

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Сибирская государственная геодезическая академия»

# ВЕСТНИК СГГА

(СИБИРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ)

Выпуск 2(13)

Новосибирск  
СГГА  
2010

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, доктор технических наук, профессор, президент МИИГАиК *В.П. Савиных*; доктор технических наук, профессор, ректор МИИГАиК *В.А. Малинников*; доктор технических наук, профессор, проректор МИИГАиК *И.Г. Журкин*; доктор технических наук, профессор, первый проректор МИИГАиК *А.Г. Чибуничев*; доктор технических наук, профессор МИИГАиК *Х.К. Ямбаев*; доктор физико-математических наук, профессор, советник губернатора НСО *Г.А. Сапожников*; член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, 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*; кандидат технических наук, директор ФГУ «Земельная кадастровая палата» по НСО *А.Э. Труханов*; 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*

В387 Вестник СГГА (Сибирской государственной геодезической академии) [Текст] : науч.-технич. журн. / учредитель ГОУ ВПО «СГГА». – Вып. 2(13). – Новосибирск: СГГА, 2010. – 173 с. – ISSN 1818-913X

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГГА

УДК 528:535:681.7

© ГОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия» (СГГА), 2010

---

Тел. (382) 343-39-37, факс (382) 344-30-60  
e-mail: rektorat@ssga.ru

Учредитель – ГОУ ВПО «СГГА».

Научное издание

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

Выпуск 2(13)

Редактор *Е.К. Деханова*  
Компьютерная верстка *Н.Ю. Леоновой*  
Перевод на английский язык *И.В. Никоновой*  
Библиограф *Л.М. Коурдакова*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.97.  
Подписано в печать 29.12.2010. Формат 70x100 1/16.  
Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 13,95. Тираж 200 экз.  
Заказ 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.  
Тел. (382) 343-12-55, e-mail: rio.ssga@ssga.ru

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГГА  
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 8.

## ГЕОДЕЗИЯ



УДК 528.48+528.541:528.519

*Г.А. Уставич, Н.М. Рябова, В.Г. Сальников, А.Н. Теплых*

СГГА, Новосибирск

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ШТРИХ-КODOVЫХ РЕЕК ЦИФРОВЫХ НИВЕЛИРОВ**

При выполнении высокоточного инженерно-геодезического нивелирования короткими лучами при монтаже и эксплуатации инженерных сооружений и оборудования начали применяться цифровые нивелиры. Для поверки их технических характеристик необходимо выполнять исследования нивелиров и реек. Кроме того, при выполнении нивелирования или при транспортировке (хранении) цифрового нивелира имеют место случайные механические удары, которые могут привести к нарушению юстировки его электронной системы. В таких случаях возникает необходимость в выполнении внеочередных (повторных) исследований. В данной статье предлагается методика исследования системы «цифровой нивелир – штрих-кодовая рейка», которую можно применять как в лабораторных, так и в полевых условиях.

цифровой нивелир, штрих-кодовая рейка, поверка.

*G.A. Ystavich, N.M. Ryabova, V.G. Salnikov, A.N. Teplykh*

SSGA, Novosibirsk

### **INVESTIGATIONS OF BAR-CODE RODS OF DIGITAL LEVELS**

Nowadays digital levels are being used to do high - precision as-built surveying levelling with short ways while assembling and maintaining engineering structures and equipment. In order to test their technical specifications it's necessary to investigate levels and levelling rods. Besides, while doing levelling or when transported, some accidental mechanical blows can course the violation of a digital level electronic system. In this case there appears the necessity to conduct repeated investigations. The method of “digital level – bar-code rod system” investigation that can be applied both in laboratory and field conditions is suggested in this article.

digital levelling; bar-code rod; adjustment.

Основной технической характеристикой геодезических приборов является величина средней квадратической ошибки измерения соответствующих величин: горизонтальных и вертикальных углов, превышений, расстояний, координат. Применительно к системе «нивелир – рейка» основной её технической ха-

рактистикой является средняя квадратическая ошибка измерения превышения на 1 км двойного хода. Другой технической характеристикой является средняя квадратическая ошибка измерения превышения на нивелирной станции при одном горизонте инструмента. Данная характеристика важна при выполнении высокоточного инженерно-геодезического нивелирования короткими лучами при монтаже и эксплуатации инженерных сооружений и оборудования.

Для обеспечения данных технических характеристик необходимо выполнять исследования нивелиров и реек [1, 4]. Применительно к системе «нивелир – рейка», в которой используется оптический нивелир и штриховая инварная рейка, эти исследования выполняются сначала отдельно для нивелира и рейки и только затем прокладывается нивелирный ход на высотном эталонном полигоне [3]. Применительно к системе «нивелир – рейка», в которой используется цифровой нивелир и штрих-кодовая рейка, выполнить исследование отдельно в полном объёме (по аналогии с системой «нивелир – рейка», в которой используется оптический нивелир и штриховая инварная рейка) для нивелира и штрих-кодовой рейки чрезвычайно сложно. Это обусловлено тем, что штрих-кодовая рейка, во-первых, не имеет шкалу с равномерно нанесёнными штрихами (через 5 или 10 мм) и поэтому для исследований нельзя применить женеvскую линейку или стандартные оптико-механические компараторы. Во-вторых, в процессе отсчитывания цифровым нивелиром участие принимает не два соседних штриха рейки, а последовательность из многих штрихов различной ширины. Выполнить исследования отдельно цифрового нивелира и штрих-кодовой рейки можно только в специализированной лаборатории. В этом случае для исследования только цифрового нивелира необходимо иметь эталонную штрих-кодовую меру, положение штрихов на которой соответствует их теоретическим значениям. Для исследования фактического положения отдельных штрихов кода только штрих-кодовой рейки (комплекта реек) и сравнения их с теоретическими значениями применяются вертикальные или горизонтальные интерференционные компараторы [4]. Завершающим этапом исследований является исследование на интерференционном компараторе единой системы «цифровой нивелир – штрих-кодовая рейка». Сущность данной методики заключается в сравнении эталонного превышения (перемещения), задаваемого лазерным интерферометром, с превышением (перемещением), измеренным системой «цифровой нивелир – штрих-кодовая рейка». В результате этих исследований получается величина средней квадратической ошибки измерения линейной величины, аналогичная средней квадратической ошибке измерения превышения на станции (без влияния внешних условий).

Применительно к исследованию системы «цифровой нивелир – штрих-кодовая рейка» необходимо отметить следующее. В настоящее время специализированная лаборатория по проведению вышеуказанных исследований имеется только в МИИГАиК. Поэтому для организаций из удалённых районов России обязательное ежегодное проведение этих исследований (метрологическая аттестация) является дорогостоящим мероприятием. Кроме того, при выполнении

нивелирования или при транспортировке (хранении) цифрового нивелира имеют место случайные механические удары, которые могут привести к нарушению юстировки его электронной системы. В таких случаях необходимо выполнить внеочередные (повторные) исследования системы «цифровой нивелир – штрих-кодированная рейка». Применительно к оптическим нивелирам проведение таких исследований не вызывает особых затруднений как в лабораторных, так и в полевых условиях. Исследование же системы «цифровой нивелир – штрих-кодированная рейка» необходимо будет выполнять в вышеназванной лаборатории.

С учётом этого ниже предлагается методика исследования системы «цифровой нивелир – штрих-кодированная рейка», которую можно применять в лабораторных условиях производственной организации, имеющей цифровые нивелиры, а также в полевых условиях.

Сущность данной методики состоит в следующем. В лабораторных условиях на бетонном жёстком основании в точке *A* устанавливается цифровой нивелир, а в точках *B* и *C*, расположенных на расстоянии 4–5 м от нивелира и имеющих сферическую форму, устанавливаются штрих-кодированные рейки (рисунок). Превышение между рейками может быть сравнительно небольшим: 50–170 мм. Для удобства выполнения измерения и повышения их точности удерживать рейки в вертикальном положении необходимо с помощью подпорок или специальных стаканов. Также для удобства выполнения измерений рейки должны находиться примерно в одном створе. В этом случае повороты нивелира во время взятия отсчётов будут минимальными. Освещение реек должно быть достаточным и равномерным, без образования бликов.

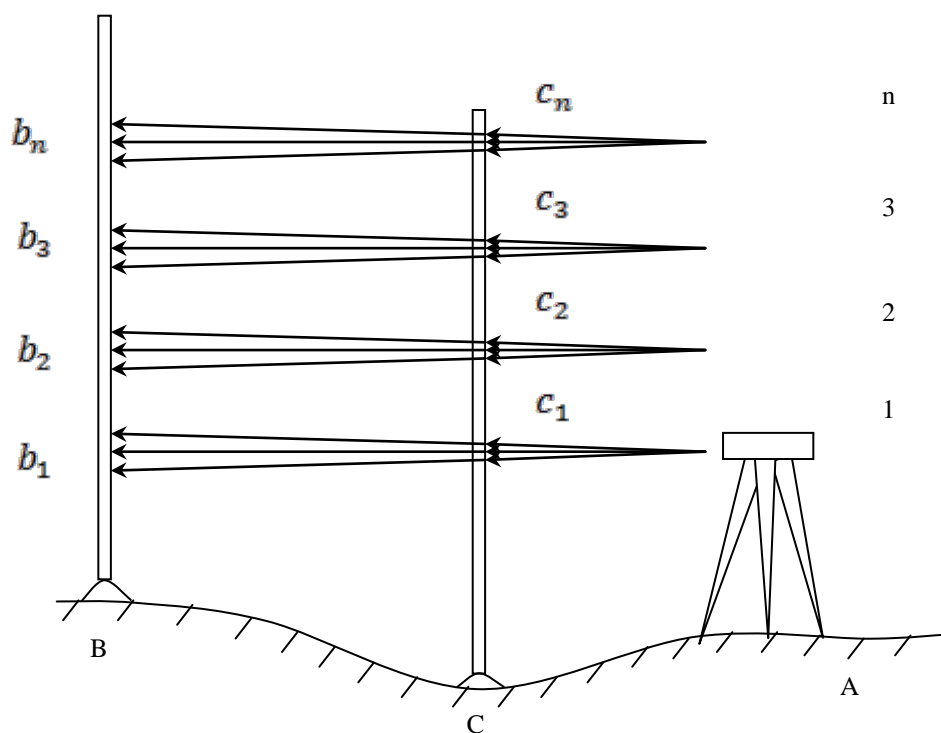


Рис. Измерение превышений с изменениями горизонта нивелира

Нивелир и штатив первоначально опускаются на минимально возможную высоту с таким расчётом, чтобы можно было измерить превышение, используя нижние части реек. После приведения нивелира в рабочее положение по каждой из реек производится по 15–20 отсчётов ( $b_1$  и  $c_1$ ), на основании которых вычисляется величина «ошибки взгляда», а также превышение для данного горизонта инструмента. Величина «ошибки взгляда» вычисляется по отклонениям от среднего, а превышение – на основании средних отсчётов ( $b_{cp}$  и  $c_{cp}$ ) по рейкам. Затем с помощью штатива производится изменение горизонта нивелира (его подъём) на 8–10 см и измерения и вычисления выполняются аналогичным образом (отсчеты  $b_2$  и  $c_2$ , ...,  $b_n$  и  $c_n$ ). Изменение горизонта нивелира производится до тех пор, пока измерение превышения не будет выполнено по всей длине реек. После этого производится измерение превышений в обратном направлении: нивелир также опускается с интервалом 8–15 см.

