В таблице приведен расчет частных и комплексных показателей оценки качества воды различных уровней для од-ного створа по тринадцати исходным показателям. Комплексный показатель IV уровня может быть найден по частным или комплексным оценкам любого

более низкого уровня. Результат во всех случаях одинаков. Предлагаемая методика оценки качества воды особенно эффективна в сочетании с картографическим методом исследования, т. е. при наглядном пространственно определенном отображении исследуемых явлений на карте. При этом могут быть составлены карты разных типов в соответствии с разными уровнями общности комплексного показателя. Например, на самом нижнем уровне может быть составлена аналитическая карта с детальной характеристикой качества воды по частным оценкам поэлементного состава и свойств воды. На втором уровне может быть составлена синтетическая карта с обобщенной характеристикой качества воды по нескольким комплексным показателям химического и минерального составов, органолептических и химических свойств. На более высоких уровнях степень обобщения показателя возрастает.

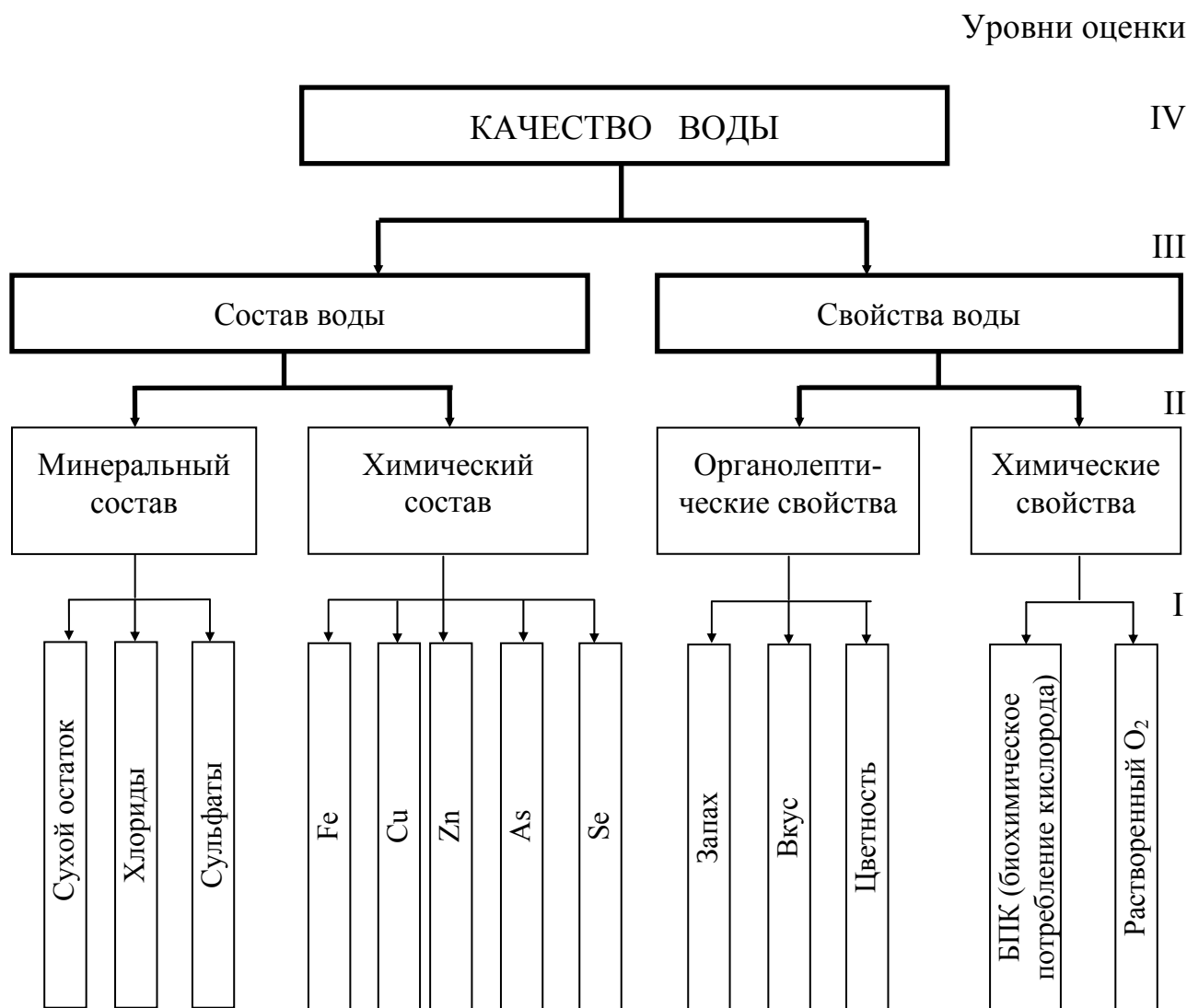


Рис. 1. Структурная модель явления «Качество воды»

Пример расчета частных и комплексных оценок качества воды водных объектов

Состав и свойства воды	Минеральный состав			Химический состав					Органолептические свойства			Химические свойства	
	Показатели	сульфаты	хлориды	сухой остаток	Fe	Cu	Zn	As	Se	запах	вкус	цветность	БПК
Нормативы, $C_i$	500 мг/л	350 мг/л	1000 мг/л	0,3 мг/л	1,0 мг/л	5,0 мг/л	0,05 мг/л	0,001 мг/л	2 балла	2 балла	20 град	3,0 мг × экв/дм	4,0 мг × экв/дм
Фактические значения, $\Phi_i$	200 мг/л	700 мг/л	2000 мг/л	4,6 мг/л	0,2 мг/л	3,0 мг/л	0,02 мг/л	0,005 мг/л	4 балла	3 балла	40 град	6,0 мг × экв/дм	3,0 мг × экв/дм
Частные поэлементные оценки, $K_i$	0,4	2,0	2,0	15,3	0,2	0,6	0,4	5,0	2,0	1,5	2,0	2,0	1,3
Комплексный показатель II уровня, $K_i$	2,0			11,6					1,9			1,7	
Комплексный показатель III уровня, $K_i$	9,4								1,8				
Комплексный показатель IV уровня, $K_i$	5,6												

На рис. 2 приведены примеры отображения частных и комплексных показателей качества воды. На рис. 2, а качество воды характеризуется частными показателями качества воды, отображенными с помощью локализованных столбиковой и векторной диаграмм. Горизонтальная черта в столбиковой диаграмме и круг векторной диаграммы передают нормативное значение показателей. На рис. 2, б качество воды характеризуется комплексными показателями химического и минерального составов, органолептическими и химическими свойствами. Рис. 2, в содержит два комплексных показателя – состав и свойство воды по отдельности. Рис. 2, г отображает качество воды в виде одного комплексного показателя. На рис. 2, а, б, в для отображения комплексных показателей качества воды используется локализованная столбиковая диаграмма. Их значения переданы высотой столбцов. Во всех случаях горизонтальная черта через столбцы передает нормативное значение качества воды, которому соответствует значение комплексного показателя, равное единице.

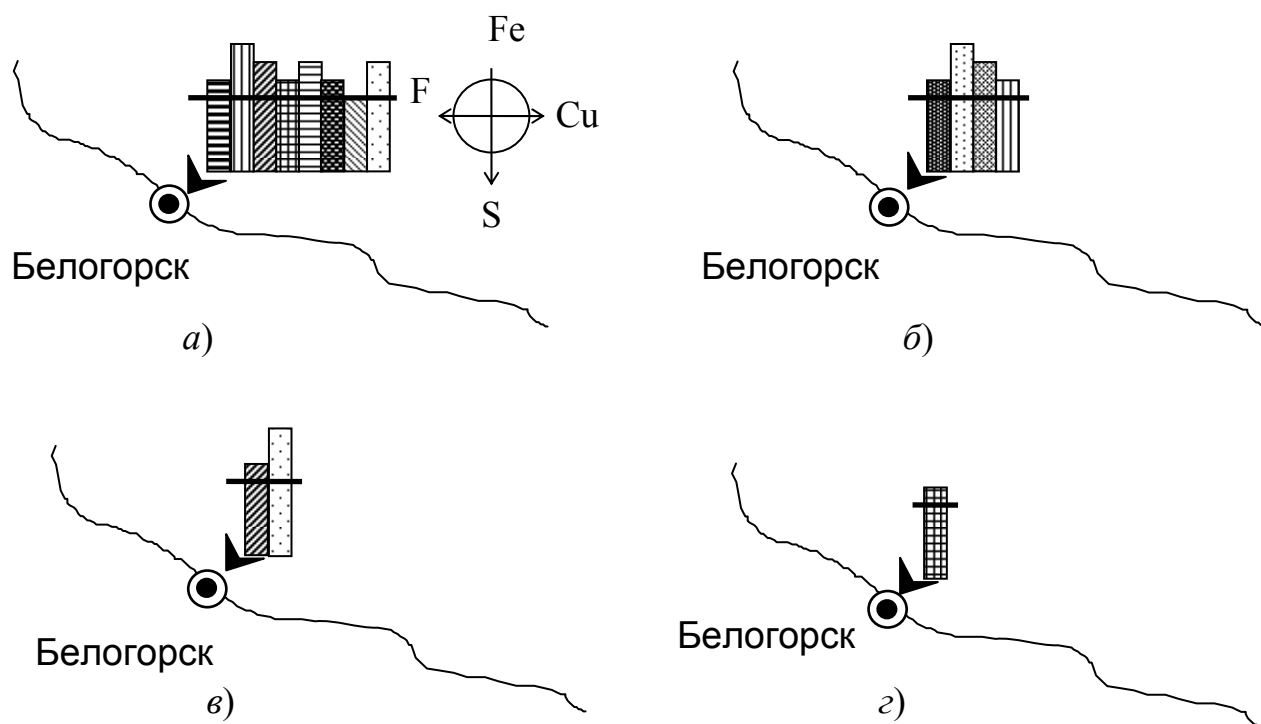


Рис. 2. Отображение частных и комплексных показателей качества воды

Из приведенных примеров отображения комплексных показателей видно, что с увеличением степени обобщения показателей способ отображения упрощается. Использование комплексных показателей и соответствующих им способов отображения позволяет на карте наглядно увидеть в целом динамику качества воды во времени и пространстве, определить уровень загрязнения водоемов. Сопоставление их между собой помогает найти рациональное решение по размещению промышленных объектов и населенных пунктов, определить эффективность водоохранных мероприятий, обосновать гигиенический прогноз условий водопользования и т. д. Предложенная методика комплексной оценки качества воды проста в работе, универсальна, эффективна при картографировании [1]. Ее преимущества по сравнению с другими [2] состоят в следующем.

1. В зависимости от целей исследования предлагаемая методика позволяет проводить оценку качества воды различных уровней общности.

2. Модель (формула) для расчета оценки качества воды разных уровней одна и та же.

3. Принцип построения модели (формула (3)) обеспечивает большую чувствительность оценки явления в целом и с учетом больших отклонений показателей качества воды от норм в частности.

4. Величина оценки качества воды колеблется от единицы и более. Она сразу дает оценку качества воды относительно ее нормативного состояния. В используемых методиках оценка изменяется от нуля и возникает необходимость ее перевода в относительную меру или процент.

5. Приведение к безразмерному виду показателей выполняется только с помощью одного действия.

6. Предложен подход к нахождению частных оценок показателей коли-индекса и диссоциации ионов водорода.

7. Сочетание комплексной оценки качества воды с картографическим методом обеспечивает наглядность и обзорность исследуемого явления в пространстве и времени.

Перечисленные преимущества позволяют рекомендовать эту методику оценки для разных уровней качества воды водных объектов в зависимости от целей научных и практических исследований [3–20].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ромашова Л. А. Комплексная оценка качества воды и ее картографическое отображение // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. VIХ Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 22-26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 2. – С. 119–124.

2. Обобщенный показатель для оценки загрязненности водных объектов / В. Р. Лозанский, В. П. Белогуров, С. А. Песина и др. // Оценка и классификация качества поверхностных вод для водопользования. – М., 1979. – С. 24–26.

3. Гаврилов Ю. В., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Об опыте и результатах системного картографирования экологической ситуации Новосибирска // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 55–61.