При исправной работе системы «цифровой нивелир – штрих-кодовая рейка» превышения, полученные при разной высоте горизонта инструмента, а также в прямом и обратном ходах, должны быть равны между собой (в пределах точности измерений), т. е.

$$h_1 = b_{cp1} - c_{cp1}$$

$$h_2 = b_{cp2} - c_{cp2}$$

.....

$$h_n = b_{cpn} - c_{cpn}$$

и

$$h_1 = h_2 = h_3 = \dots = h_n. \quad (1)$$

Величины разностей  $h_1 - h_2 = \Delta$ ,  $h_2 - h_3 = \Delta$ , ...,  $h_{n-1} - h_n = \Delta$  будут свидетельствовать о качестве работы системы «цифровой нивелир – штрих-кодовая рейка».

Таким образом, при использовании данной методики не нужно знать «истинное» превышение между точками  $B$  и  $C$ .

С целью определения величин ошибок «взгляда» для разных расстояний, а также внутришаговых короткопериодических ошибок [2], эти расстояния увеличиваются (при наших исследованиях они были равны 5,1; 8,2; 11,7 и 15,0 м).

Если исследования выполняются в полевых условиях, то нивелир также устанавливается на жёсткое основание, например на сухую проезжую часть просёлочной автомобильной дороги, а рейки устанавливаются на хорошо вбитые костыли или на колья с гвоздями и удерживаются подпорками. С целью ослабления влияния оседания или выпучивания нивелира со штативом и костылей (кольев) необходимо после их установки дать некоторое время (10–15 мин) на стабилизацию их положения. Также, с целью ослабления этого влияния на результаты измерений, ноги наблюдателя в процессе взятия отсчётов по рейкам не должны находиться близко к ножкам штатива. После каждой смены гори-

зонта нивелира также необходимо давать время на стабилизацию положения нивелира и штатива. Выполнение исследований целесообразно выполнять в пасмурную, без осадков, погоду. Если же исследования выполняются в ясную погоду, то измерения необходимо производить утром или вечером. При этом, с целью исключения попадания солнечных лучей в объектив нивелира, рейки должны располагаться в противоположном направлении по отношению к положению Солнца. Также обязательно применение геодезического зонта.

После выполнения измерений вычисляются:

- среднее из отсчётов для каждого горизонта;
- значения средних квадратических ошибок «взгляда» для каждого горизонта и расстояния (по уклонениям от среднего);
- измеренные превышения между рейками для каждого горизонта в прямом и обратном ходах;
- разность  $\Delta_1$  между превышениями смежных горизонтов;
- разность  $\Delta_2$  между превышениями в прямом и обратном ходах для каждого горизонта;
- средняя разность из всех горизонтов для прямого и обратного хода, а также между прямым и обратным ходами;
- средняя квадратическая ошибка измерения (по разностям двойных измерений) системой «цифровой нивелир – штрих-кодовая рейка».

Результаты исследований нивелира DiNi 1012 и двухметровой рейки по данной методике для расстояния 5,1 м приведены в таблице.

Таблица

Результаты измерений превышений при  $S = 5,1$  м

Высота инструмента, м	h прямо, мм	$\Delta_1$	h обратно, мм	$\Delta_1$	$\Delta_2$
0,30	48,327		48,312		0,005
		-0,009		-0,010	
0,42	48,318		48,302		0,016
		-0,006		0,002	
0,55	48,312		48,304		0,008
		-0,008		0,013	
0,70	48,304		48,317		-0,013
		0,005		-0,002	
0,85	48,309		48,315		-0,006
		0,011		-0,005	
1,00	48,320		48,310		0,010
		-0,012		0,018	





УДК 551.24  
*И.Е. Дорогова*  
СГГА, Новосибирск

## **ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ГЕОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ ТАШТАГОЛЬСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

По результатам десяти циклов GPS-наблюдений с учетом основных законов теории упругости выполнено исследование горизонтальных движений земной коры на Таштагольском геодинамическом полигоне. Получены распределения движений и деформаций, выполнена визуализация основных характеристик, сделаны выводы о динамике района.

геодинамический полигон, движения и деформации земной коры, визуализация.

*I.E. Dorogova*  
SSGA, Novosibirsk

## **THE INVESTIGATION OF EARTH'S CRUST MOVEMENTS AND DEFORMATIONS ON A TASHTAGOL'S GEODYNAMIC GROUND**

By the results of ten cycles of GPS-observations taking into account laws of the theory of elasticity research of horizontal earth movements on Tashtagol's geodynamic ground was carried out. Distributions of movements and deformations were received, visualization of the basic characteristics was executed.

geodynamic ground, movements and deformations of the earth's crust, visualization.

Таштагольский полигон является локальным техногенным геодинамическим полигоном и создан с целью отслеживания движений земной коры в районе Таштагольского железорудного месторождения. Важным условием разработки месторождения является обеспечение безопасности работ, а также сохранности сооружений. Руды накапливают существенную упругую деформацию, поэтому результаты измерений, выполняемых на полигоне, должны быть интерпретированы таким образом, чтобы полученные материалы давали полное представление о напряженно-деформируемом состоянии земной коры и геодинамических процессах, протекающих на территории промышленной площадки.

На пунктах полигона выполняются систематические измерения с использованием спутниковых технологий. Наблюдения проводятся сотрудниками лаборатории сдвижения горных пород Восточного научно-исследовательского горнорудного института (г. Новокузнецк) и лаборатории горной информатики Института горного дела СО РАН (г. Новосибирск). В рассматриваемый нами период с 14.06.2005 г. по 19.09.2008 г. были выполнены десять циклов таких наблюдений.

Поскольку сеть является относительной и не содержит пунктов вне деформируемой области, в качестве базового наиболее устойчивого пункта, относительно которого будут вычисляться смещения, был выбран пункт 1111. Этот пункт расположен в южной части полигона и наиболее удален от рабочей площадки месторождения.

Для изучения движений земной поверхности была создана геометрическая модель полигона, включающая одиннадцать GPS-пунктов, для которых известны изменения координат в каждом из рассматриваемых циклов. Далее мы вычислили накопления перемещений пунктов на момент окончания каждого цикла и, используя конечно-элементный анализ и формулы теории упругости, получили для нашей модели распределения деформации и напряжения в каждом цикле измерений, а также их накопления.

Удобным способом наглядного представления результатов для последующей экспертной оценки является визуализация основных характеристик геодинамического процесса в виде векторов и характеристик полей. Примеры таких представлений описаны в работах [1, 2, 3]. Для графического представления результатов использовался программный комплекс Elcut.

На рис. 1, а представлены векторы, отображающие смещения пунктов для первого цикла наблюдений. Векторы направлены к центру рассматриваемой области. Такая же направленность наблюдается и на изображениях векторов для последующих циклов. Рис. 1, б иллюстрирует накопление смещений векторов за десять циклов измерений. Векторы сохраняют свою направленность, величины смещений пунктов постепенно накапливаются. При этом пункты, обладающие существенной динамикой в первом цикле, и после десяти циклов наблюдений имеют наибольшие величины смещений.

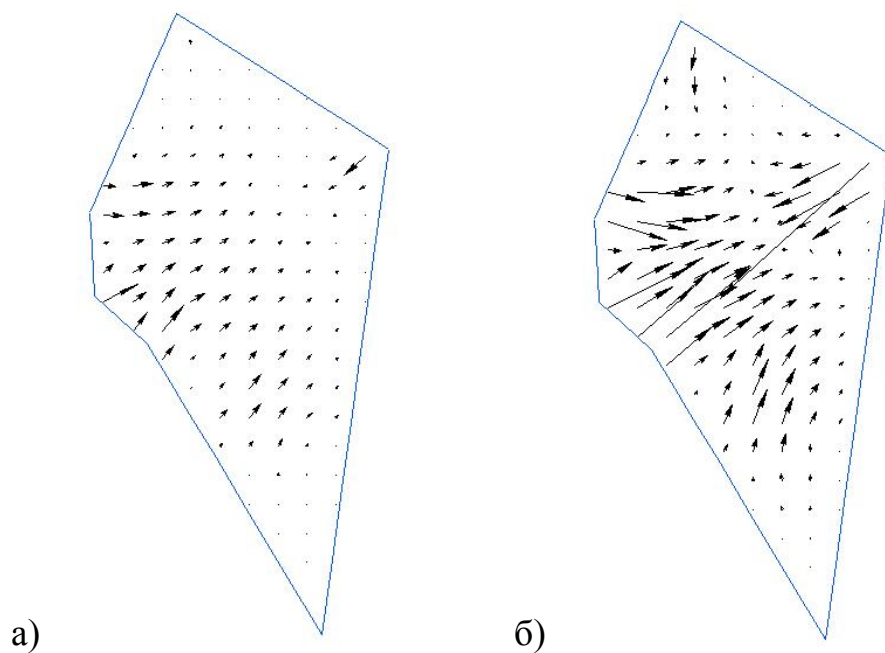


Рис. 1

Недостатком полученных результатов является то, что реальные движения земной коры в центре геодинамического полигона отличаются от теоретически полученных, поскольку не был учтен провал, расположенный в центре рассматриваемой области. Провал не дает возможности выполнить инструментальные измерения и существенно усложняет получение данных о смещениях земной коры центральной части полигона. В дальнейшем планируется устранение этого несоответствия и получение распределений смещений и деформаций земной коры по результатам наблюдений за смещениями пунктов, расположенных на профильных линиях вокруг провала.

Для наглядного представления горизонтальных движений точек земной поверхности геометрическая модель Таштагольского полигона была разбита на квадраты. Рис. 2, а иллюстрирует недеформированную форму геодинамического полигона (получена по положениям пунктов на начальный момент наблюдений). На рис. 2, б представлена деформированная граница и изменение формы тела полигона на момент окончания десяти циклов наблюдений.

Полученные таким образом изображения также указывают на общее направление движений земной поверхности к центру полигона. Происходит сжатие границ, их смещение в сторону центральной области месторождения. Изменения формы тела и границ полигона на рис. 2, б представлены в укрупненном масштабе, смещения земной коры на момент окончания десяти циклов наблюдений не представляют опасности, но имеется тенденция к их накоплению.

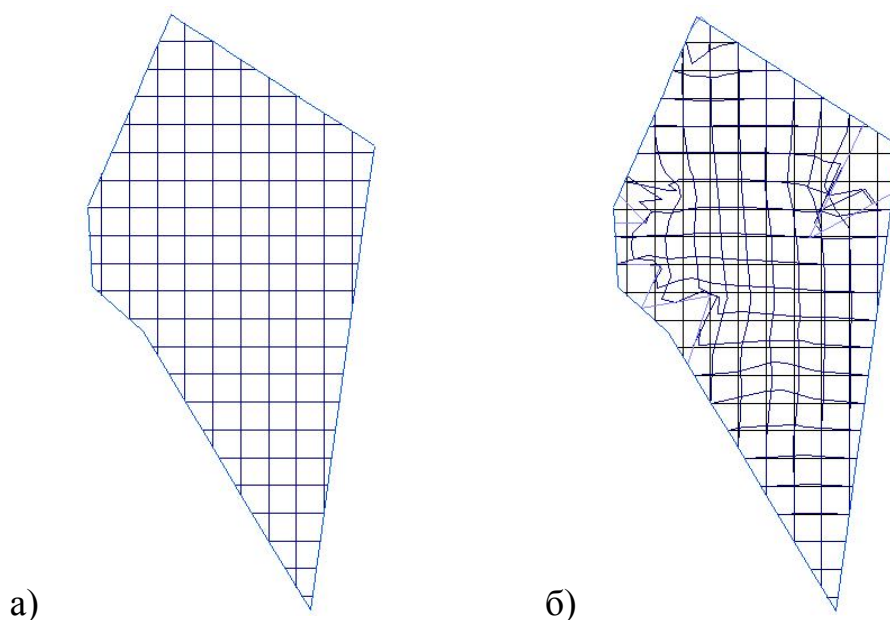


Рис. 2

Также были получены поля, отражающие деформации для каждого цикла наблюдений и накопление деформаций вдоль осей  $x$ ,  $y$  и общей деформации, и аналогичные поля для напряжений и величин смещений пунктов и их накоплений.

Наличие десяти циклов наблюдений горизонтальных смещений GPS-пунктов позволило создать анимационное представление основных геомеханических данных, характеризующих деформирование земной поверхности в районе охраняемых объектов на полигоне Таштагольского железорудного месторождения [4, 5].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мазуров, Б.Т. Поля деформаций Горного Алтая перед Чуйским землетрясением / Б.Т. Мазуров // Геодезия и картография. – 2007. – № 3. – С. 48–50.
2. Мазуров, Б.Т. Компьютерная визуализация полей постсейсмических смещений и деформаций / Б.Т. Мазуров // Геодезия и картография. – 2007. – № 4. – С. 51–53.
3. Мазуров, Б.Т. Некоторые примеры определения вращательного характера движений земных блоков по геодезическим данным / Б.Т. Мазуров // Геодезия и картография. – 2010. – № 10. – С. 58–61.
4. Дербенев, К.В. Представление движений земной поверхности с использованием flash-анимации / К.В. Дербенев, И.Е. Дорогова, Е.А. Ибатуллина // Интеллектуальный потенциал Сибири: материалы межвузовской научной студенческой конференции (МНСК-2010). – Новосибирск: НОУ ВПО НГИ, 2010. – С. 93–94.
5. Анимационное представление движений и деформаций на техногенном геодинамическом полигоне / Т.В. Лобанова, Б.Т. Мазуров, Е.А. Ибатуллина, И.Е. Дорогова, К.В. Дербенев // Сб. материалов VI Международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2010». – Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч. 1. – Новосибирск: СГГА, 2010. – С. 199–202.

*Получено 07.11.2010*

*© И.Е. Дорогова, 2010*

*И.Е. Дорогова – аспирант.  
Тел.: 8-952-919-12-72.*

УДК 528.2:528.4  
 Ю.В. Дементьев  
 СГГА, Новосибирск

## ЗАВИСИМОСТЬ ПОПРАВОК ЗА ПЛОСКИЙ И СФЕРИЧЕСКИЙ СЛОИ В НЕПОЛНОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ РЕДУКЦИИ ОТ ИХ ТОЛЩИНЫ И РАДИУСА УЧИТЫВАЕМОЙ ЗОНЫ

Оценены допускаемые погрешности в расчетах редукции гравитационного поля Земли при замене сферического слоя на плоский в области круговой зоны до 200 км. Рассмотрены условия, при которых поправка Буге (бесконечный плоскопараллельный слой) соответствует сферическому круговому слою.

редукция гравитационного поля, сферический параллельный слой, плоский параллельный слой, пластина Буге.

*Y.V. Dementyev*  
 Siberian State Academy of Geodesy, Novosibirsk

## DEPENDENCE OF FLAT AND SPHERICAL LAYER CORRECTIONS IN AN INCOMPLETE TOPOGRAPHIC REDUCTION ON THEIR THICKNESS AND RADIUS OF A CONSIDERED ZONE

The article estimates errors committed in calculations of a reduction of a gravitational field of the Earth when replacement of a spherical layer by a flat one in the area of a circular zone of 200 km takes place. Conditions at which the Buge adjustment (an infinite flat-parallel layer) corresponds to a spherical circular layer are considered.

gravitational field reduction, spherical parallel layer, flat parallel layer, Buge plate.

Во многих литературных источниках полагается, что при выполнении редукции гравитационного поля Земли в области, ограниченной радиусом  $\rho$  круговой зоны до 200 км (оптимально – 166,7 км [2]), сферичность Земли можно не учитывать. Очевидно, что такое допущение сопровождается определенными погрешностями, зависящими от толщины слоя  $H$  и радиуса  $\rho$  исследуемой зоны.

Выполним некоторые расчеты. Для различных значений  $H$  и  $\rho$  по известным формулам [1, 2] вычислим вертикальную составляющую притяжения сферического  $\delta g_{сф}$ , плоского  $\delta g_{ц}$  цилиндров и пластины Буге  $\delta g_B$ . Результаты поместим в табл. 1.

На основании данных табл. 1, рассчитаем разности  $\Delta_1 = \delta g_{сф} - \delta g_{ц}$  (табл. 2), характеризующие отличие поправок за сферический и плоский слой.

Из таблицы видно, что если выполнять редукцию с точностью измерения силы тяжести ( $\sim 0,01$  мГал), то сферичностью Земли можно пренебречь только в зоне с  $\rho \leq 100$  м при  $H = 5$  км или  $\rho \leq 1000$  м при  $H = 2$  км. Для  $\rho = 200$  км разность  $\Delta_1$  на два-три порядка больше точности измерений.

Таблица 1

Значения сферических, цилиндрических поправок  
и поправки Буге для различных круговых зон

$\rho$ , км	$\delta g_{сф}$ , мГал	$\delta g_{ц}$ , мГал	$\rho$ , км	$\delta g_{сф}$ , мГал	$\delta g_{ц}$ , мГал	$H$ , км
0,1	10,0868	10,0862	100,0	56,2684	55,8335	0,5
	10,6376	10,6364		112,2483	111,3872	1,0
	10,9179	10,9150		223,3429	221,6552	2,0
	11,0127	11,0082		333,2854	330,8044	3,0
	11,0907	11,0828		549,7214	545,7501	5,0
0,5	32,7893	32,7885	150,0	56,5347	55,8802	0,5
	42,7625	42,7599		112,8740	111,5738	1,0
	49,0913	49,0828		224,9669	222,4013	2,0
	51,3564	51,3410		336,2796	332,4828	3,0
	53,2126	53,2126		556,5680	550,4084	5,0
1,0	42,7618	42,7599	200,0	56,7776	55,9035	0,5
	65,5802	65,5770		113,4064	111,6671	1,0
	85,5301	5,5199		226,2181	222,7745	2,0
	93,8015	93,7805		338,4355	333,3222	3,0
	100,9094	100,8620		561,0902	552,7391	5,0
10,0	54,6147	54,5750	250,0	57,0112	55,9175	0,5
	106,4354	106,3635		113,9016	111,7231	1,0
	201,8421	201,7240		227,3201	222,9983	2,0
	286,6972	286,5499		340,2559	333,8259	3,0
	427,7824	427,5993		564,6817	554,1379	5,0
50,0	55,9089	55,6936	$\delta g_B$ , мГал		55,9735	0,5
	111,2496	110,8276			111,9469	1,0
	219,4178	220,2285			223,8939	2,0
	326,9427	325,7747			335,8408	3,0
	533,6139	531,8176			559,7347	5,0

Таблица 2

Разности  $\Delta_1 = \delta g_{сф} - \delta g_{у}$  в мГал

$\rho$ , км	$H$ , км				
	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0
0,1	0,0006	0,0012	0,0029	0,0049	0,0079
0,5	0,0008	0,0026	0,0085	0,0154	0,0308
1,0	0,0019	0,0032	0,0102	0,0210	0,0474
10	0,0397	0,0719	0,1181	0,1473	0,1831
50	0,2152	0,4220	0,8107	1,1680	1,7963
100	0,4349	0,8611	1,6877	2,4810	3,9713
150	0,6549	1,3002	2,5658	3,7968	6,1598
200	0,8741	1,7393	3,4438	5,1133	8,3511
250	1,0937	2,1785	4,3218	6,4300	10,5638

Различие размеров учитываемой области в редукции Буге, когда плоско-параллельный слой полагается бесконечным, а учет влияния рельефа производится в ограниченной по размеру площади интегрирования, приводит к созданию искусственно ложного эффекта «боковых» масс [1].

Рассмотрим, при каких условиях поправка  $\delta g_B$  соответствует поправке  $\delta g_{сф}$ .

По данным табл. 1 составим разности  $\Delta_2 = \delta g_{сф} - \delta g_B$ . Результаты поместим в табл. 3.