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

5. Мазуров Б. Т., Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Интегральные экологические карты как инструмент исследования динамики экологической обстановки промышленного центра // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 203–208.

6. Николаева О. Н., Ромашова Л. А., Волкова О. А. Картографическое обеспечение экологического мониторинга // ИнтерКарто/ИнтерГИС 19: материалы Междунар. конф. (Курск, 1–3 февраля, 2013). – Курск: КГУ. – 2013. – С. 84–86.

7. Николаева О. Н., Ромашова Л. А., Волкова О. А. Применение экологических карт в мониторинге окружающей среды // 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. 2. – С. 9–13.

8. Николаева О. Н., Ромашова Л. А., Волкова О. А. О картографическом моделировании на разных этапах экологического мониторинга // Вопросы географии и геоэкологии. – 2013. – № 2/1. – С. 23–25.

9. Николаева О. Н., Ромашова Л. А., Волкова О. А. Роль картографического метода исследования в решении проблем радиационной обстановки окружающей среды // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 104–108.

10. Николаева О. Н., Ромашова Л. А., Волкова О. А. Применение картографического метода в изучении и решении проблем радиационного загрязнения территории // 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. 87–92.

11. 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. 49–54.
12. Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Применение интегральных экологических карт для эффективного ведения народного хозяйства // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 103–105.
13. Николаева О. Н., Гаврилов Ю. В., Ромашова Л. А. Об опыте и результатах системного картографирования экологической ситуации Новосибирска // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 4, ч. 2. – С. 224–225.
14. Николаева О. Н., Николаев Н. А., Ромашова Л. А. Перспективы использования экологических карт при ведении кадастра застроенных территорий // 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. 207–209.
15. Николаева О. Н., Ромашова Л. А. Роль картографического метода исследования в экологическом мониторинге окружающей среды // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 4, ч. 2. – С. 69–72.
16. Николаева О.Н. Некоторые аспекты создания карт экологического разнообразия территории // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 75–80.
17. Касянова Е. Л., Кикин П. М. особенности разрабатываемой справочно-аналитической ГИС, возможные области ее применения // 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. 2. – С. 174–182.
18. Колесников А. А., Комиссарова Е. В., Ракунов В. А. Применение WEB-ГИС и мультимедийных технологий для картографического моделирования // 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. 2. – С. 96–101.
19. Дышлюк С. С., Пошивайло Я. Г. ИСА ГИС – новый инструмент для решения задач территориального управления // 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. 2. – С. 36–40.
20. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «цифровая земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.

Получено 28.10.2013

© Л. А. Ромашова, 2014



УДК 519.87:004

## **ВЫБОР ВАРИАНТА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ В ПРИКЛАДНОЙ ГЕОИНФОРМАТИКЕ**

*Игорь Георгиевич Вовк*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53

*Татьяна Юрьевна Бугакова*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53

В настоящее время техногенная деятельность человека по своим последствиям становится сопоставимой с последствиями естественных процессов. Как известно, абсолютную безопасность техногенной деятельности гарантировать, в принципе, невозможно, и поэтому возникает необходимость оценивать меру этой опасности, т. е. оценивать риск опасных последствий техногенной деятельности. В статье изложен один из возможных вариантов решения этой задачи и рассмотрен абстрактный пример выбора варианта изменения пространственно-временного состояния системы.

**Ключевые слова:** техногенная деятельность человека, риск опасных последствий техногенной деятельности, пространственно-временное состояние систем.

## **ALTERNATIVE CHOICE OF SYSTEMS SPACE-TIME CONDITION VARIATIONS IN APPLIED GEOINFORMATICS**

*Igor G. Vovk*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof, Department of Informatics and Information systems, tel. (383)343-18-53

*Tatiana Yu. Bugakova*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc Prof, Department of Informatics and Information systems, tel. (383)343-18-53

As concerns their consequences, anthropogenic activities are now comparable with the aftermath of natural processes. It is known that absolute safety of anthropogenic activities can't be guaranteed. This necessitates assessing the extent of the danger, i.e. the risk of anthropogenic impact. The authors present an alternative for this problem solution. An abstract example of the alternative choice as regards the system space-time variations is considered.

**Key words:** anthropogenic activities, anthropogenic impact, system space-time condition.

Проблемы риска и производственной безопасности технических систем (ТС) приобретают все большее значение. Особую актуальность они приобретают в связи с возникновением техногенных катастроф при строительстве и эксплуатации крупных инженерных сооружений, например, в атомной энергетике,

химической промышленности, машиностроении, на транспорте и других отраслях хозяйственной деятельности [1]. Причины техногенных катастроф разнообразны, но многие из них обязаны своим происхождением различным геодинамическим процессам и явлениям.

Геодинамикой называют раздел наук о Земле, лежащий на стыке астрономии, геодезии и геофизики. Основная задача геодинамики – изучение геодинамических систем и происходящих в них геодинамических процессов. Классическим примером геодинамической системы служит система Солнце – Земля – Луна. Геодинамические процессы на планете Земля генерируются ее взаимодействием с Солнцем, Луной и другими планетами Солнечной системы, а также процессами, происходящими в недрах Земли и на ее поверхности.

Строительство и эксплуатация ТС нарушает равновесие, сложившееся в геодинамических системах, оказывает влияние на разнообразные процессы, протекающие в недрах Земли и на ее поверхности, и генерирует множество разнообразных геодинамических явлений. Эти геодинамические процессы проявляются в локальных изменениях гравитационного поля Земли, в изменениях условий функционирования и существования ТС, в движениях и деформациях земной поверхности и ТС и других явлениях. Геодинамические системы, в которых ощутима техногенная деятельность людей, называют техногенными геодинамическими системами, а геодинамические процессы, обусловленные техногенной деятельностью людей, – техногенными геодинамическими процессами [2].

Например, строительство и эксплуатация Саяно-Шушенской ГЭС привели к локальным изменениям гравитационного поля Земли в несколько миллигал ( $2 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2$ ) и локальным изменениям направления отвеса до 1" дуги [3]. Изменения гравитационного поля и вертикальные смещения земной поверхности происходят и в окрестности разрабатываемых рудных месторождений [4]. В Тюменском регионе на газовых месторождениях, определены вертикальные движения земной поверхности со скоростью 15 мм/год. Движения и деформации земной поверхности техногенного происхождения могут иметь серьезные последствия, вплоть до угрозы безопасности состояния ТС и пребывания людей в указанных районах.

В настоящее время техногенная деятельность человека по своим последствиям становится сопоставимой с последствиями естественных геодинамических процессов. Любые нарушения геодинамического равновесия на Земле сопровождаются не всегда объяснимыми и предсказуемыми последствиями, которые представляют опасность для существования людей. Как известно, абсолютную безопасность техногенной деятельности гарантировать в принципе невозможно, и поэтому возникает необходимость оценивать меру этой опасности, т. е. оценивать риск опасных последствий техногенной деятельности.

Изучая движения и деформации ТС, можно судить о его пространственно-временном состоянии (ПВС), оценивать опасность этого состояния и принимать необходимые меры для снижения техногенного риска [5, 6].

Движение ТС – это изменение ее положения в пространстве относительно принятой неизменной системы отсчета, а деформация – движение частей системы относительно друг друга, сопровождающееся изменениями формы и размеров всего сооружения или отдельных его частей. Форма, размеры и положение в пространстве ТС, отнесенные к некоторому моменту времени, определяют ее пространственно-временное состояние, а функции, характеризующие ПВС системы, – характеристики состояния. Например, пространственно-временными характеристиками состояния ТС могут служить координаты контрольных точек сооружения, расстояния между ними, углы между направлениями векторов, связанных с контрольными точками, уравнения линий и поверхностей, описывающих форму сооружения, площади частей поверхности сооружения и другие функции, определенные на множестве контрольных точек. Выбор характеристик для определения ПВС ТС неоднозначен, т. е. существует множество вариантов их выбора для достижения поставленной цели [7].

Традиционно ПВС системы определяется по координатам контрольных геодезических точек  $M_i, (i = \overline{1, n})$ , полученным из обработки повторных циклов геодезических измерений, выполненных в фиксированные моменты времени  $t_j \in [T_0, T], (j = \overline{1, m})$ .

Это значит, что исходными данными для оценки, анализа и прогноза ПВС системы служат значения вектор-функций  $\overline{r(t)}$ , измеренные в точках  $M_i$  в моменты  $t_j$ , т. е.

$$\overline{r_{i,j}} = \overline{r_i(t_j)}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (1)$$

На результаты наблюдений оказывают влияние разнообразные случайные помехи, интегральное описание которых представим как случайный некоррелированный процесс

$$\overline{\eta} = \overline{\eta(t)} \quad (2)$$

с нулевым средним и постоянной дисперсией, равной дисперсии ошибок измерений. Тогда на основании (1), (2) запишем выражение

$$\overline{r_{i,j}} = \overline{r_i(t_j)} + \overline{\eta_i(t_j)}, \quad (3)$$

которое служит основой для определения математической модели ПВС ТС в пространстве, называемом фазовым пространством (пространством состояний).

Спрашивается, как по данным о ПВС ТС оценить безопасность состояния ТС? Для ответа на этот вопрос на множестве состояний необходимо определить функцию, характеризующую опасность состояния. Ясно, что только по данным о ПВС или эволюции ПВС сооружения определить причины возникновения опасного состояния невозможно. Однако эти данные служат надежным пред-

вестником возможного перехода сооружения из безопасного или неопределенного состояния в опасное и обосновывают необходимость выявления физических причин такого перехода. Задача будет решена, если определить состояние ТС и установить соответствие между ПВС ТС и мерой опасности состояния ТС [6, 7, 8].

Вариантов решения задачи определения опасности ПВС ТС, отличающихся между собой ресурсами, необходимыми для их реализации, и условиями реализации, существует множество, да и само решение реализуется в виде последовательности решений, т. е. как многоэтапная, многошаговая процедура. Критериев оценки решения, как правило, множество. Поэтому выбор наиболее полезного решения представляет собой многовариантную, многокритериальную и многошаговую задачу [9, 10, 11].

В исследовании [12] рассмотрен моделирующий алгоритм решения таких задач. На рис. 1 дана геометрическая интерпретация данной задачи: символами  $A$  и  $K$  обозначены начальное и конечное состояния ТС; тонким пунктиром – некоторые варианты перехода системы из существующего, начального состояния в желаемое, конечное состояние; жирным пунктиром ограничено пространство возможных состояний системы.

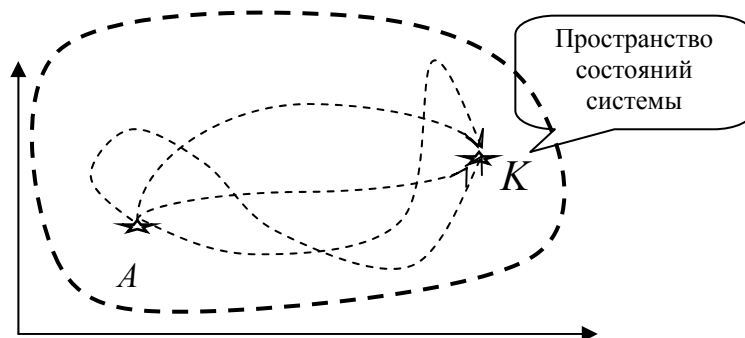


Рис. 1. Геометрическая интерпретация задачи определения ПВС системы

Вариантов перехода системы из состояния  $A$  в состояние  $K$  множество. Из этого множества выбирают конечное подмножество вариантов и делят их на конечное число шагов (этапов) реализации. В результате получают представленные варианты ПВС системы в виде графа (рис. 2).

На этом графе вершины обозначают имена отдельных этапов вариантов решения; дуги – возможные пути реализации вариантов.