Таблица 3

Разности  $\Delta_2$  в мГал

$\rho$ , км	$H$ , км				
	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0
10	-1,3588	-5,5119			
50	-0,0647	-0,6973	-3,6654	-10,0661	
100	0,2949	0,3014	-0,5510	-2,5554	-10,0133
150	0,5612	0,9271	1,0730	0,4388	-3,1667
200			2,3242	2,5947	1,3559
250					4,9470
$\bar{\rho}_{сф}$	59	85	117	143	185



Заметим, что величина  $\Delta_2$  с увеличением  $\rho$ , из отрицательных значений переходит в положительные, т. е. для каждого столбца табл. 3 существует условие, когда  $\delta g_{сф} = \delta g_B$ . Линейная интерполяция данных столбцов приводит к результатам, помещенным в нижней строке табл. 3 и на рисунке. Здесь  $\bar{\rho}_{сф}$  – значение радиуса центральной зоны, для которой  $\Delta_2 = 0$ .

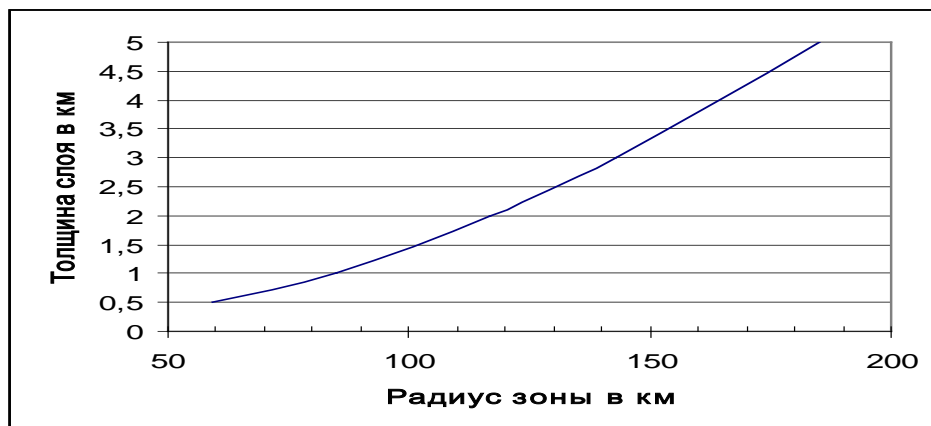


Рис. График изменения  $\bar{\rho}_{сф}$  в зависимости от значений  $\rho$  и  $H$

Как видно из рисунка, соблюдение условия  $\delta g_{сф} = \delta g_B$  при  $\rho = 166,7$  км выполняется при толщине слоя, примерно равной 4 км.

Таким образом, приведенные расчеты показали, что сферичностью Земли при  $\rho > 1$  км пренебрегать нельзя, если выполнять редукцию с точностью, близкой к точности измерения силы тяжести, либо для каждой резульативной точки, согласно рисунку, выбирать соответствующий размер учитываемой зоны.

Размер зоны при  $\Delta_2 = 0$  можно рассчитать и по аналитическим формулам. В работе [1] приведена формула вычисления сферической поправки, когда резульативная точка находится на слое мощностью  $H$  :

$$\delta g_{сф} = \delta g_{нл.} \left( 1 + \sin \frac{\rho}{2R} - 0,00012H \right),$$

где

$$\delta g_{нл.} = 2\pi f\sigma_0 \left( \rho + H - \sqrt{\rho^2 + H} \right) = 2\pi f\sigma_0 \left( 1 - \frac{H}{2\rho} \right).$$

Потребуем, чтобы  $\delta g_{сф} = \delta g_B$ . Тогда, полагая, что  $\rho$  много меньше  $R$ , имеем

$$1 = \left( 1 - \frac{H}{2\rho} \right) \left( 1 + \frac{\rho}{2R} - 0,00012H \right),$$

откуда

$$\rho^2 - H(0,00024R + 0,5)\rho - HR(1 - 0,00012H) = 0.$$

Решение полученного квадратного уравнения приводит к соотношению

$$\rho = \frac{H}{2} \left( \frac{1}{2} + 0,00024R \right) + \sqrt{\frac{H^2}{4} \left( \frac{1}{2} + 0,00024R \right)^2 + HR(1 - 0,00012H)}.$$

Примем  $R = 6\,371$  км. Тогда

$$\rho = \bar{\rho}_{сф} = 1,01H + \sqrt{6371H(1 + 0,000042H)},$$

или

$$\bar{\rho}_{сф} \approx 80\sqrt{H} + H.$$

Здесь  $H$  должна быть выражена в километрах.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каленицкий, А.И. Методические рекомендации по учету влияния рельефа местности в гравиразведке / А.И. Каленицкий. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1981. – 171 с.
2. Шимбирев, Б.П. Теория фигуры Земли / Б.П. Шимбирев. – М.: Недра, 1975. – 432 с.

Получено 17.11.2010

© Ю.В. Дементьев, 2010

Ю.В. Дементьев – канд. техн. наук, доцент, директор Института дистанционного зондирования и природопользования.  
E-mail: dir.inst.dzp@ssga.ru

УДК 535.421

С.С. Овчинников

СГГА, Новосибирск

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ТОЧНОСТЬ ПОКАЗАНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

Рассмотрены некоторые вопросы учета помех, создаваемых линиями электропередачи, на электронную составляющую ГЛОНАСС/GPS-приемников, а также возможные способы снижения электромагнитной нагрузки на приборы.

электронный тахеометр, электромагнитное поле, геодезические ГЛОНАСС/GPS-приемники, магнитостатическое поле, электромагнитные возмущения, коронные разряды, частотный диапазон.

*S.S. Ovchinnikov*

SSGA, Novosibirsk

## **INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS ON ACCURACY OF INDICATIONS OF ELECTRONIC GEODETIC DEVICES**

Some questions of the account of the hindrances created by electric mains, on electronic component GLONASS/GPS-receivers, and as, possible ways of decrease in electromagnetic loading on devices are considered.

electronic tacheometer, an electromagnetic field, geodetic GLONASS/GPS-receivers, a magneto-static field, electromagnetic indignations, crown discharges, frequency range.

В последнее десятилетие значительное распространение получило геодезическое и навигационное обеспечение геофизических съёмок с использованием электронных тахеометров и геодезических ГЛОНАСС/GPS-приемников. Проведение измерений подобными приборами осуществляется, в основном, с помощью среднеорбитальных спутниковых радионавигационных систем, технология и особенности которых отражены в действующих инструкциях и технических проектах, разрабатываемых в более сложных случаях [1].

Подобная технология навигационно-геодезического обеспечения полевых работ с использованием выбранного аппаратурно-измерительного комплекса в общем виде включает в себя: подготовительные работы, геодезическое сопровождение собственно съёмки, то есть регистрацию координат точек наблюдения на фактической линии маршрута, камеральную обработку результатов и оценку точности определений координат. Очевидно, что основным условием успешного выполнения съёмки является выбор рационального состава комплекса.

Рассмотрим особенности одних из наиболее употребимых приборов, таких как тахеометр Leica TPS 400 и геодезический ГЛОНАСС/GPS-приемник Leica GPS1200. К достоинствам данных приборов можно отнести: возросшую точность, снижение влияния человеческого фактора на точность результатов измерений и возможность повышения производительности труда [2].

При полевых измерениях отмечается, что вблизи высоковольтных линий электропередачи (ЛЭП) полученные результаты могут искажаться вследствие близко расположенных работающих портативных радиостанций. Также была выявлена высокая чувствительность измерительных геодезических приборов к электромагнитным полям.

На сегодняшний день применяются два способа оценки влияния на измерение поля радиопомех. Дадим их характеристику.

В лабораторных условиях измерения производятся с помощью калиброванных антенн. Такие антенны используются в высоковольтных лабораториях вблизи испытываемых образцов оборудования, что позволяет измерить поле электромагнитных возмущений от коронных разрядов на отдельных образцах оборудования или даже на его отдельных коронирующих элементах.

На рис. 1 схематически представлен процесс измерения в лабораторных условиях электромагнитного поля радиопомех от гирлянды изоляторов с линейной арматурой, поддерживающей провода. Так как измерению подлежит поле радиопомех от данного испытуемого образца, только этот образец и должен быть источником помех, а все остальные элементы испытательной установки должны быть свободны от коронных разрядов во всем диапазоне используемых напряжений.

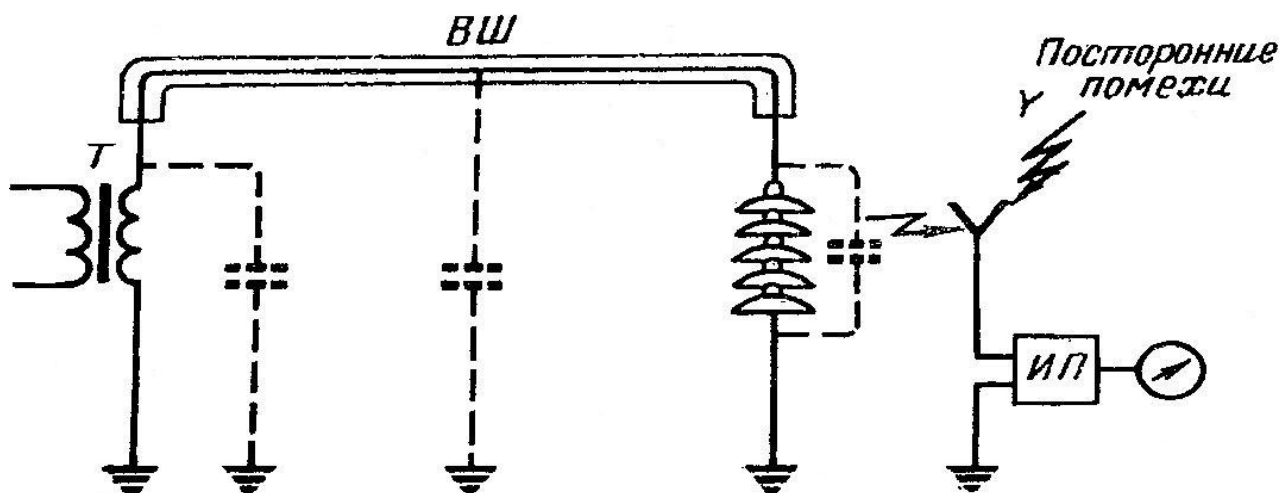


Рис. 1. Измерение поля радиопомех от гирлянды изоляторов в лабораторных условиях:

ИП – измеритель помех; У – поле посторонних помех;  
ВШ – высоковольтная шина

Одним из недостатков такого способа испытаний образца для определения его мешающего действия является наличие в эфире поля посторонних помех, обозначенного на рис. 1 как поле У. Устранение его возможно электромагнитной экранировкой помещения.

Измерения поля радиопомех от действующей линии электропередачи в полевых условиях проводятся в соответствии с ГОСТ 22012–82. Поскольку речь идет об измерениях поля, необходимо использовать антенные устройства, которые могут быть установлены вблизи эксплуатируемой коронирующей линии электропередачи. При этом на калиброванную антенну наводится интегральная ЭДС помех от всех коронирующих элементов линии, а не от одного какого-то элемента. Выше было показано, что для изучения изменений интенсивности радиопомех целесообразна статистическая методика. Поэтому антенное устройство должно быть соединено с калиброванным измерительным приемником, на выход которого присоединяется регистрирующее устройство. При этом по действующим нормам измерительный приемник с антенной высотой 1 м должен быть установлен на высоте 40 см над уровнем земли и на расстоянии 50 м от линии. На линиях напряжением свыше 220 кВ расстояние должно быть увеличено до 100 м. На рис. 2 схематически изображена методика измерений в полевых условиях.

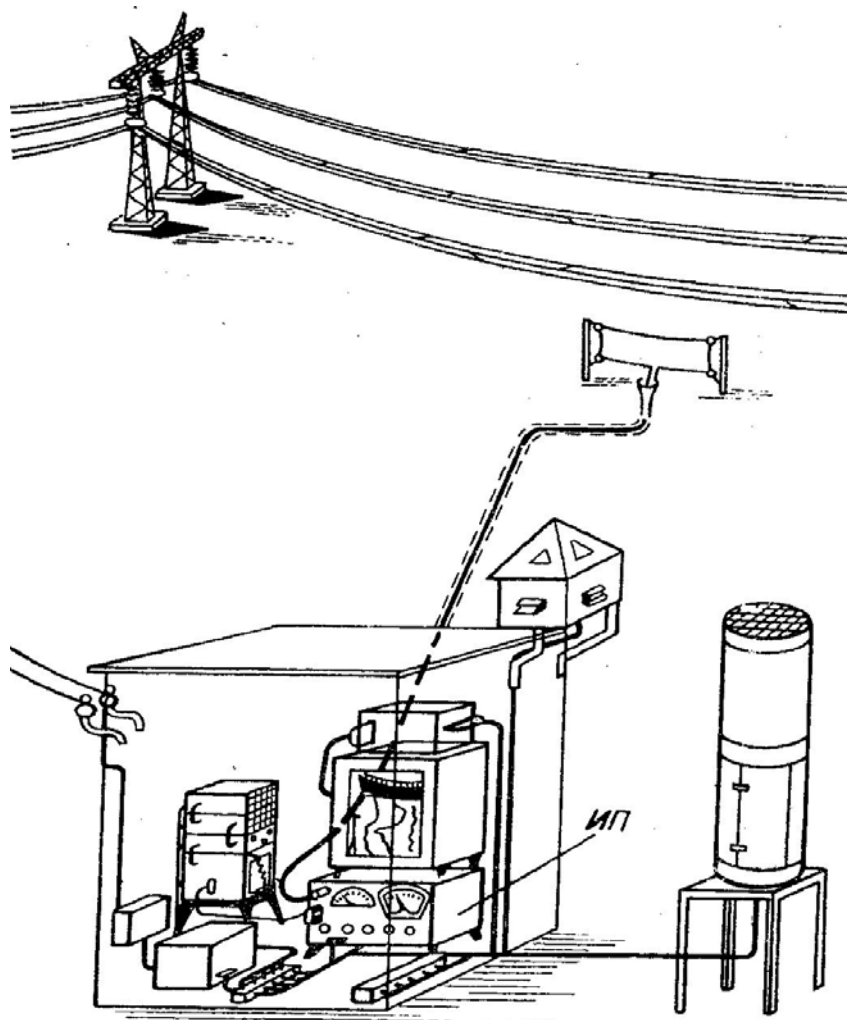


Рис. 2. Измерение поля радиопомех от гирлянды изоляторов, сигнал от которой на антенну передается к измерителю кабелем, в полевых условиях:

ИП – измеритель помех

Для возможности правильной интерпретации результатов измерений место установки измерителей и регистрации уровней радиопомех должно удовлетворять следующим требованиям: 1) оно должно быть удалено не менее чем на 10 км от концевых подстанций, иначе результаты измерений могут быть завышены из-за радиопомех, распространяющихся по линии от коронирующего подстанционного оборудования; 2) измеритель должен устанавливаться на прямолинейном участке, вдали от мест резкого поворота линии и от транспозиционных опор, чтобы влияние этих неоднородностей не сказалось на измерениях; 3) антенное устройство должно быть установлено вблизи середины пролета с тем, чтобы оно воспринимало среднюю величину уровня помех без пиков и впадин в картине поля, которые имеют место вдоль линии электропередачи на частотах, близких к 0,5–1,6 МГц.

Частота, на которой производится регистрация радиопомех, должна быть свободна от сигналов радиостанций как можно большую часть времени.

При измерениях значительная часть времени регистрации порой занимается посторонними записями сигналов радиостанций, эффективно отстроиться от которых при невысоких уровнях радиопомех от линии часто не представляется возможным.

Поэтому с целью увеличения длительности непрерывной записи, особенно на линиях с невысокими значениями градиента, около 24–26 кВт/см, должна применяться следующая методика: антенное устройство устанавливается вблизи середины пролета, под крайней фазой; сигнал от антенны по коаксиальному кабелю передается к регистрирующей аппаратуре, расположенной в специальном помещении (см. рис. 2) [3].

Определение уровня радиопомех на любом другом расстоянии от линии может быть произведено путем пересчета уровня радиопомех, измеренного под крайней фазой, с помощью найденных экспериментально коэффициентов пересчета, тщательно проверенных в различных погодных условиях, также с использованием технологий компьютерного моделирования с использованием программ SEMCAD v1.8 или аналогичных.

Автором проведен анализ информации по выявлению влияния высоковольтных ЛЭП и иных источников на работу электронных приборов, работающих в радиодиапазоне. Исследования помех в радиодиапазоне, создаваемых высоковольтными ЛЭП, проводились в ряде стран, и на основании полученной информации был составлен график (рис. 3).

На основании того, что частотный диапазон GPS-приемника составляет 850/1 900 МГц, и данных приведенного выше графика следует, что пик напряженности приходится на 100 Гц, при частоте электромагнитного поля порядка 70 Гц у высоковольтных ЛЭП, а номинальное напряжение может достигать до 750 кВ и выше. Следовательно, можно сделать вывод о возможности влияния электромагнитных полей [4].

Видимо, самым простым способом исключения влияния помех на измерительные приборы является тот, который позволит избежать проведения измере-

ний в районе воздействия электромагнитных полей. Однако, в таком случае необходим прибор для измерения напряженности поля и выявления его пороговой величины.

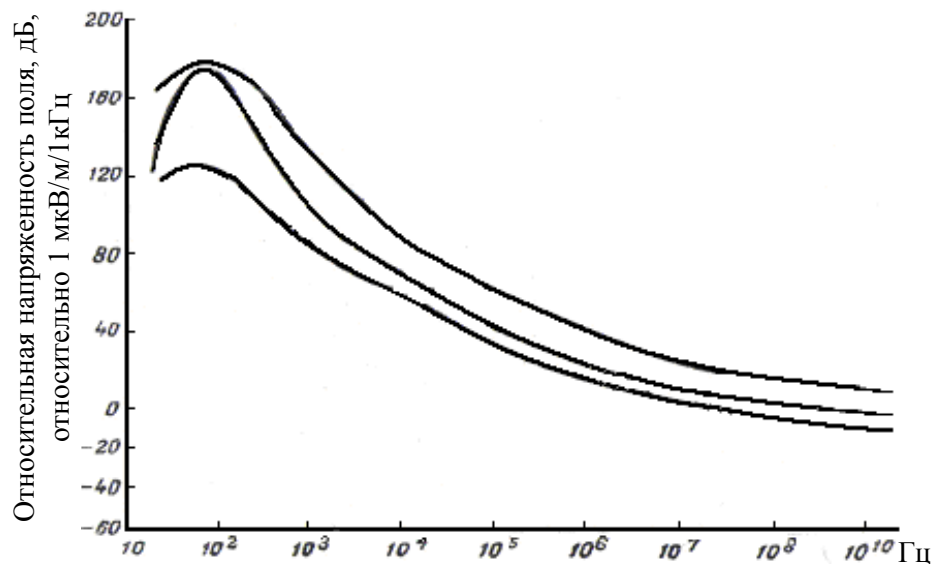


Рис. 3. Результаты усредненного сравнения уровней радиопомех от линий электропередачи. По оси ординат – напряженности поля по отношению к 1 кГц полосы пропускания измерителя  $\Delta f$

Подобный измерительный комплекс, тем не менее, не сможет решить все проблемы проведения измерений в сложных условиях. Очевидной становится необходимость разработки способов защиты геодезических приборов.

На данный момент представляется, что наиболее перспективными направлениями в этой области являются следующие: применение фильтров для подавления «белого шума» в радиодиапазоне; использование экранов для снижения воздействия электромагнитных полей на элементную базу приборов.

Очевидно, что применяемые на данный момент методики измерения электромагнитных полей не могут считаться достаточно эффективными.

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Учет влияния электромагнитных полей на результаты геодезических измерений современных приборов еще не изучен.
2. Игнорирование влияния электромагнитных полей может привести к значительному искажению результатов измерений.

Актуальность данному направлению придают существующие в настоящий момент проблемы, связанные с применением высокопроизводительных методов измерений в сложных условиях, в сравнении с традиционными методами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 22012–82. Радиопомехи промышленные от линий электропередачи и электрических подстанций. Нормы и методы измерений [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 7 с.
2. Геометр-Центр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geometer-center.ru/default.aspx?page=88>.
3. Цицикян, Г.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Текст] / Г.Н. Цицикян. – СПб., 2006.
4. Журавлев, Э.Н. Радиопомехи от коронирующих линий электропередачи [Текст] / Э.Н. Журавлев. – М: Энергия, 1971. – 4 с.

*Получено 15.11.2010*

*© С.С. Овчинников, 2010*

*С.С. Овчинников – аспирант.  
Тел.: 8-961-872-49-66.*



## АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ И ФОТОГРАММЕТРИЯ



УДК 528:8

*Т.А. Широкова, А.В. Антипов*

СГГА, Новосибирск

### **МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ОРТОФОТОПЛАНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДАННЫХ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**

В статье представлена методика создания ортофотопланов с применением данных воздушного лазерного сканирования в программном продукте MicroStation TerraSolid.