Для реализации каждого решения необходимы ресурсы (вещество, энергия, информация, пространство, время и т. д.), которые распределяются по этапам. Обычно наиболее полезным вариантом считается тот, который, обеспечивая достижение цели – обеспечение безопасности системы, требует для своей

реализации меньше ресурсов. Функцию, которая позволяет оценивать полезность вариантов, называют целевой функцией. В задачах выбора наиболее полезного варианта решения целевая функция – многокритериальная. При решении задачи безопасности систем критериями могут служить: вероятность перехода системы в опасное состояние, материальный ущерб для системы или/и окружающей среды из-за перехода системы в опасное состояние, размер области распространения опасности, продолжительность существования опасности или ее последствий и другие.

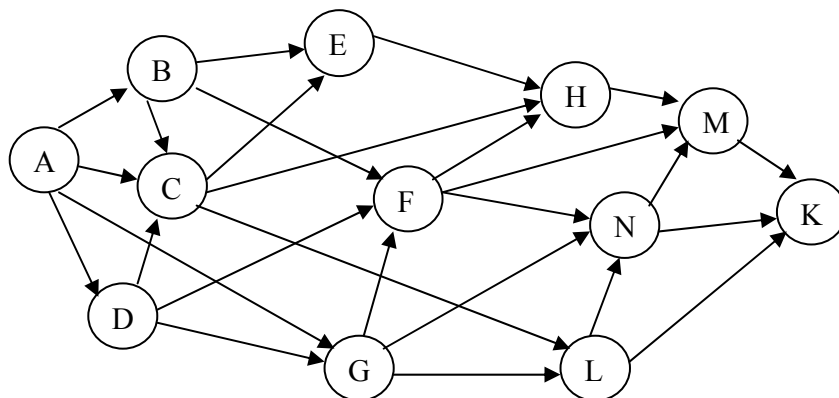


Рис. 2. Граф вариантов ПВС системы ТС

В качестве примера рассмотрим процедуру выбора наиболее полезного решения для абстрактной системы с графом состояний, изображенным на рис. 3. Всего было рассмотрено четыре варианта такой абстрактной системы. Для выбора наиболее полезного варианта было взято два критерия:  $\Sigma_I$  – математическое ожидание необходимых ресурсов;  $\sigma_I$  – среднее квадратическое отклонение значений затрачиваемых ресурсов.

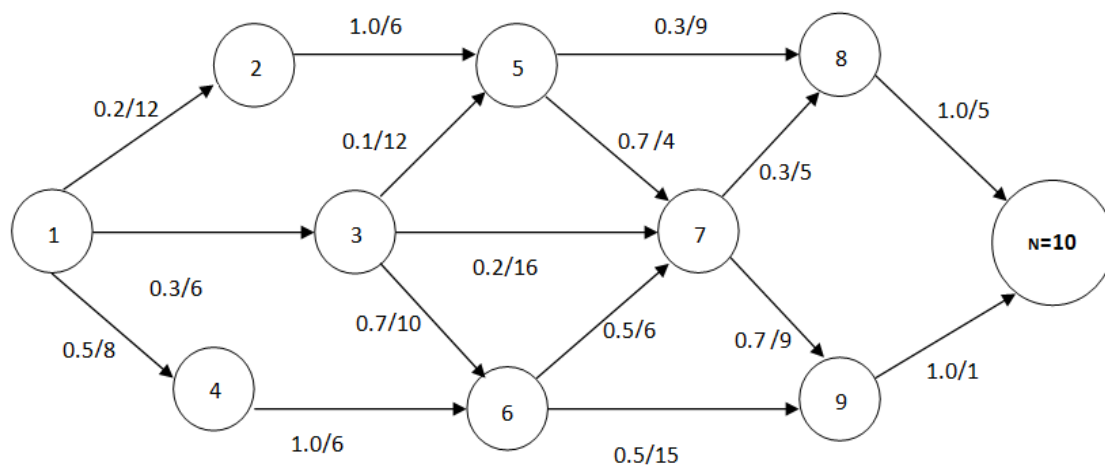


Рис. 3. Размеченный граф системы

На рис. 3 кружками показаны этапы перехода системы из начального в конечное состояние, стрелками – возможные пути перехода от этапа к этапу. На дугах графа дробью вида  $a/b$  показаны:  $a$  – вероятность перехода по данной дуге;  $b$  – ресурсы, необходимые для перехода в условных единицах.

Результаты оценки четырех рассмотренных вариантов приведены в таблице.

Таблица

Результаты выбора наиболее полезного решения для абстрактной системы

Номер стратегии	Математическое ожидание $\Sigma_i$	Среднеквадратическое отклонение $\sigma_i$
1	18,09	6,67
2	14,56	10,99
3	12,12	7,08
4	10,25	9,96

Выбор наиболее полезного варианта выполним, полагая значения критериев оценки минимальными. Для наглядности данные таблицы представим в графическом виде на рис. 4.

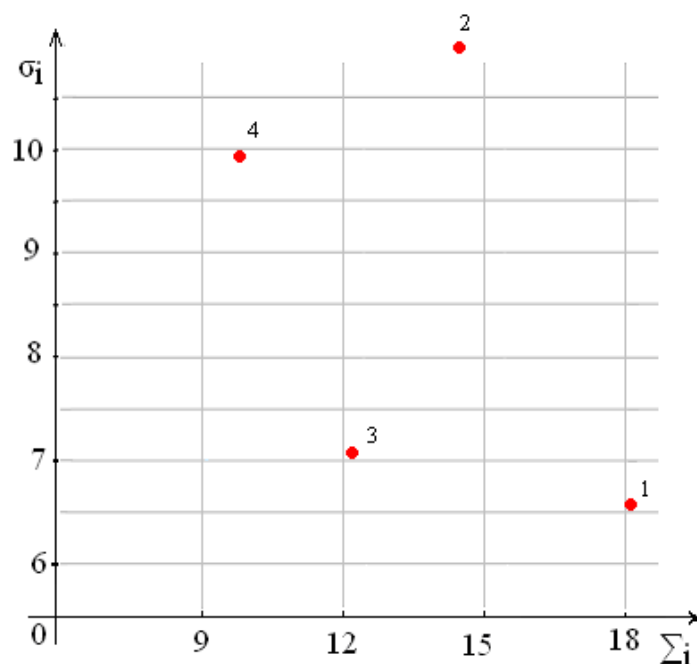


Рис. 4. Графическое представление оценки вариантов

Анализируя рис. 4, приходим к выводу, что не существует единственного варианта, удовлетворяющего заданным требованиям минимума принятых критериев оценки. Однако, совершенно очевидно, что варианты 1 и 2 заведомо хуже вариантов 3 и 4. Поэтому варианты 1 и 2 из дальнейшего рассмотрения

можно исключить, и выбор лучшего варианта осуществлять из вариантов 3 и 4. Окончательный выбор наиболее полезного варианта возможен только на основании дополнительной информации или эвристическими методами. Приведенный абстрактный пример является иллюстративным. В настоящее время для решения таких задач применяют методы математического программирования [13–16].

Результаты исследований найдут применение при оценке и анализе техногенного риска в процессе проектирования, строительства и эксплуатации инженерно-технических систем: зданий и сооружений, дорог, нефте- и газопроводов, при решении задач физической геодинамики, в картографии, экологии и геоинформатике.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белов П. Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений.– М.: Академия, 2003. – 512 с.
2. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Теория определения техногенного геодинимического риска пространственно-временного состояния технических систем // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 21–24.
3. Вовк И. Г. Вариации гравитационного поля при изменении уровня водохранилища // Геодезия и картография. – 1982. – № 9. – С. 12–15.
4. Вовк И. Г., Горленко Н. М. Неприливные вариации силы тяжести в окрестности рудного месторождения // Гравиметр. измерения. – М., 1984. – С. 78–79.
5. Бугакова Т. Ю. К вопросу оценки риска геотехнических систем по геодезическим данным // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 151–157.
6. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 47–58.
7. Вовк И. Г. Моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 69–75.
8. Вовк И. Г. Математическое моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 94–103.
9. Вовк И. Г. Системно-целевой подход в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 115–124.
10. Вовк И. Г. Системный анализ и моделирование пространственно-временного состояния технических систем // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. Т. 3, ч. 2. – С. 132–135.
11. Бугакова Т. Ю., Вовк И. Г. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 3. – С. 26–31.
12. Вентцель Е. С. Исследование операций. – М.: Сов. Радио, 1972. – 522 с.
13. Вовк И. Г. Математическое моделирование эволюции геофизических полей // Геодезия и картография. – 1997. – № 8. – С. 8–11.

14. Вовк И. Г. К вопросу выбора оптимального варианта развития систем // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 1, ч. 1. – С. 88–91.

15. Вовк И. Г. Геометрическое моделирование линейных объектов в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 57–62.

16. Вовк И. Г. Моделирование формы и оценка размеров систем в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 17–25.

Получено 20.02.2014

© И. Г. Вовк, Т. Ю. Бугакова, 2014



УДК 528.936

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАФИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ КАРТ

**Ольга Александровна Зубова**

Казахская головная архитектурно-строительная академия, 050043, Казахстан, г. Алматы, ул. Торайгырова, 29, кандидат технических наук, ассоциированный профессор, тел. (7-777)254-58-91, e-mail: o.zubova@kazgasa.kz

**Юрий Сергеевич Дядченко**

Казахская головная архитектурно-строительная академия, 050043, Казахстан, г. Алматы, ул. Торайгырова, 29, магистрант специальности «Геодезия», тел. (7-707)137-57-83, e-mail: mr.dyadchenko@mail.ru

В данной статье обоснована значимость дизайна картографических произведений, основной задачей которого является повышение наглядности, т. е. стремление увеличить информативность карт путем соблюдения определенных принципов оформления. Авторами представлен краткий обзор проблемных вопросов, связанных с фоновым оформлением карт. Также рассмотрены основные требования к графическому оформлению карт. Описаны методы и изобразительные средства подбора гармоничных цветовых сочетаний при изображении рельефа с использованием авторского макета карты.

**Ключевые слова:** дизайн рельефа, топографическая карта, цветовой круг, светотень, гипсометрическая окраска.

## MODERN PROBLEMS OF MAP-MAKING: GRAPHIC DESIGN

**Olga A. Zubova**

Kazakh leading Academy of Architecture-and-Civil Engineering, 050043, Kazakhstan, Almaty, 29 Toraigyrova, Ph. D., Assoc Prof, tel. (7-777)254-58-91, e-mail: o.zubova@kazgasa.kz

**Yuri S. Dyadchenko**

Kazakh leading Academy of Architecture-and-Civil Engineering, 050043, Kazakhstan, Almaty, 29 Toraigyrova, Post-graduate student, Department of Geodesy, tel. (7-707)137-57-83, e-mail: mr.dyadchenko@mail.ru

Significance of design for cartographic works is highlighted. It is aimed at improvement of visualization and thus informativeness of a map due to certain principles of designing. The authors present a review of map background design problems. Main requirements for graphic design of maps are considered. The techniques and pictorial elements for harmonic color matching in relief presentation are described (using the author's map layout).

**Key words:** relief design, topographic map, color circle, light-and-shade, hypsometrical coloring.

С давних времен человек пытался запечатлеть окружающий его мир любыми доступными средствами. Нам известны наскальные рисунки, глиняные дощечки, папирусные свитки и т. д. Изобретение бумаги как осязаемого предмета, стало настоящим прорывом в передаче видимой для глаза (обозрения)

разного рода информации, которую человек до тех пор мог только воображать. Теперь открывались просторы для создания и тиражирования изученных, переработанных и изложенных различного рода идей, опытов и трудов. Это событие коснулось и процесса создания карт – уменьшенных изображений земной поверхности.

Карты содержат немалый объем информации, освоение и использование которой во многом зависит от методов и изобразительных средств. Художественная графика и техническая эстетика – одни из составляющих понятия «дизайн», применяемые в процессе создания картографической продукции, способствуют успешной работе с картой.

Специалист-картограф в активном творческом процессе опытным путем находит такие изобразительные средства, которые позволят определить его авторскую работу – карту – как художественное произведение – слияние графики и цвета. Одна из задач оформителя – вдумчиво использовать все имеющиеся изобразительные средства для упрощения раскрытия содержания карты [1–8].

В наше время термин «дизайн» в английском языке трактуется широким спектром перевода: от замысла, плана, цели до проекта. Дизайн – это и композиция, и узор. Под термином «Дизайн рельефа» понимаем, прежде всего, наглядность, состоящую в ясности, яркости и объеме отображения, что является самоцелью глубокого изучения вопроса. Однако, интересные разработки и предложения требуют некоторых пояснений [9].

При проектировании карты заботы об ее художественных достоинствах предполагают найти такое оформление, которое привлечет к карте внимание потребителя, пробудит у него интерес и, в конечном итоге, облегчит восприятие содержания карты и пользование ею.

Нельзя не вспомнить картографические работы прошлых столетий. В этом отношении представляет интерес эпоха бурного развития науки и искусства в XV–XVI вв. Так называемая эпоха Возрождения дала миру великих художников, ученых: Леонардо да Винчи (1452–1519), Дюрер (1471–1528) и другие, оставившие нам свои бесценные картографические работы. Было престижным размещать карты в интерьерах дворцов. Особенностью того времени было большое мастерство исполнителей, гармонично сочетавших в себе таланты картографов и художников. Гравирование карт на дереве, меди – господствующий стиль той эпохи – высоко оценивается и в наши дни [10]. К числу современных новых технических средств можно отнести компьютерные технологии, зарекомендовавшие себя положительно с разных сторон.

Количество видов карт так велико, что их подразделяют на группы, и к каждой из них сформулированы свои различные требования. Это объясняется разными принципами назначения, использования карт и другими обстоятельствами. Издаваемая картографическая продукция нуждается в совершенствовании. В первую очередь, можно упомянуть массовые издания – учебные, туристские, политико-административные карты.

В названных изданиях не только цвет, как одно из основных изобразительных средств, обладает универсальным свойством быстрого запоминания, но и штриховые элементы карт в немалой степени несут большую часть информации. Не случайно не решен окончательно вопрос в отношении величины информативной емкости карт. К художественному оформлению карт это имеет самое прямое отношение.

Одним из сложных вопросов в теории цветоведения, безусловно, является подбор таких цветов, которые не мешают друг другу и, вместе с тем, создают впечатление единого целого и законченного произведения. Эстетика цвета всегда имела особую значимость и влияла положительно на человека.

При выборе гармоничного колорита большое внимание уделяется композиции цвета, т. е. единству всех избранных цветов для решения конкретных задач. Учитывая масштаб карты, назначение, способы ее использования, определяя общий колорит всей карты в целом, картограф подбирает соответствующие цвета с логикой и традицией явления.

Гармонии отношений включают три (триады) и более число красок. Каждый оттенок здесь настолько закономерен и необходим, что перестановка или изъятие даже одного цвета разрушит и ухудшит всю гармонию.

К триадам относят группы цветов, размещенных в углах треугольников, вписанных в цветовой круг (рис. 1), и, значит, их число может быть достаточно большим. Например, известны триады:

- фиолетовый, оранжевый и зеленый;
- красный (кармин), синий и желтый;
- красный (киноварь), зеленый и голубовато-фиолетовый и другие.

Нельзя забывать главное условие выбора триад – цвета в круге должны быть размещены в ранее приведенном порядке. Таким образом, взяв за основу один цвет, к нему легко подобрать два других, составляющих с ним гармонию.

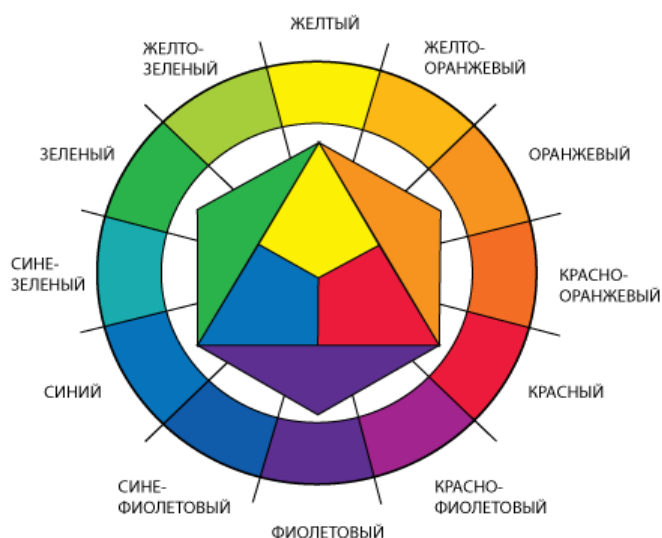


Рис. 1. Цветовой круг для выбора гармоничных цветовых сочетаний

В практических рекомендациях по сочетаниям светлых, малонасыщенных и темных цветов много спорного и нет до конца выявленных результатов. Сложность выбора гармоничных окрасок на карте связана, прежде всего, с различными площадями цветовых обозначений, и, помимо этого, добавляется штриховая нагрузка, нередко содержащая также определенные цвета [9]. Как отмечалось ранее, выбор цвета на карте связан и с традицией, и с психофизиологическими особенностями его восприятия, и со многими другими факторами, что в общем итоге придает карте наглядность, удобочитаемость, информативность и эстетичность.

Рельеф часто является главным содержанием многих видов карт, и потому к нему обращено пристальное внимание. В картографической литературе высказано немало требований к выбору окрасок гипсометрических шкал, но далеко не все они осуществимы по разным причинам. Так, например, требование различимости каждой ступени по цветовому тону разрушает цветовую пластику, гармонию шкалы. Другой пример: рекомендуется использовать красные оттенки для верхних ступеней, а они часто подменяются на коричневые, и это мешает восприятию штриховой нагрузки. Таким образом, картографу приходится решать непростую задачу соблюдения только тех требований, которые не испортят эстетическую сторону карты [11].

На многих издаваемых ранее географических картах окраска рельефа преобладала в зелено-коричневых тонах, как показано на рис. 2. На представленном фрагменте гипсометрической карты Европейской части СССР масштаба 1 : 1 500 000 темно-коричневые тона затрудняют восприятие штрихового содержания. Можно высказать авторам карты много замечаний, но нельзя не учитывать, что карта была издана в далеком 1941 г.



Рис. 2. Окраска рельефа в зелено-коричневых тонах

Картографу важно владеть пластикой цвета не только при выборе окраски рельефа, но и во многих других случаях фонового оформления. Значение фона определяется темой карты, назначением и задачами, какие будут возложены на проектируемое издание. В отличие от изобразительного искусства, в картографии цвет информативен и выполняет нередко функции определенных условных обозначений, и его необоснованная замена, как отмечалось ранее, недопустима. Следовательно, поиски гармоничных сочетаний окрасок актуальны до сих пор, хотя и продолжают не одно столетие.

В Руководстве по картосоставительским и картоиздательским работам для топографических карт масштабов 1 : 500 000, 1 : 1 000 000 сформулированы требования: быть наглядными, удобочитаемыми, позволяющими быстро оценивать местность и ориентироваться на ней.

Ниже указывается при изображении горного рельефа применять отмывку основных его форм в сочетании с гипсометрической окраской. Если в том или ином регионе горный рельеф занимает большие площади, то такие поверхностные указания ставят картографа в затруднительное положение. Например, нет рекомендаций выбора источника света и его направления, интенсивности положения теней, как известно, ослабевающих при издании.

Среди многих изобразительных средств, на которых мы останавливались ранее, светотень занимает ведущее положение, создавая на плоскости иллюзию объема формы предметов. Значение светотени в картографии исключительно огромно благодаря достижениям высокой степени наглядности и взаимосвязи ее элементов. Светотеневое отображение находит свое выражение на многих видах карт, включая и топографические карты масштабов 1 : 500 000, 1 : 1 000 000. Это и явилось отдельной темой в картографическом дизайне, тем более, что истоки развития пластического метода известны с давних времен [12]. Знать «секреты» овладения светотеневым отображением рельефа на картах – одна из серьезных задач картографа.

Появление светотени как метода отображения рельефа связано с поиском путей передачи его трехмерного отображения. Помимо рельефа на картах размещены обозначения, которым также желательно придать объем. Назначение, тема карты часто диктуют способы показа рельефа: штрихом, цветом или светотенью, часто называемой отмывкой на картографическом производстве.

Под светотеневым отображением, получившим широкое распространение в мире, понимают закономерное распределение градаций светлого и темного. Это явление сопровождает каждое объемное тело, предмет при обязательном условии наличия света. Распределение градаций светлого и темного в изображении предметов на двумерной плоскости в силу условных и безусловных рефлексов воссоздает в нашем воображении иллюзию трехмерного объема. С полотен художников светотень перешла на карты и развивается не одно столетие. Родоначальником теоретических положений о теневых явлениях и их изображении является Леонардо да Винчи, заложивший основы теории в трактате «Книга о живописи» [12].

Полутоновое изображение технически возможно получить путем использования современных графических программ, например, Adobe Photoshop, ArcGIS, фотографированием объемной модели, при размытии кистью красителей на бумаге. С прошлых столетий известна тушевка на шероховатой поверхности (бумаге или алюминиевой пластине). За рубежом изданы карты, на которых иллюзия объема рельефа достигается разбрызгиванием красителя (аэрографом) и другими [13]. Кроме полутонового непрерывного сплошного изменения светлоты, эффекта пластики можно добиваться и от относительно близких линий, штрихов, точек. Интервалы между ними хотя и видны на расстоянии нормального зрения, но в совокупности воздействия светлых и темных интервалов разной величины и разной толщины создают в коре головного мозга иллюзию объема рельефа, предмета. Наглядным примером служит макет карты Мангистауской области Республики Казахстан, созданный авторами в программе ArcGIS (рис. 3).



Рис. 3. Фрагмент карты Мангистауской области

Начало пластическому отображению рельефа было положено в прошлые столетия. Так, немецкий картограф Вихель предложил разрабатывать освещенность точек земной поверхности по известной сферической тригонометрической формуле – исходя из того, что освещенность пропорциональна косинусу угла между нормалью и лучами света. Найденные значения освещенности большого числа точек позволяют нанести на карте изофоты – линии равной освещенности – и в итоге построить объективное пластическое отображение. Из-за большого числа вычислений способ не нашел применения, забыт и в настоящее время заменен на удобную форму.

Каждый способ отображения рельефа на картах имеет свои достоинства и недостатки, поэтому знание их актуально для картографа. Не останавливаясь на шкалах крутизны и др., давно изживших себя и подробно изложенных в специальной литературе [10], выясним основные элементы светотени, закономерности, без которых нельзя добиться успеха в работе.

Как известно, принцип светотени заимствован из нашей реальной действительности благодаря наличию света и закономерности распределения тени. Характер света влияет на светотень, т. е. свет называют прямым (направленным) и сила его велика, если он не встречает препятствий, а если они появляются, свет становится рассеянным, мягким. Эти виды света создают разную по своему характеру светотень, т. е. высокогорные формы при прямом свете создают контрастные, резкие тени, а на равнинных формах используют рассеянный свет, образующий мягкие, расплывчатые тени.

При отображении рельефа на картах различают два вида отражения света – зеркальное, соответствующее зеркальному отражению, и рассеянное (диффузное). Последнее связано с равномерно отбрасываемой падающей тенью на поверхность по всем направлениям. Всегда отраженный свет обладает меньшей силой, чем падающий, но также служит причиной возникновения светотени. Если действует зеркально отраженный свет, то возникают резкие, контрастные тени, и, наоборот, при рассеянном отраженном свете наблюдаем мягкие, с размытыми очертаниями тени [9].

Лучи света, многократно отражаясь, оказывают влияние на характер освещенности, на наличие светотени и ее интенсивность. Переход от света к тени, свойственный атмосферному и отраженному свету, содействует возникновению объемности предметов.

Картограф, приступая к теневому отображению рельефа на карте, заранее изучает особенности местности, абсолютные и относительные высоты с целью выбора наиболее удобного вида освещения.

Это выполняется тогда, когда характер рельефа картографируемой территории разнообразен и требуется его сплошная теневая характеристика.

В европейских странах известны случаи применения рельефных моделей. Так, в Германии фотоизображения впечатывали на карту. В настоящее время картографическое производство выбрало иной путь – сплошную отмывку по принципу рельефных моделей с использованием комбинированного освещения. В основном это касается большого числа многотиражных учебных карт, на которых наглядности отводится особое, главенствующее место. Чем выразительнее и доступнее отображение, тем быстрее и прочнее восприятие информации.