ортофотоплан, воздушное лазерное сканирование, методика, оценка точности.

*T.A. Shirokova, A.V. Antipov*

SSGA, Novosibirsk

### **METHODIC OF ORTHOPHOTOPLANS' CREATION BY MEANS OF LIDAR DATA**

In the article orthomosaic creation method by means of lidar data in MicroStation TerraSolid software is shown.

orthomosaic, lidar scanning, methodic, accuracy assessment.

Современные тенденции в геодезии, цифровой фотограмметрии и картографии связаны с повышением требований к точности, достоверности, полноте содержания и полезности геодезической информации, картографической продукции и топографических материалов.

Важное научно-техническое значение приобретают прогрессивные технические средства и технологии, используемые для создания топографо-геодезической и картографической продукции, к которым относятся и лазерно-локационные (ЛЛ) системы, обладающие рядом преимуществ в получении метрической информации о земной поверхности перед другими методами: высокая производительность на этапах сбора и обработки данных, максимальное сокращение наземных геодезических работ по планово-высотному обоснованию, возможность получения информации о земле даже под кронами деревьев и др. [1].

При ортотрансформировании снимков исключаются смещения точек за влияние рельефа и углов наклона, для учета которого необходимо иметь метри-

ческую информацию о поверхности земли, представленную цифровой моделью рельефа (ЦМР).

С помощью программных продуктов для обработки данных воздушного лазерного сканирования (ВЛС) предоставляется возможность автоматически выделять классы объектов, строить цифровые модели рельефа и зданий, выполнять ортотрансформирование аэрофотоснимков и решать другие задачи.

Поскольку в настоящее время не существует общепринятых методик создания цифровых ортофотопланов по данным ВЛС в том или ином программном продукте (ПП), то исследования, посвященные разработке методики ортотрансформирования аэрофотоснимков по данным лидарной съемки в программном продукте MicroStation TerraSolid, являются актуальными.

В процессе выполнения исследований была разработана методика ортотрансформирования снимков с применением данных ВЛС в ПП TerraSolid, представленная на рис. 1.



Рис. 1. Методика ортотрансформирования снимков по данным воздушного лазерного сканирования в ПП TerraSolid

В качестве исходных данных для экспериментальных исследований работоспособности методики использовались материалы аэрофотосъемки (75 снимков) и лидарной съемки (36 962 653 точек лазерных отражений) г. Ниагара-Фолс (общая площадь 12 кв. км); траектория полета носителя; параметры цифровой камеры; координаты контрольных точек. Территория съемки представляет собой открытую местность, перепад высот колеблется от 60 до 180 м.

На первом этапе была выполнена предварительная обработка лидарных данных, в результате чего создана рабочая среда, в которой производилась обработка всего набора данных; весь массив точек лазерных отражений (ТЛО) был разделен на 12 равных блоков площадью 1 км<sup>2</sup> для удобства и сокращения времени дальнейшей обработки данных; создан рабочий проект; выполнен импорт ТЛО в проект; траектория полета носителя соотнесена с отдельными маршрутами. В итоге предварительной обработки данных ВЛС была получена единая точечная модель, разбитая на блоки.

Для ортотрансформирования снимков с применением данных ВЛС в ПП MicroStation TerraSolid все точки лазерных отражений были разделены на два класса: принадлежащие земле и ей не принадлежащие. В данном программном продукте для выделения точек класса «Земля» реализован метод молдинга [1, 2]. С целью установления оптимальных параметров для отнесения ТЛО к классу «Земля» для различных типов территорий съемки выполнены экспериментальные исследования, в результате которых выявлены следующие параметры классификации точек лазерных отражений для данного характера местности [2]: максимальный размер стороны здания – 250 м (был измерен на аэрофотоснимках); предельный угол наклона рельефа относительно горизонтальной плоскости – 88° (для исключения точек лазерных отражений, принадлежащих стенам зданий); дистанция приближений (максимально возможное превышение анализируемой точки над плоскостью рассматриваемого треугольника) – 0,5 м; угол приближения (максимальный угол между прямой, соединяющей точку-кандидата с ближайшей вершиной треугольника, и ее проекцией на плоскость треугольника) – 19°.

Для автоматической классификации ТЛО были написаны специальные макрокоманды, которые использовались для всех обрабатываемых блоков.

После проведения автоматической классификации точек лазерных отражений было выявлено, что к классу «Земля» отнесено 29,5 % всех ТЛО.

В ходе исследований выполнена оценка качества автоматической классификации ТЛО, принадлежащих земной поверхности, в ПП TerraSolid. Для этого использовалась формула:

$$k = \frac{E}{A} \times 100 \% , \quad (1)$$

где  $E$  – число правильно классифицированных ТЛО в автоматическом режиме;  
 $A$  – общее количество ТЛО, относящихся к классу «Земля».

В результате выявлено, что достоверность автоматического отнесения точек лазерных отражений к классу «Земля» составила 88,8 %.

На следующем этапе в соответствии с разработанной методикой (см. рис. 1) производилось предварительное построение ЦМР по ТЛЮ класса «Земля» в автоматическом режиме, ее отображение и создание ортофотоплана. Для его построения были заданы следующие параметры: имя файла; размер пикселя, равный 20 см; формат выходных данных – ECW compressed.

Полученная редактируемая ЦМР и ортофотоплан были использованы для проведения качественной и наглядной классификации ТЛЮ в интерактивном режиме.

Интерактивная классификация точек лазерных отражений позволила исключить ТЛЮ, «ошибочно» отнесенные к тому или другому классу (рис. 2).



Массив точек после автоматической классификации → ТЛЮ после интерактивной классификации

Рис. 2. Пример интерактивного выделения ТЛЮ, принадлежащих водной поверхности, из класса «Земля»

Далее в автоматическом режиме были созданы линии «порезов» снимков и произведено их редактирование в интерактивном режиме (рис. 3). Для этого заданы номера интересующих снимков, указаны линии «порезов», подлежащие редактированию, и с помощью выбранных инструментов изменено их положение таким образом, чтобы эти линии не пересекали высотные объекты и объекты, служащие ориентирами.

Поскольку соседние снимки имели различное значение яркости пикселей, в области перекрытия была



Рис. 3. Пример отредактированных линий «порезов» изображений

проведена яркостная коррекция изображений. Для этого рядом с линиями «пореза» было указано несколько точек («цветовых» узлов) в областях, имеющих наибольшую разницу яркостей. Затем с помощью специальной команды «цветовые» узлы автоматически размещены по всему предварительно созданному фотоплану. «Цветовые» узлы и линии «порезов» были сохранены в файл для дальнейшего их использования.

Для окончательного ортотрансформирования снимков была выполнена специальная команда из основной панели «TerraPhoto» в соответствии с установленными параметрами: имя файла; тип проекции – UTM; система координат – WGS-84; размер пикселя выходного изображения – 20 см, равный размеру пикселя исходного изображения; формат выходных данных – GeoTIFF, позволяющий использовать созданный ортофотоплан в других ПП; директория, в которой хранится файл, содержащий положение линий «порезов» и коэффициенты яркостного преобразования изображений.

В результате данной операции была построена окончательная ЦМР и создан ортофотоплан, фрагмент которого представлен на рис. 4.

На последнем этапе произведена оценка точности созданного цифрового



Рис. 4. Фрагмент ортофотоплана на территорию г. Ниагара-Фолс

ортофотоплана по расхождениям координат 21 контрольной точки и по линиям «порезов» изображений.

При проведении оценки точности ортофотоплана по контрольным точкам измерение координат на фотоплане не составляло труда, так как эти точки располагались на линиях разметки дорог и стоянок с асфальтированным покрытием и надежно распознавались на снимках.

Максимальное расхождение планового положения  $\Delta L_{max}$  контрольных точек составило 0,59 м, СКО расхождений планового положения  $m_{\Delta L}$  контрольных точек – 0,40 м, а максимальное несовмещение контуров по линиям «порезов» – 0,54 м.

Контроль качества созданного ортофотоплана выполнен на основе допусков, взятых из инструкции по фотограмметрическим работам при создании карт и планов [3], на основании которой предельные расхождения планового положения контрольных точек  $\Delta L_{дон}$  не должны превышать 0,5 м для создания плана масштаба 1 : 500 и 1,0 м для плана масштаба 1 : 1 000. Допустимая СКО расхождений планового положения контрольных точек  $m_{\Delta L_{дон}}$  для создания плана масштаба 1 : 500 составляет 0,31 м, а



для плана масштаба 1 : 1 000 – 0,63 м. Несовмещение контуров по линиям соединения фрагментов соседних трансформированных снимков не должно превышать 0,35 м для создания плана масштаба 1 : 500 и 0,7 м для плана масштаба 1 : 1 000.

Исходя из результатов оценки точности и контроля качества созданного цифрового ортофотоплана следует, что он соответствует плану масштаба 1 : 1 000.

При проведении экспериментальных работ также был построен цифровой ортофотоплан с применением ЦМР, созданной по ТЛО, плотность расположения которых задана в два раза ниже исходной, и произведена его оценка точности. В этом случае максимальное расхождение планового положения  $\Delta L_{max}$  контрольных точек получилось равным 0,79 м, а СКО расхождений планового положения  $m_{\Delta L}$  контрольных точек – 0,57 м. Максимальное несовмещение контуров по линиям «пореза» составило 0,66 м. Из сравнения полученных величин с допусками из инструкции [3] был сделан вывод: вычисленные СКО  $m_{\Delta L}$  и максимальные  $\Delta L_{max}$  удовлетворяют требованиям создания ортофотоплана масштаба 1 : 1 000.

В процессе исследований разработанной методики (см. рис. 1) для ортотрансформирования аэрофотоснимков с применением данных ВЛС была построена ЦМР на основе точек лазерных отражений, принадлежащих классу «Низкая растительность» (трава высотой не более 0,2 м над землей). Количество ТЛО этого класса составило 32,9 % от общего числа лазерных точек, т. е. примерно равно числу ТЛО класса «Земля».