Подводя итог изложенному, следует отметить большую значимость дизайна картографических произведений. Повышение наглядности – не самоцель, а стремление увеличить информативность карт путем соблюдения ранее изложенных принципов оформления.

Кратко изложенные рассуждения, приведенные образцы изданных карт убеждают в необходимости серьезного изучения техники исполнения светотени

и оформления картографической продукции в целом. Тогда можно говорить о качественном восприятии отображения рельефа как одного из главных элементов содержания многих видов названных карт. Именно эта и другие ранее изложенные особенности графического оформления карт – залог качественного развития современной картографии.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комиссарова Е. В. Исторические аспекты развития дизайна в картографии // Вестник СГГА. – 2002. – Вып. 7. – С. 57–62.
2. Николаева О. Н. Биогеографическое картографирование: современное состояние и область применения для сохранения и рационального использования биологических ресурсов // Вестник СГГА. – 2006. – Вып. 11. – С. 145–150.
3. Надыров И. О. Описание концепции интерактивной карты // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 62–68.
4. Лисицкий Д. В., Бугаков П. Ю. Картографическая визуализация трехмерных моделей местности // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 81–87.
5. Какорина И. П. Создание карт обилья и запасов охотничьих видов птиц на Западно-Сибирской равнине // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 109–113.
6. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Классификация и обоснование условных знаков крыш для трехмерных карт Вьетнама на основе признаков «Фэн-Шуй» и «У-Син» // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 147–153.
7. Гаврилов Ю. В. Картографический дизайн. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 146 с.
8. Салищев К. А. Проектирование и составление карт. – 2-е изд. – М.: Изд-во Московского университета, 1987. – 239 с.
9. Утробина Е. С., Писарев В. С. Разработка трехмерной модели туристского комплекса «Пихтовый гребень» // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 75–80.
10. Востокова А. В., Кошель С. М., Ушакова Л. А. Оформление карт. учеб. / под ред. А. В. Востоковой. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 288 с.
11. Гаврилов Ю. В., Горожанкина О. В. Создание тематических карт в программе растровой графики Adobe Photoshop // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 1. – С. 268–270.
12. 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. 49–54.
13. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «цифровая земля» к системе виртуальной геореальности // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8–16.

Получено 03.02.2014

© О. А. Зубова, Ю. С. Дядченко, 2014



## ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

---

УДК 378

### СОВРЕМЕННОЕ ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ЕГО ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

*Игорь Александрович Мусихин*

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат педагогических наук, проректор по международному сотрудничеству, тел. (383)345-25-39, e-mail: igor\_musihin@mail.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

Обсуждаются проблемы профессионального образования, в первую очередь связанные с организацией учебного процесса и научной деятельности в вузе, характером реализуемого вузовского менеджмента. Отмечается, что большинство существующих проблем обусловлено формально реализуемыми механизмами Болонского процесса, ставшими, тем не менее, принципиальными элементами отечественной системы высшего образования.

**Ключевые слова:** высшее профессиональное образование, учебный и научный процессы, тенденции развития.

### CURRENT HIGHER EDUCATION: CHALLENGES, PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

*Igor A. Musikhin*

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Vice-rector for International Cooperation, tel. (383)345-25-39, e-mail: igor\_musihin@mail.ru

*Valery B. Zharnikov*

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

Some issues of professional education are considered. The authors put forward the problems of organization of educational process and research activities, and the current features of management at higher school. It is pointed out that most of the problems result from the formalist approaches to the mechanisms of Bologna Process realization, these being the principal elements of higher education system in our country.

**Key words:** higher education, educational and scientific processes, development tendencies.

Российская система образования сегодня – одна из наиболее реформируемых, а оценки реформ – самые противоречивые, от сдержанных до радикальных: образование разрушено. Подобное состояние отечественного рынка образовательных услуг, затрагивающего значительную часть общества (только в вузах обучается 6,5 млн. человек, а если учитывать родителей этих студентов, – это более 20 млн. человек), не может не порождать у его прямых, косвенных и будущих участников, в том числе зарубежных, чувства неуверенности и неопределенности, особенно в части перспектив будущей профессиональной деятельности выпускников вузов. Безусловно, это сказывается как на росте числа желающих получать образование за рубежом, так и отсутствии острого желания у лучших выпускников продолжать свою деятельность в качестве педагога вуза и научного работника.

Предметом активного обсуждения в обществе до сих пор являются механизмы мониторинга вузов и оценки его результатов, внедрение бюджетирования, ориентированного на некий результат, изменение подходов к оплате труда работников образовательных учреждений, изменения в налогообложении последних и др.

Одновременно многие эксперты [1] отмечают тактический характер решаемых вузовских проблем, часто обусловленный кризисным состоянием российской экономики. В тени остается видение перспектив развития высшего образования в целом, особенно его периферийной части, за исключением десятка федеральных и исследовательских университетов; недооценка стабильного роста доли интеллектуального труда, обеспечивающего инновационную направленность современной экономики и, одновременно, формирующего содержание программ профессиональной подготовки и переподготовки, требований к качеству молодых специалистов.

Последний аспект особенно важен, поскольку разрыв между текущими и перспективными потребностями отечественной экономики не только отчетливо просматривается, но уже обозначил ряд требующих решения непростых задач. Главная из них – соответствие основных параметров экономики России уровню развивающегося технологического уклада, а также требованиям ВТО, игнорирование которых автоматически переводит страну в разряд второстепенных. Причем указанное соответствие связано с реальным переходом России в постиндустриальное общество, переходом медленным, но неуклонным, ускорение которого определяется такими базовыми факторами, как уровни инвестиций и инновационного развития базовых отраслей экономики.

Современная концепция «Образование через всю жизнь» [2], пришедшая на смену прежней («Образование на всю жизнь»), становится привлекательной для значительной части общества, особенно молодежи. Причина этого очевидна: для человека это возможность через образование повысить свой социальный статус и качество жизни, для общества – удовлетворить его потребности в образованных гражданах и квалифицированных работниках, адекватных требованиям времени и структуре экономики.

Коммерциализация образования, в первую очередь, высшего, несколько деформировала социальную структуру общества (в смысле числа граждан, имеющих высшее образование), но, на наш взгляд, в сторону, более позитивную, чем наоборот. И это при том, что значительная масса выпускников вузов до настоящего времени уровень подготовки имеет не самый высокий. Причин здесь несколько, среди основных, по-видимому, следующие:

- слабая школьная подготовка;
- неготовность, а иногда формализм вузов к качественной работе со значительно изменившимся контингентом, особенно в части его практической подготовки, необходимости преодоления школьных «огрехов» и пропусков занятий, связанных с зарабатыванием средств «на жизнь»;
- сложности трудоустройства, простота которого в советский период определяла возможности реализации целевой подготовки, а в современный период требует активного, не всегда эффективного диалога с работодателями.

Внутривузовский мониторинг мнений выпускников института кадастра и природопользования СГГА, в частности, подтверждает определенные сложности освоения практической части будущей профессии, но в целом показывает их удовлетворение результатами вузовской подготовки. Так, из анализа анкет выпускников 2009–2011 гг. можно сделать следующие выводы:

- выпускники СГГА в целом удовлетворены учебой в вузе и результатами своей профессиональной подготовки;
- выпускники СГГА считают себя принципиально готовыми к практической деятельности, но одновременно отмечают возможный спектр разнообразия профессиональных требований в будущих местах работы, к которым они не готовы;
- одной из причин, определяющих данное обстоятельство, является практическое отсутствие профессиональных стандартов и невысокая заинтересованность профильных производств участвовать в подготовке специалистов, особенно уровня бакалавров.

Следует отметить, что в двухуровневой системе высшего образования европейских стран в подготовке бакалавриата приоритет целенаправленно отдается общему развитию, а не узкопрофессиональной подготовке, что также создает определенные проблемы обоснованию необходимости и признанию профессиональной ценности бакалавров для реального сектора экономики. Тем не менее, зарубежные вузы имеют профессиональные стандарты и активно используют их при компоновке учебных планов, предполагающих самостоятельный выбор студентами необходимых предметов для будущей профессионализации. В России ситуация с бакалавриатом более обострена из-за исторических и культурных традиций восприятия высшего образования в обществе, являющегося серьезным препятствием к высокой оценке степени бакалавра и возможностей его достойного трудоустройства.

Следует подчеркнуть, что роль академической мобильности, как одного из условий развития института бакалавриата, для российских вузов все еще оста-

ется незначительной. По этому показателю Россия не входит даже в двадцатку стран мира [3]. Поэтому, если в западных европейских странах Болонский процесс является инструментом обеспечения экономических интересов Евросоюза, в России, стремящейся к присутствию в едином европейском образовательном пространстве, сохраняя лучшие традиции отечественной высшей школы, бакалавриата он также должен быть нацелен на решение конкретных и понятных потребностей отечественного рынка квалифицированного труда.

С целью синхронизации процессов развития различных систем высшего образования, прежде всего, европейских, подчеркнем ряд основных позиций, по которым наблюдаются [4] наиболее существенные различия, требующие особого внимания отечественной высшей школы. Среди них:

- уровень материально технической базы вузов, определяющей возможности самостоятельной работы и проведения научных исследований академического уровня студентами, аспирантами и другими категориями работников;
- уровень связей и взаимодействия с бизнес-сообществом, обеспечивающим привлечение дополнительных финансовых и материальных ресурсов;
- ориентация научно-образовательного процесса на нужды профильных производств в сочетании со специальной, в том числе языковой подготовкой.

Высокий уровень инвестиций в высшее образование развитых стран мира (в США, Канаде, Франции, Польше – 5,3–6,5 % ВВП, в Японии, Германии, Болгарии – 3,9–4,1 % ВВП [5]), отсутствие платы за обучение даже для иностранных студентов, например, в Финляндии, создает благоприятные условия для утечки лучших молодых умов за границу.

Современная организация образовательного и научного процессов в высшей школе предполагает их единство, поскольку каждый из них является друг для друга и основанием, и стимулом дальнейшего развития.

В этой связи актуализируются задачи российского высшего образования, связанные с интернационализацией интеллектуального и образовательного процессов, на основе объединения исследовательского пространства и взаимопроникновения разнообразных образовательных технологий; стабилизацией расходов на науку, которые имеют устойчивую тенденцию к увеличению. К сожалению, в России ассигнования на науку гражданского назначения снизились в 2013 г. до 0,36 % ВВП [5], что вряд ли приемлемо для страны, развивающейся по инновационному пути.

Еще одно замечание отнесем к подготовке кадров, требующей особого внимания в части социального и коммуникативного опыта молодых ученых, претендующих быть наставниками студенчества в качестве доцентов и профессоров.

Анализ современных тенденций развития высшего образования в России и за рубежом задает вектор приоритетов, на которые вузам необходимо ориентироваться заблаговременно. Ряд из них связан с тем, что большинство развивающихся стран мира по-прежнему не могут обеспечить у себя достаточное количество и качество подготовки специалистов в области медицины, высоко-

технологичных отраслей техники, физико-математических и естественных наук из-за отсутствия современной материально-технической, учебно-лабораторной базы, а также высококвалифицированных кадров [6]. По оценкам ЮНЕСКО подобное положение дел сохранится в ближайшие 10-15 лет, поэтому у отечественной высшей школы осталось не так много времени для исправления сегодняшней ситуации с целью выхода на мировой рынок образовательных услуг. Именно по этой причине более 80 % иностранных студентов из развивающихся стран выезжают на учебу в развитые страны мира, развивающие англо- и испано-язычные магистерские программы.

Подобное положение дел активно реализуется в университетах Германии, Нидерландов, Швеции, а в последнее 10-летие – в Китае, Индии, Бразилии и даже ряде стран Ближнего Востока. Отставание России здесь очевидно, а, следовательно, требует и государственного внимания, и конкретной практической работы ведущих вузов.

<b>Потребители</b>	<b>Отечественные студенты</b>		<b>Зарубежные студенты</b>		<b>Промышленность</b>	
<b>Предлагаемый продукт</b>	Профессиональное и дальнейшее обучение		Высшее образование		Исследовательская деятельность	
<b>Образовательные программы</b>	Бакалавриат		Бакалавриат		КПК	
	Магистратура		Магистратура		КПП	
	Аспирантура		Аспирантура		Стажировки	
	Специалитет		Специалитет		Другое	
<b>Продвижение продукта</b>	Школы		Агентства		Цифровое	
	Дни открытых дверей		Бизнес-туры		Другое	
<b>Передача знаний</b>			Цифровое		Цифровое	
			<b>Очно</b>		Другое	
<b>Студенческие службы</b>	Студенческая администрация		МЦО		Другое	
<b>Отдел обработки информации</b>	Человеческие ресурсы	IT	Система денежных отношений	Договорной Правовой отдел	Другое	Другое

Рис. 1. Классическая модель вуза

Современные тенденции развития высшего образования предъявляют повышенные требования к его качеству, составляющему основу современной системы непрерывного образования. В развитии последнего наблюдаются такие тенденции, как университезация высшего образования; становление вузов как центров непрерывного профессионального образования; повышение требований к поступающим в высшие учебные заведения; изменение сроков обучения; повышение требований к качеству преподавания; внедрение в образовательный процесс вариативных форм получения высшего образования; наличие процессов фундаментализации знаний [7–13]. В связи с этим классическим институтам, дающим высшее образование (рис. 1), необходимо видоизменяться, эволюционировать, отвечать другим требованиям времени (рис. 2).

	Отечественные студенты	Зарубежные студенты	Специалисты индустрии	Образовательные центры	
Потребители	Выпускники школ, взрослая аудитория	Выпускники вузов, рынок труда	Обучение руководящих работников, B2B	Провайдеры услуг	
	Родители	Контентные оптовики	Потребители контента		
Предлагаемый продукт	Профессиональное и дальнейшее обучение	Высшее образование	Исследовательская деятельность	Массовое распространение	
	Сосредоточение контента	Стажировки, другое	Финансовые услуги	Другое	Другое
Продвижение продукта	Другое	Цифровое		Другое	
Передача знаний	Цифровое		Партнерство	Другое	Другое
Студенческие службы	Студенческая администрация, карьерные центры, другое (привлеченное)				
	Менеджмент отношений между потребителями услуг (облако)				
Отдел обработки информации	Привлеченный персонал				

Рис. 2. Эволюционная модель современного вуза

Анализ динамики развития высшей школы показывает, что особое значение приобретает формирование образовательных сетей, которые должны устанавливать взаимодействие вузов с организациями-работодателями, органа-

ми местной и государственной власти с целью содействия обеспечению востребованности, трудоустройству и экономической состоятельности выпускников [14, 15].

Горизонтальная структура образовательных вузовских сетей предполагает соединение в общую систему образовательной деятельности по единому направлению нескольких однотипных учреждений, имеющих разные функции. Вертикальная структура образовательных сетей вузов предполагает взаимодействие образовательных учреждений с субъектами других сфер профессиональной деятельности.

В заключение сделаем вывод, что существующая непростая ситуация в системе высшего образования России имеет шансы на конструктивное позитивное разрешение. Важнейшими условиями здесь должны стать [16–20] реальные дела, интересы молодых людей, приобретающих профессию, и, конечно же, глубоко заинтересованная и нацеленная на результат работа преподавательского корпуса, по существу, определяющая требуемое содержание и развитие всей системы отечественного образования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алимова Н. К. Проблемы финансирования образования в условиях формирования инновационной экономики // Экономика образования. – 2012. – № 2. – С. 62–69.
2. Алимова Н. К., Пугач В. Н. // Экономика образования: развитие взглядов // Экономика образования. – 2010. – № 1. – С. 4–29.
3. Круглов В. И., Кулик С. Г. Системный подход к набору иностранных студентов для обучения в России [Электронный ресурс] // «Открытое образование»: МЭСИ. – Режим доступа: [http://www.e-joe.ru/sod/98/4\\_98/st119.html](http://www.e-joe.ru/sod/98/4_98/st119.html).
4. Ищук Т. Л. Организационно-экономические подходы к развитию европейской высшей школы // Экономика образования. – 2010. – № 3. – С. 87–100.
5. Газета.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gazeta.ru/financial/2010/10/15/3428907.shtml>
6. По материалам выступления ректора РУДН В.М. Филиппова «Мировые тенденции в развитии высшего образования» [Электронный ресурс] // Student portal. – Режим доступа: <http://bntu-help.net/Mirovie-tendencii-v-razvitii-visshego-obrazovaniya.html>.
7. Петрова Е. И. Образовательные модели в историко-культурном аспекте // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 113–116.
8. Силкин С. В. Проблемы системы подготовки кадров для отраслей реальной экономики // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 184–187.
9. Николаев Д. П. Вопросы применения моделей предприятий в образовательном процессе при подготовке специалистов – менеджеров // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 222–226.

10. Алексеева З. Е., Балабина И. А. Особенности организации инновационных направлений подготовки специалистов без отрыва от производства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 261–263.

11. Сагеева Г. Н. Формирование компетентностного подхода в преподавании физической культуры в СГГА // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 33–35.

12. Щербакова Т. В. О некоторых формах организации самостоятельной работы студентов технических вузов при обучении иностранному языку // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 74–76.

13. Шабалина Л. А. Методико-диагностические особенности обучения риторике студентов технических вузов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Глобальные процессы в региональном измерении: опыт истории и современность» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. – С. 105–109.

14. Мызрова К. А. Современные тенденции развития высшего образования // Креативная экономика. – 2011. – № 9 (57) – С. 48–52. – Режим доступа: <http://www.creativeconomy.ru/articles/4179/>

15. Mattsonn. RE-structuring KTN programs // Materials of the international and methodologies Congress (Novosibirsk, 23-29 April 2010). – Novosibirsk: SSGA, 2010. p. 8–10.

16. Середович С. В., Рязанцева И. В. Модель образовательного кластера как элемент инновационного развития вуза // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1(21). – С. 123–128.

17. Государственная аккредитация СГГА – шаг к совершенствованию деятельности академии / А. П. Карпик, В. А. Ащеулов, С. М. Горбенко, А. К. Синякин // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 125–132.

18. Мусихин И. А. Современные подходы в проведении мониторинга качества результатов образования в вузе // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 113–122.

19. Середович С. В., Рязанцева И. В. Модель образовательного кластера как элемент инновационного развития вуза // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 123–128.

20. Ащеулов В. А., Рязанцева И. В. Итоги приема-2012 в СГГА – ориентир на качественного абитуриента // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 129–133.

Получено 03.02.2014

© И. А. Мусихин, В. Б. Жарников, 2014



## ХРОНИКА

### К 85-ЛЕТИЮ ГЕОРГИЯ НИКОЛАЕВИЧА ТЕТЕРИНА

### ON THE 85TH ANNIVERSARY OF GEORGE N. TETERIN

Георгий Николаевич Тетерин родился 19 февраля 1929 г. Окончив школу в 1948 г., поступил в Новосибирский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (с 1994 г. – Сибирская государственная геодезическая академия), который окончил с отличием в 1953 г. В 1953–1957 гг. работал в Якутском АГП. В этот же период заочно получил математическое образование в Якутском государственном университете.



Педагогическая деятельность Г. Н. Тетерина началась в 1958 г. в Новосибирском топографическом техникуме, а с 1960 г. была продолжена в НИИГАиК: до 1980 г. – на кафедре высшей математики, в том числе более 10 лет – в качестве его заведующего, а в последующем – доцентом на кафедре высшей геодезии в качестве доцента, а с 1991 г. – в должности профессора.

Научную деятельность Г. Н. Тетерин начал еще студентом, продолжил ее на производстве и в НИИГАиКе. В 1965 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию, а через год получил ученое звание доцента. За плодотворную научную и педагогическую деятельность награжден почетными знаками Главного управления геодезии и картографии при СМ СССР «Почетный геодезист» и «Отличник геодезии и картографии». Им опубликовано более 400 работ. Среди них хорошо зарекомендовавшие себя учебники «Основы программирования» (Новосибирск, 1963 г.); «Организация и планирование геодезических и топографических работ» (Москва, 1965 г.), учебные пособия по специальным разделам математики: теории сложных систем, оптимизации и др.

Особые достижения Георгия Николаевича связаны с исследованиями по истории и теории развития геодезии, начатые в 1970-х гг. и продолжающиеся до настоящего времени. С 1991 по 2002 г. Г. Н. Тетерин являлся ведущим рубрики «Памятные даты» в журнале «Геодезия и картография», ставшей основой будущих исторических исследований автора. Им впервые в России с 1990 г.

разработан и введен в учебный процесс курс лекций по истории геодезии для студентов геодезических специальностей НИИГАиК – СГГА.

За этот период в российских авторитетных журналах и за рубежом было опубликовано множество статей, а с девяностых годов выпущен ряд оригинальных учебных пособий и монографий, подготовленных Г. Н. Тетериным. Среди них:

– «Теория развития и метасистемное понимание геодезии» (монография, 2006 г.);

– «История межевания, землеустройства и земельного кадастра» (учебное пособие, 2007 г.);

– «Принципы, критерии, законы развития геодезии» (монография, 2002 г.);

– «История геодезии (до XX века)» (монография, 2008 г.);

– «История геодезии – двадцатый век (Россия, СССР)» (монография, 2010 г.);

– «Биографический и хронологический справочник (геодезия, картография)» (в двух томах, 2009–2012 гг. (совместно с М. Л. Синянской)).

И сегодня Г. Н. Тетерин является автором актуальных материалов, осуществляет подготовку аспирантов, консультирует преподавателей и научных работников по различным разделам теории и истории геодезии.

*Редакция поздравляет Г. Н. Тетерина с юбилеем, желает ему здоровья и благополучия!*

## ИТОГИ РАБОТЫ ДИССЕРТАЦИОННЫХ СОВЕТОВ ПРИ СГГА В 2013 г.

### THE RESULTS OF THE WORK OF DISSERTATION COUNCILS IN 2013

Подведены итоги работы диссертационных советов при Сибирской государственной геодезической академии в 2013 г. Возросшие требования к качеству диссертаций определили более тщательную их апробацию авторами, большее внимание к ним коллективов кафедр и их ведущих сотрудников, особенно членов соответствующих диссертационных советов.

Всего в отмеченном году успешно защищены 12 кандидатских диссертаций.

В диссертационном совете Д 212.251.01 защищены:

- кандидатская диссертация Троценко Дмитрия Петровича на тему «Разработка и исследование кондуктивных методов и средств передачи единицы плотности теплового потока» по специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение», научный руководитель – д.т.н., профессор В. Я. Черепанов;

- кандидатская диссертация Зоной Анны Дмитриевны на тему «Разработка и исследование теплотрических методов и средств неразрушающих измерений параметров теплоносителя в системах теплоснабжения» по специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение», научный руководитель – д.т.н., профессор В. Я. Черепанов.

В диссертационном совете Д 212.251.02 защищены:

- кандидатская диссертация Рахымбердиной Маржан Есенбековны на тему «Исследование и совершенствование высокоточного инженерно-геодезического нивелирования цифровыми нивелирами и электронными тахеометрами» по специальности 25.00.32 – «Геодезия», научный руководитель – д.т.н., профессор Г. А. Уставич;

- кандидатская диссертация Рябовой Надежды Михайловны на тему «Исследование и совершенствование методики нивелирования I и II классов с применением цифровых нивелиров» по специальности 25.00.32 – «Геодезия», научный руководитель – д.т.н., профессор Г. А. Уставич;

- кандидатская диссертация Дороговой Инны Евгеньевны на тему «Методика определения вращательных движений блоковых структур земной поверхности по результатам геодезических наблюдений» по специальности 25.00.32 – «Геодезия», научный руководитель – д.т.н., профессор Б. Т. Мазуров;

- кандидатская диссертация Струкова Алексея Алексеевича на тему «Совершенствование методики определения положения пунктов локальных спутниковых геодезических сетей в общеземной и референцной системах координат» по специальности 25.00.32 – «Геодезия», научный руководитель – к.т.н., доцент Ю. В. Сурнин.