Построение ЦМР, создание ортофотоплана и его оценка точности производились аналогично, как и при использовании ТЛО класса «Земля». Максимальное расхождение планового положения  $\Delta L_{max}$  контрольных точек составило 0,61 м, СКО расхождений планового положения  $m_{\Delta L}$  контрольных точек – 0,41 м, максимальное несовмещение контуров по линиям «пореза» – 0,63 м. Полученные СКО  $m_{\Delta L}$  и максимальные  $\Delta L_{max}$  не превышают допустимых ошибок [3] при создании цифрового ортофотоплана масштаба 1 : 1 000.

В силу того, что высота низкой растительности не превосходила 20 см относительно поверхности земли, точность цифрового ортофотоплана, созданного на основе ЦМР, построенной по точкам класса «Низкая растительность», практически не отличается от точности ортофотоплана, когда ЦМР строилась по ТЛО, принадлежащим классу «Земля». Полученные результаты подтверждаются величиной изменения смещения точек на ортофотоплане из-за влияния высоты низкой растительности ( $h_{расм} = 20$  см), вычисленной по формуле [3]:

$$\Delta \delta r_h = \frac{h_{расм} \times tg \varphi}{M_k}, \quad (2)$$

где  $M_k$  – знаменатель масштаба создаваемого ортофотоплана (1 000);

$\varphi$  – угол сканирования ( $45^\circ$ ).

Так как  $\Delta \delta r_h$  не превышает 0,2 мм и составляет 0,3 % от смещения точек за рельеф, то данной величиной можно пренебречь. Следовательно, из проведен-

ного эксперимента можно сделать важный практический вывод: при цифровом ортотрансформировании снимков с использованием данных воздушного лазерного сканирования ЦМР можно строить по ТЛЮ классов «Земля» и «Низкая растительность».

В процессе выполнения исследовательских работ было создано три цифровых ортофотоплана: по всем лазерным точкам, принадлежащим классу «Земля», по ТЛЮ класса «Земля», разреженным в два раза, и по ТЛЮ, относящимся к классу «Низкая растительность». Сравнительный анализ представленных в таблице результатов оценки точности ортофотопланов показал, что цифровой ортофотоплан, построенный по всем ТЛЮ, принадлежащим классу «Земля», является самым точным.

Таблица

Точность создания ортофотопланов

ТЛЮ для построения ЦМР	Параметры точности ортофотопланов		
	по контрольным точкам		по линиям «порезов»
	$\Delta L_{max}$ , м	$m_{\Delta L}$ , м	$\Delta L_{max}$ , м
Все ТЛЮ класса «Земля»	0,59	0,40	0,54
ТЛЮ класса «Земля», разреженные в два раза	0,79	0,57	0,66
ТЛЮ класса «Низкая растительность»	0,61	0,41	0,63

Точность всех цифровых ортофотопланов удовлетворяет допускам инструкции по фотограмметрическим работам при создании планов масштаба 1 : 1 000. Следовательно, каждый из них может использоваться как самостоятельный вид топографической продукции либо как основа для сбора цифровой векторной информации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилин, И.М. Лазерная локация земли и леса: учеб. пособие / И.М. Данилин, Е.М. Медведев, С.Р. Мельников. – Красноярск: Институт леса им. Сукачева СО РАН, 2005. – 182 с.
2. Antipov, A. Ground point classification using molding filter in TERRASOLID / A. Antipov, O. Martemyanova // International summer Student Seminar, 21–25 September Novosibirsk 2010, Russia. – PP. 18–22.
3. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 100 с.

Получено 22.11.2010

© Т.А. Широкова, А.В. Антипов, 2010

Т.А. Широкова – канд. техн. наук, профессор кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования.

А.В. Антипов – аспирант.

Тел.: 344-39-75.

УДК 528.7

*Т.А. Широкова, А.Ю. Чермошентцев*

СГГА, Новосибирск

*А.Т. Бармитова*

ООО «Дубль-ГИС», Новосибирск

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ВИЗИРОВАНИЯ НА ТОЧКИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ВЫСОКОГО И СРЕДНЕГО РАЗРЕШЕНИЯ**

На точность обработки космических снимков в значительной степени влияют ошибки измерения координат точек на цифровых изображениях. В статье приведены результаты исследования точности визирования на точки космических снимков высокого и среднего разрешения при выполнении пространственной привязки.

космические снимки, геометрическая привязка изображений, визирование, оценка точности.

*T.A. Shirokova, A.Yu. Chermoshentsev*

SSGA, Novosibirsk

*A.T. Barmitova*

«Double-GIS», Novosibirsk

## **INVESTIGATION OF SIGHTING ACCURACY OF MEDIUM AND HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGES**

Accuracy of satellite images processing substantially depends on the accuracy of points' measurement in digital image. The results of investigations of sighting accuracy using satellite images of medium and high resolution during georeferencing are given.

satellite images, geometrical referencing of images, sighting, accuracy assessment.

Для практического применения изображений, получаемых космическими съемочными системами, важным показателем является точность геометрической привязки снимков, т. е. точность определения по ним геодезических координат (широты и долготы) объектов местности. Наиболее точной пространственной привязки снимков можно добиться только с привлечением опорной координатной информации в виде векторных электронных карт, координат звезд, наземных ориентиров [1].

Привязка по координатам опорных точек, основанная на использовании как имеющихся цифровых карт, наземных ориентиров, так и трансформированных космических снимков более высокого разрешения, связана с необходимостью распознавания точек на космическом снимке. Точность привязки космических снимков зависит от ошибок определения геодезических координат опорных точек  $m_{XY}$  и визирования  $m_g$ , влияние которых можно представить в следующем виде [2]:

$$m^2 = m_{XY}^2 + m_g^2. \quad (1)$$



Величина ошибки  $m_{xy}$  обусловлена погрешностями используемого метода планово-высотной подготовки снимков (с помощью геодезических спутниковых наблюдений, по топографическим картам и планам крупных масштабов, по трансформированным космическим снимкам более высокого разрешения и пр.).

На ошибку визирования  $m_v$  влияют такие факторы, как пространственное разрешение космического снимка, тип наблюдаемого контура и опыт наблюдателя.

Точность привязки космических снимков с использованием трансформированных снимков более высокого разрешения в значительной степени зависит от ошибок визирования на идентичные точки этих снимков, которые принимаются в качестве опорных. В связи с этим актуальной является задача практической оценки точности визирования на точки космических снимков высокого и среднего разрешения, для выполнения которой было проведено следующее исследование.

На космических снимках ALOS (разрешение 2,5 м), SPOT (разрешение 10 м) и LANDSAT (разрешение 15 м), полученных в панхроматическом режиме съемки, выполнялись наблюдения одних и тех же точек. Точки относились к трем различным типам контуров (по 10 точек в каждой группе, расположенных равномерно в пределах снимков):

- четкие контурные точки береговой линии;
- характерные точки на изгибах контуров леса;
- точки дорожной сети (пересечения дорог и лесных просек).

Фрагменты космических снимков, полученных различными съемочными системами, с изображением опорных точек разного типа приведены на рис. 1.

Визирование на точки выбранных объектов на снимках производилось в программном продукте (ПП) PHOTOMOD 4.4 Lite в 10 приемов с интервалом в 2 дня, что позволило сформировать 30 рядов измерений. Каждый прием включал последовательное наведение на все запроектированные точки снимков разного пространственного разрешения. Следовательно, между соседними измерениями координат одной и той же точки на изображении проходило достаточно времени, чтобы считать наблюдения независимыми.

По результатам наблюдений получены оценки ошибок визирования на точки трех типов объектов местности с преобладанием контуров природного происхождения.

Обработка результатов визирования на точки снимков выполнена с использованием ПП Microsoft Excel следующим образом.

Сначала результаты измерений были сгруппированы по типам объектов. Таким образом, для каждого из трех видов объектов составлена группа измеренных координат  $x_i, y_i$  с количеством данных  $N = 10 \times n$ , где  $n$  – количество запроектированных точек одного типа. Дальнейшие расчеты выполнены независимо для каждой группы контурных точек отдельно для снимков ALOS, SPOT и LANDSAT.

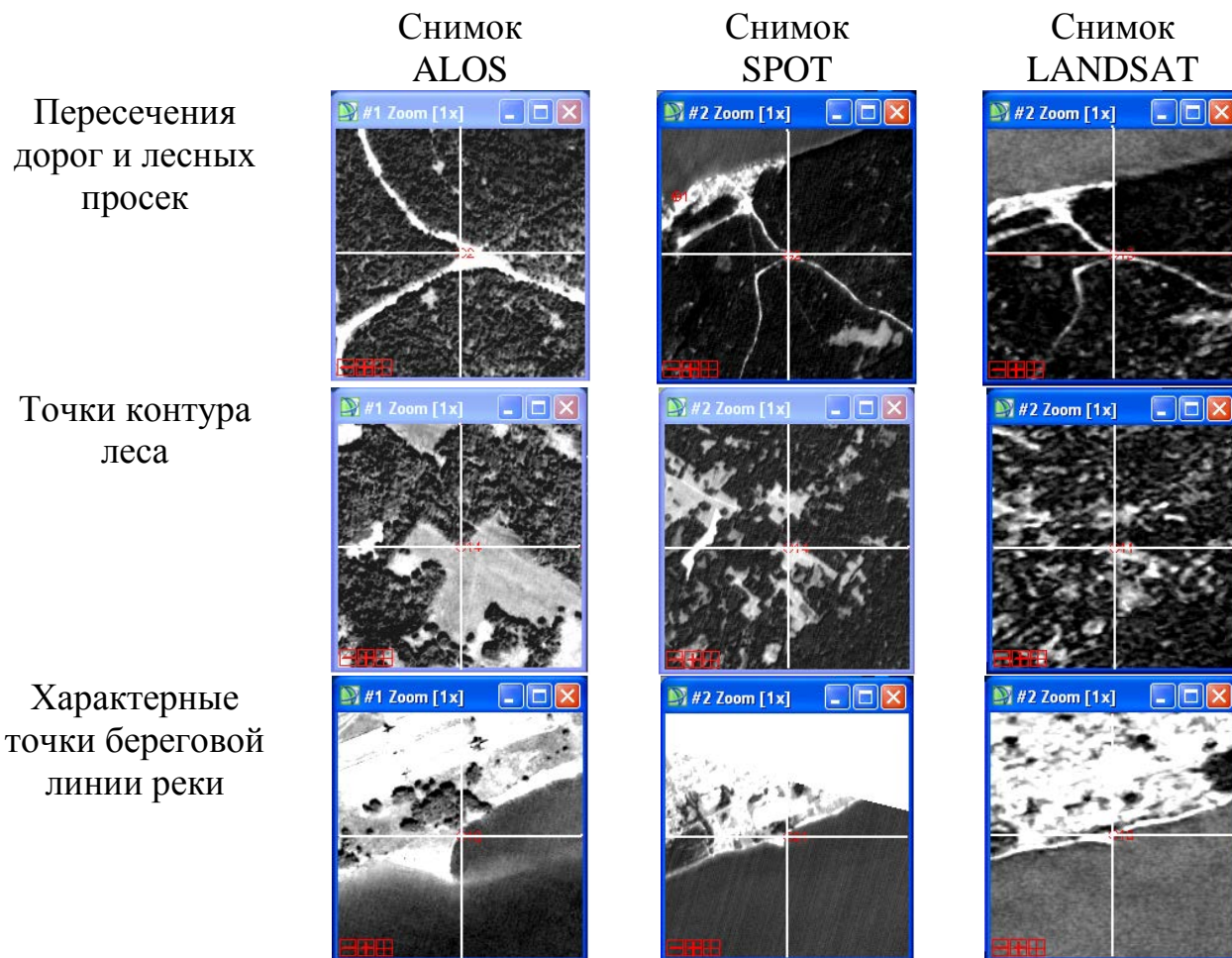


Рис. 1. Характерные точки на космических снимках ALOS, SPOT и LANDSAT

По всем приемам вычислены средние значения координат  $(\bar{x}, \bar{y})$  каждой точки и отклонения измеренных координат от средних значений  $v_x, v_y$ .