В диссертационном совете Д 212.251.04 защищены:

- кандидатская диссертация Цыдыповой Марины Владимировны на тему «Геоинформационное картографирование лесной растительности особо охра-

няемых природных территорий (на примере Забайкальского национального парка)» по специальности 25.00.33 – «Картография», научный руководитель – д.г.н., профессор А. Р. Батуев;

- кандидатская диссертация Гагина Виктора Евгеньевича на тему «Разработка методики создания цифровых карт природного и культурного наследия территорий (на примере административного района Республики Бурятия)» по специальности 25.00.33 – «Картография», научный руководитель – д.т.н., профессор Л. А. Пластинин;

- кандидатская диссертация Каретиной Инны Петровны на тему «Разработка метода ретроспективного картографирования почвенного покрова земель населенных пунктов» по специальности 25.00.33 – «Картография», научный руководитель – к.т.н., доцент Я. Г. Пошивайло;

- кандидатская диссертация Колесникова Алексея Александровича на тему «Разработка методики создания и использования мультимедийных картографических произведений» по специальности 25.00.33 – «Картография», научный руководитель – д.т.н., профессор Д. В. Лисицкий;

- кандидатская диссертация Тогузовой Маржан Мельсовны на тему «Разработка и исследование методики корректирования границ земельно-оценочных зон населенных пунктов по результатам экологического мониторинга земель (на примере г. Усть-Каменогорска)» по специальности 25.00.26 – «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», научный руководитель – к.т.н., профессор В. А. Середович;

- кандидатская диссертация Петровой Натальи Владимировны на тему «Кадастровая оценка особо охраняемых территорий с учетом их гидроресурсного потенциала» по специальности 25.00.26 – «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», научный руководитель – д.г.н., профессор Г. Г. Шалмина.

По материалам отчетов председателей  
указанных диссертационных советов

## ХРОНИКА СОБЫТИЙ И ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ СГГА

### CHRONICLE OF EVENTS AND MEMORIALS SSGA

24 декабря.

Команда СГГА «Джентльмены удачи» в г. Бийске Алтайского края получила кубок за второе место во Всероссийской студенческой олимпиаде «Менеджмент и предпринимательство». В состав команды входили Айхель Марина, Верещагина Галина и Брауэр Ирина (группа ЭН-41), Якунина Елена и Антипова Яна (группа ЭН-51), капитан команды – Лушов Роман (группа МН-31).



Студенты успешно справились с заданием, оценив экономическую эффективность создания кадрового агентства с полным предоставлением финансовых расчетов и маркетингового анализа рынка, продемонстрировав умение работать в команде с использованием современных технологий проектного обучения.

Руководство подготовкой команды осуществлялось доцентом кафедры управления бизнес-процессами СГГА Ольгой Валерьевной Титовой.

Специалисты Планетария СГГА дали астрономический прогноз на 2014 г.

В наступившем году пройдут два частных солнечных и два полных лунных затмения. Два затмения приходятся на апрельские полнолуние и новолуние, а другие два – на октябрьские полнолуние и новолуние. Первым 15 апреля 2014 г. произойдет полное лунное затмение, но оно будет наблюдаться только на территориях самых восточных районов страны.

Второе затмение года будет солнечным частным и произойдет в новолуние 29 апреля. Полоса затмения охватит территорию Антарктиды, Австралии и акваторию Атлантического океана. Максимальная фаза затмения 0,984 (единицей обозначается полное затмение) будет наблюдаться в Антарктике при положении Солнца на горизонте.

Третье затмение 2014 г. будет полным лунным и произойдет в полнолуние 8 октября. Его полную фазу смогут наблюдать жители Сибири, Приморья, Камчатки и Дальнего Востока. Интересен тот факт, что во время полной фазы Луна покрывает Уран.

Четвертое затмение года состоится в новолуние 23 октября, будет частным солнечным, а максимальная фаза его составит 0,81. Наблюдаться будет на территориях восточных районов России.

Видимость планет в 2014 году достаточно благоприятна, в частности, благодаря очередному противостоянию Марса: сближение этой планеты с Землей будет

достигать 0,618 астрономических единиц (одна единица составляет 150 миллионов километров). Оно наступит 9 апреля. При этом видимый диаметр планеты возрастет до 15 угловых секунд, что позволит наблюдать на ее диске многочисленные детали и получать хорошие фотографии.

Наблюдатели комет смогут отыскать не менее семи небесных страниц: P/Brewington (154P), Lovejoy (C/2013 R1), LINEAR (C/2012 X1), PANSTARRS (C/2012 K1) и Siding Spring (C/2013 A1), ожидаемый блеск которых превысит 12 звездных величин (при этом невооруженным глазом для наблюдения доступны только объекты до шестой величины).

Астероид Веста станет самым ярким в этом году. Его блеск в апреле достигнет видимости невооруженным глазом.

26 декабря.

В Сибирскую государственную геодезическую академию прибыл ратифицированный договор между СГГА и Мичиганским технологическим университетом (Michigan Technological University, MTU, г. Хоутон). Документ предусматривает, что оба вуза будут работать по совместной магистерской программе с выдачей дипломов как российского, так и американского образца. Таким образом, у студентов академии появилась возможность получить образование в университете, входящем в верхние строчки рейтинга американских вузов.

Документ предусматривает возможность учебы в США студентов СГГА, обучающихся по таким магистерским образовательным программам, как геодезия, дистанционное зондирование и кадастр. При этом договором определено, что совместные образовательные курсы будут адаптированы под требования образовательных стандартов РФ и США.

Договор подразумевает пятилетнее сотрудничество, определяет порядок финансирования, условия обучения и проживания участников. В СГГА курирует программу проректор по международному сотрудничеству И. А. Мусихин.

В настоящее время в СГГА уже определены претенденты на участие в программе.



На имя ректора Сибирской государственной геодезической академии поступило письмо от директора гимназии № 17 Новосибирска. В нем выражается благодарность сотрудникам академии, принимавшим участие в Тихомировских чтениях школьников г. Новосибирска.

Тихомировские чтения в 2013 г. были посвящены 120-летию Новониколаевска – Новосибирска и 200-летию Отечественной войны 1812 г. и были направлены на формирование у школьников ценностного отношения к истории России, своего края, к отечественному культурно-историческому и духовно-нравственному

наследию. Мероприятие организовано Главным управлением образования Мэрии Новосибирска при участии Новосибирской митрополии и Новосибирской классической гимназии № 17. Чтения названы в честь инженера Николая Михайловича Тихомирова, одного из основателей Новосибирска.

В Планетарии СГГА побывали 15 детей – воспитанники замещающих семей, для которых было устроено новогоднее представление и беседа о символах наступающего 2014 г., который в восточных календарях считается годом Лошади. Ребят познакомили со звездным небом, рассказали о созвездиях и мифах древних народов, связанных с ними.



На память юным посетителям Планетария подарили «звездные сувениры».

4 января.

75 лет со дня рождения Анатолия Олеговича Беренгарова, выпускника НИИГАиК, известного инженера-геодезиста, генерального директора Западно-Сибирского аэрогеодезического предприятия (1991–2010 гг.), заслуженного работника геодезии и картографии РФ.

14 января.

Президент РФ подписал Указ о сохранении и приумножении научных, педагогических, медицинских, управленческих кадров, в соответствии с которым россиянам-магистрантам и аспирантам ведущих мировых университетов будут выдаваться субсидии на учебу, но при условии: поступить на указанные образовательные программы российские студенты (выпускники вузов) должны самостоятельно, распределение субсидий будет конкурсным, а будущий магистрант (аспирант) должен взять обязательство по завершении учебы работать в России. Стоимость обучения магистранта в Оксфорде или Кембридже – около 20 тысяч фунтов стерлингов, в Гарварде – более 50 тысяч долларов.

15 января.

Подведены итоги развития России за прошедший 2013 год. Среди основных событий – сложно прогрессирующая сельскохозяйственная отрасль, в которой министр сельского хозяйства РФ Н. Федоров отметил (РГ от 15.01.2014):

- успешную работу отечественных аграриев, собравших более 91 млн. тонн зерновых культур, из которых 76 % – продовольственное зерно; маслосемян подсолнечника – более 10 млн. т (почти на 28 % больше, чем в 2012 г.); кукурузы на зерно – около 11 млн. т (на 30 % больше, чем в 2012 г.);

- устойчивое обеспечение продовольственной безопасности по зерну, картофелю, маслу растительному, сахару; положительные тенденции достигнуты в обеспечении страны мясо- и рыбопродуктами (но растут зарубежные поставки масла сливочного, молока, сыра);

- пролонгирование инвестиционных кредитов в молочную отрасль с 8 до 15 лет, увеличены компенсации процентной ставки с 80 до 100 % за счет федерального бюджета; инвестиционные кредиты составляют величину 10,4 млрд. рублей;

- остроту перевода земель сельскохозяйственного назначения в другие категории, сельхозземель за год потеряно более 16 млн. га;

- практическое значение вопроса о создании Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения и возрождения института землеустройства;

- начало действия с 2014 г. новой ФЦП «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 г.»; итоги предыдущей программы были в основном связаны с развитием сельской инфраструктуры: газификацией (прирост с 33 % до 56,5 %), обеспеченностью питьевой водой (прирост с 41 % до 60 %), постройкой и реконструкцией школ (на 105 тыс. мест), медицинских пунктов (680 объектов);

- экспорт российской пшеницы достиг 16,5 млн. т, а экспорт фуражного зерна – 5,1 млн. т.

В СМИ отмечены наиболее яркие научные события 2013 г. Среди них: разработка высокоинтеллектуальных роботизированных систем, в том числе нацеленных на решение перспективных космических задач. Оригинален инициированный российскими специалистами международный проект по созданию искусственного человека «Аватар», участие в котором принимают специалисты мирового уровня: футуролог Р. Курцвейл, профессор МГУ А. Каплан, сопредседатель научного совета РАН по искусственному интеллекту Д. Дубровский, создатель технологии протезирования мозга в Университете Южная Калифорния Т. Бергер и др. Удивительны открытия астрономов, в частности, Университета Торонто, обнаруживших источник тока невиданной силы –  $10^{18}$  ампер в двух миллиардах световых лет от Земли, представляющий гигантскую черную дыру с ее магнитным полем, активно поглощающую ядро «родной» галактики 3С303.

Среди других: поиски жизни в подледном антарктическом озере Восток, работа по получению генома отдаленного предка человека, завершение работ по созданию мысленно управляемого экзоскелета и компьютера в виде очков Google Glass.

Опубликован приказ Минобрнауки РФ о приостановлении на полгода работы 602 диссертационных советов, в деятельности которых найдены недостатки. В числе этих вузов – МГУ, МГТУ, МИФИ, РГТУ, МГИМО, НГУ, НГТУ и ряд других.



15 января.

Профессора СГГА О. В. Минин и И. В. Минин вошли в исследовательскую группу, получившую грант РФФИ на разработку методики диагностики поджелудочной железы в режиме реального времени. Руководит группой профессор НГМУ В. В. Анищенко. В состав группы также входят специалисты Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН.

17 января.

Опубликован РГ от 17.01.2014, № 9(6281) Административный регламент по предоставлению Росимуществом земельных участков, находящихся в федеральной собственности, для целей, не связанных со строительством. Заявителями здесь могут быть физические и юридические лица, государственные и муниципальные учреждения. Одно из основных условий – не строить на полученной земле капитальных объектов.

Начальник Генштаба Вооруженных сил РФ озвучил (РГ от 17.01.2014) планы по формированию новой системы военной подготовки студентов вузов. Основные положения указанной системы состоят в следующем:

- система расширит масштабы подготовки высокопрофессиональных солдат, сержантов и офицеров по наиболее востребованным военно-учетным специальностям, в том числе в вузах, не имеющих своих военных кафедр (учебных центров военной подготовки);
- система гарантирует, что студенты пройдут учебу в вузе без перерыва на военную службу по призыву;
- студенты получают качественную военную подготовку с практическим освоением не менее одной военно-учетной специальности, позволяющей связать свою жизнь с армией;
- наличие военной подготовки у выпускника вуза расширит возможности трудоустройства, в том числе на государственную или муниципальную службу (подобная подготовка или срочная служба в армии – обязательный в настоящее время атрибут).

19 января.

115 лет со дня рождения (1899–1968) Григория Анисимовича Федосеева, выдающегося писателя-геодезиста, известного организатора геодезических работ в Сибири в 30-40-е гг. XX в., начальника экспедиции аэрогеодезического предприятия № 8, г. Новосибирска.

21 января.

Состоялось заседание Президиума саморегулируемой организации «Объединение кадастровых инженеров Сибири» (президент СРО – профессор И. В. Лесных, исполнительный директор – Д. А. Крылов), на котором были подведены итоги прошедшего 2013 г. и определены задачи на 2014 г.

На конец 2013 г. в саморегулируемой организации (СРО) состояли 81 юридическое лицо и 273 физических лица – кадастровых инженера. Среди важнейших коллективных мероприятий – участие в международном форуме «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013», на котором была организована рабочая площадка СРО «ОКИС», проведен семинар «Кадастровая деятельность и кадастровые инженеры. Новации законодательства, взаимодействие в электронном виде. Государственный кадастровый учет земельных участков и объектов капитального строительства», принято участие в работе профильных мастер-классов и круглых столов.

Активно участвовали представители ОКИС во 2-м Съезде кадастровых инженеров в г. Ростов-на-Дону, где была отмечена важная роль ряда сибирских кадастровых организаций: ГеоКад плюс (г. Новосибирск), Кемеровский областной кадастровый центр, МП «Центр градостроительства и землеустройства» (г. Новокузнецк), МУП «Кадастровый центр Новокузнецкого района», Геоплан плюс (г. Новосибирск) и др.

Среди постоянных организационно-методических дел СРО – развитие деятельности своего учебного центра, проведение судебных экспертиз при разрешении спорных вопросов, взаимодействие с территориальными структурами Росреестра, в том числе кадастровыми палатами, участие в аттестации кадастровых инженеров.

28–31 января.

В Московском государственном техническом университете имени Н. Э. Баумана прошли XXXVIII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти пионеров освоения космического пространства.

От СГГА на чтениях были представлены два доклада профессоров СГГА О. В. Минина и И. В. Минина, посвященные применению системы ГЛОНАСС и трехмерному моделированию аэродинамических процессов.

3–7 февраля.

Состоялась ежегодная научно-методическая конференция СГГА с международным участием «Современные тенденции формирования образовательной среды технологического университета». В рамках конференции впервые прошли «Федосеевские чтения», посвященные 115-й годовщине со дня рождения писателя-геодезиста Г. А. Федосеева (1899–1968), а также специализированные «круглые столы» с участием представителей органов власти, образования, науки и производства, где были проанализированы проблемы и задачи качества подготовки и трудоустройства будущих специалистов.

9 февраля.

Исполнилось 90 лет со дня рождения Германа Алексеевича Мещерякова (1924–1992), доктора технических наук, профессора, известного специалиста в области гравиметрии, математической картографии и прикладной математи-

ки, более 20 лет отдавшего НИИГАиК – СГГА, а с 1969 г. трудившегося в Львовском политехническом институте.

10 февраля.

В активную фазу вошла работа СГГА и ее партнеров по подготовке к проведению X Международного научного конгресса и специализированной выставки «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014» с участием ведущих мировых научных и образовательных центров, производственных организаций, разработчиков технического и программного обеспечения в области геопространственных технологий в целях рационального природопользования и устойчивого развития. Форум «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014» пройдет 16–18 апреля в г. Новосибирске на базе Экспоцентра, СГГА, ряда институтов СО РАН, ЗапСиблеспоекта.

28 февраля.

Официальный день рождения СГГА, обозначенный Постановлением Правительства (СНК) СССР № 330 от 28 февраля 1933 г. «Об утверждении сети вузов», содержащим в списке вузов того времени Сибирский геодезический институт, г. Омск.

75 лет со дня рождения известного педагога, ученого-геодезиста Игоря Севировича Тревого, заслуженного работника образования Украины, почетного геодезиста, доктора технических наук, профессора Национального университета «Львовская политехника».

8 марта.

День работников геодезии и картографии Российской Федерации, установленный Указом Президента РФ от 11.11.2000 г., № 1867. Месяц март памятен и другими значимыми для геодезистов и картографов событиями. В этом месяце родились известные специалисты – практики и ученые А. В. Бородко (1951 г.), Б. В. Бровар (1941 г.), Л. М. Бугаевский (1921 г.), В. В. Бузук (1923 г.), В. П. Васильев (1931 г.), Б. А. Вилькицкий (1885 г.), Г. И. Знаменщиков (1907 г.), В. Г. Колмогоров (1935 г.), И. И. Краснорылов (1935 г.), Н. Л. Макаренко (1941 г.), С. Р. Мельников (1963 г.), Ю. К. Неумывакин (1932 г.), А. В. Постников (1939 г.), В. А. Таранов (1932 г.), А. К. Успенский (1900 г.), Г. А. Шануров (1949 г.).

15 марта.

95 лет назад в 1919 г. Правительством России издан Декрет «Об учреждении Высшего геодезического управления» с целью изучения территории страны в топографическом отношении и проведении картографо-геодезических работ общегосударственного масштаба. Этот день считался официальным профессиональным праздником отечественных геодезистов и картографов до конца 2000 г.

Январь – март.

Свои юбилеи в первые месяцы 2014 г. отметили работники и ветераны СГГА:

Павлова Светлана Александровна,  
Тетерина Антонина Константиновна,  
Хасанбаева Джанон Хаджигани,  
Бутримова Ольга Гавриловна,  
Зверев Леонид Александрович,  
Суходолец Евгений Александрович,  
Сосновская Майя Всеволодовна,  
Степанова Любовь Александровна,  
Нефедова Галина Александровна.

*От всей души поздравляем юбиляров и желаем крепкого здоровья, благополучия и успехов во всех начинаниях!*

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ

1. <i>М. Л. Синянская, Г. Н. Тетерин.</i> Теория развития геодезии и факторы предопределенности.....	3
2. <i>А. В. Никонов.</i> К вопросу о влиянии вертикальной рефракции на результаты тригонометрического нивелирования короткими лучами.....	12
3. <i>В. Г. Сальников.</i> Современная методика выноса главных осей турбоагрегатов.....	27
4. <i>А. А. Басаргин.</i> Создание цифровых моделей месторождений полезных ископаемых с применением современных технологий.....	34
5. <i>Н. Б. Лесных.</i> Асимметрия и эксцесс в статистическом анализе закона распределения.....	40
6. <i>А. Г. Неволин, Т. М. Медведская.</i> Обработка результатов наземного лазерного сканирования с учетом коэффициента отражения сигнала.....	47
7. <i>Л. А. Зверев, А. В. Мошенжал.</i> О роли метода георадиолокации при полевом обследовании стройплощадок в инженерных изысканиях.....	54

### ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

8. <i>Е. И. Аврунев, М. В. Метелева.</i> О совершенствовании системы координатного обеспечения государственного кадастра недвижимости.....	60
9. <i>Н. С. Ивчатова.</i> Организационно-технологические предпосылки создания межрегионального учетно-регистрационного центра на территории Новосибирской области.....	67

### ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

10. <i>М. А. Креймер, А. С. Огудов, В. В. Турбинский.</i> Представление и анализ показателей состояния здоровья в качестве оценки среды обитания человека.....	78
11. <i>Л. В. Воронина.</i> Исследование роли экстремальных температур воздуха для целей рекреации и туризма.....	96

### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЯМИ

12. <i>А. Г. Барлиани, И. Я. Барлиани.</i> Процедура оценивания параметров линейной эконометрической модели методом псевдонормальной оптимизации.....	105
13. <i>Ю. А. Голиков, Л. Ю. Сульгина.</i> Территория притяжения супермаркета.....	114
14. <i>З. Е. Алексеева, Л. В. Тишкова.</i> Инновационные аспекты и проблемы нормирования геодезических работ.....	126

## КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА

15. *Л. А. Ромашова*. Картографирование состояния водных объектов на основе комплексной оценки качества воды ..... 137
16. *И. Г. Вовк, Т. Ю. Бугакова*. Выбор варианта изменения пространственно-временного состояния систем в прикладной геоинформатике..... 145
17. *О. А. Зубова, Ю. С. Дядченко*. Современные проблемы графического оформления карт..... 153

## ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

18. *И. А. Мусихин, В. Б. Жарников*. Современное высшее образование, его проблемы и тенденции развития ..... 161

## ХРОНИКА

19. К 85-летию Георгия Николаевича Тетерина ..... 169
20. Итоги работы диссертационных советов при СГГА в 2013 г. .... 171
21. Хроника событий и памятные даты СГГА..... 173

## CONTENTS

### GEODESY AND MINE SURVEY

1. <i>M. L. Sinyanskaya, G. N. Teterin.</i> Rectangularity as a geometric factor in development of geodesy.....	3
2. <i>A. V. Nikonov.</i> About vertical refraction influence on the results of leap-frog trigonometric leveling with short lengths of sight.....	12
3. <i>V. G. Salnikov.</i> Modern techniques for staking out of turbounit principal axes.....	27
4. <i>A. A. Basargin.</i> Development of natural resources deposits digital models with the application of up-to-data technologies.....	34
5. <i>N. B. Lesnykh.</i> Asymmetry and excess in statistic analysis of distribution law.....	40
6. <i>A. G. Nevolin, T. M. Medvedskaya.</i> Terrestrial laser scanning results processing taking into account echo signal coefficient.....	47
7. <i>L. A. Zverev, A. V. Moshenzhal.</i> Experience of using georadiolocation techniques for field observation of construction sites in process of engineering surveying.....	54

### LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

8. <i>E. I. Avruney, M. V. Meteleva.</i> Improvement of coordinates support of state property cadastre.....	60
9. <i>N. S. Ivchatova.</i> Organizational and technological prerequisites for establishing inter-regional registration centre on the territory of Novosibirsk region.....	67

### ECOLOGY

10. <i>M. A. Kreymer, A. S. Ogudov, V. V. Turbinsky.</i> Presentation and analysis of health state indices for human environment estimation.....	78
11. <i>L. V. Voronina.</i> Research of the extreme air temperature effect on recreation and tourism.....	96

### ECONOMY AND TERRITORIES MANAGEMENT

12. <i>A. G. Barliani, I. Ya. Barliani.</i> Procedure of estimating linear economic model parameters by pseudonormal optimization.....	105
13. <i>Yu. A. Golikov, L. Yu. Sulgina.</i> Supermarket attraction area.....	114
14. <i>Z. E. Alexeyeva, L. V. Tishkova.</i> Innovative aspects and problems of geodetic works measurement.....	126

## **CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS**

15. <i>L. A. Romashova</i> . Mapping of water bodies on the basis of a context assessment of water quality.....	137
16. <i>I. G. Vovk, T. Yu. Bugakova</i> . Alternative choice of systems space-time condition variations in applied geoinformatics.....	145
17. <i>O. A. Zubova, Yu. S. Dyadchenko</i> . Modern problems of map-making: graphic design .....	153

## **PROFESSIONAL EDUCATION**

18. <i>I. A. Musikhin, V. B. Zharnikov</i> . Current higher education: challenges, prospects for development .....	161
--	-----

## **CHRONICLE**

19. On the 85th anniversary of George N. Teterin .....	169
20. The results of the work of dissertation councils in 2013 .....	171
21. Chronicle of events and memorials SSGA .....	173



## 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 1 (25)

Технический редактор редколлегии журнала *И. О. Колганова*  
Тел. (383)361-05-66, e-mail: [vestnik@ssga.ru](mailto:vestnik@ssga.ru)

Редактор *Е. Н. Ученова*  
Компьютерная верстка *Н. Ю. Леоновой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.97.  
Подписано в печать 23.05.2014. Формат 70 × 100 1/16.  
Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 15,08. Тираж 1 000 экз.  
Заказ 147. 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.