Затем вычислены средние квадратические ошибки (СКО) визирования на точки каждой группы контуров [3]:

$$\left. \begin{aligned} m_{e_x} &= \sqrt{\frac{\sum_1^{n-k} (v_x)^2}{n(k-1)}} \\ m_{e_y} &= \sqrt{\frac{\sum_1^{n-k} (v_y)^2}{n(k-1)}} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где  $k$  – количество наблюдений каждой точки, равное 10;  
 $n$  – количество контуров одного типа, равное 10.

Отклонения координат  $V_x$  и  $V_y$  от средних значений для установления ошибки визирования на точки космического снимка ALOS приведены на рис. 2.

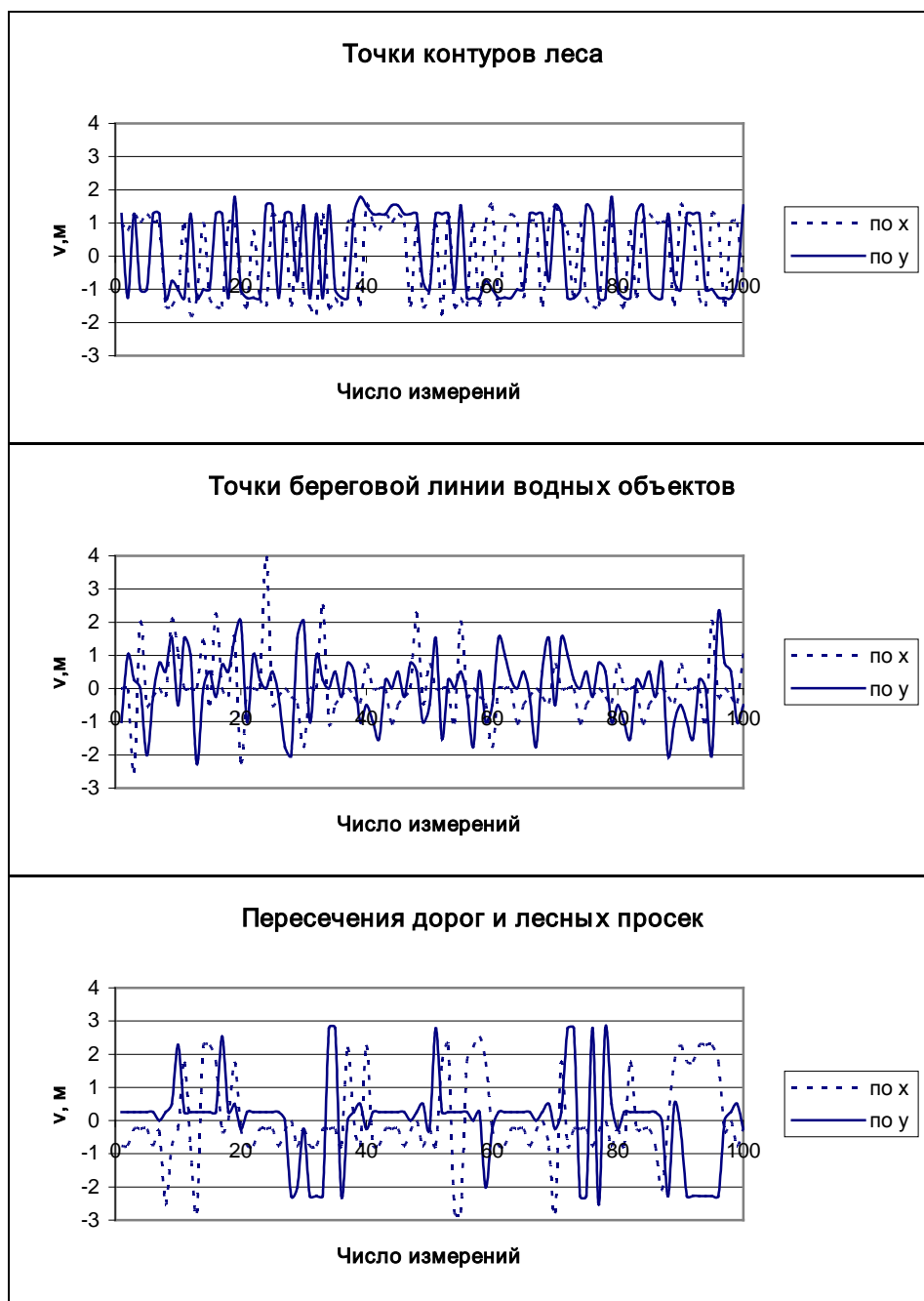


Рис. 2. Значения  $V_x$  и  $V_y$  по результатам измерения координат точек космического снимка ALOS

Как видно из рис. 2, при визировании на точки контуров леса на снимке ALOS максимальные отклонения координат  $x_i$ ,  $y_i$  от средних значений не превышают 0,7 пикселя. При наблюдении характерных точек водных объектов

максимальные ошибки достигают 1,6 пикселя, а пересечений дорог и лесных просек – 1,1 пикселя. Число отклонений, превышающих 1 пиксель, для трех типов контуров равняется 0, 1,5 и 7,5 %. Однако при визировании на точки контуров леса 75 % отклонений превышают 0,5 пикселя, в то время как для водных объектов и пересечений дорог этот показатель составляет 18 и 27 % соответственно.

Средние квадратические ошибки визирования на точки космических снимков высокого и среднего разрешения приведены в таблице.

Таблица

Результаты оценки ошибок визирования на точки космических снимков

Тип контура	Средняя квадратическая ошибка визирования								
	Снимок ALOS			Снимок SPOT			Снимок LANDSAT		
	$m_{e_x}$ , М	$m_{e_y}$ , М	$m_{e_L}$ , М	$m_{e_x}$ , М	$m_{e_y}$ , М	$m_{e_L}$ , М	$m_{e_x}$ , М	$m_{e_y}$ , М	$m_{e_L}$ , М
Точки береговой линии водных объектов	1,00	1,06	1,46	4,06	4,27	5,89	4,18	5,85	7,19
Точки контуров леса	1,31	1,31	1,85	5,20	5,19	7,35	3,88	5,61	6,82
Пересечения дорог и лесных просек	1,32	1,33	1,87	4,82	4,85	6,84	4,30	6,21	7,55

Из анализа таблицы видно, что СКО визирования на точки космических снимков ALOS, SPOT и LANDSAT не превышают половины размера пикселя. Следовательно, в качестве опорных точек для привязки космических снимков высокого разрешения ALOS и среднего разрешения SPOT и LANDSAT могут использоваться точки естественных контуров: четкие контурные точки береговой линии водных объектов, характерные изгибы контуров леса, пересечения дорог и лесных просек, надежно распознаваемые на изображении. Для обработки снимков ALOS и SPOT предпочтение следует отдавать контурным точкам береговой линии водных объектов, а для привязки снимков LANDSAT – точкам контуров леса. Для привязки космических снимков с использованием трансформированных снимков более высокого разрешения и имеющих цифровые карты необходимо выбирать объекты, наиболее устойчивые к сезонным изменениям.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Злобин, В.К. Обработка аэрокосмических изображений / В.К. Злобин, В.В. Еремеев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 304 с.
2. Кобзева, Е.А. Разработка и исследование технологии мониторинга городских территорий по материалам космических съемок сверхвысокого разрешения: диссер. на соиск.

учен. степ. канд. техн. наук по спец. 25.00.34 – «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия» / Кобзева Елена Александровна. – Новосибирск, 2008. – 153 с.

3. Евстратова, Л.Г. Разработка технологий создания цифровых карт по аэрокосмическим снимкам на основе свободно ориентированных моделей [Текст]: диссер. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук по спец. 25.00.34 – «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия» / Евстратова Лариса Геннадьевна. – Новосибирск, 2005. – 173 с.

*Получено 14.12.2010*

© *Т.А. Широкова, А.Ю. Чермошенцев, А.Т. Бармитова, 2010*

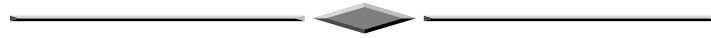
*Т.А. Широкова – канд. техн. наук, профессор кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования.*

*А.Ю. Чермошенцев – аспирант.*

*А.Т. Бармитова – инженер-картограф.*

*Тел.: 344-39-75.*

## **ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ**



УДК 504:551.5

*В.Б. Жарников, А.В. Ван*

СГГА, Новосибирск

### **ПРИРОДНЫЙ И АНТРОПОГЕННЫЙ ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ЗЕМЛИ**

Рассматривается роль человеческой деятельности в глобальном потеплении климата Земли. Делается вывод, что периодическое чередование погодных условий обусловлено естественными закономерностями – космическими и земными, в сравнении с которыми влияние техногенеза несоизмеримо мало и проявляется только в кратковременном локальном масштабе. Это подтверждается сравнительным анализом природного и антропогенного теплового баланса Земли.

климат, тепловой баланс Земли, факторы потепления, парниковый эффект, антропогенное влияние.

*V.B. Zharnikov, A.V. Van*

SSGA, Novosibirsk

### **NATURAL AND ANTHROPOGENIC THERMAL BALANCE OF THE EARTH**

The role of human activities in global climate warming is described. There is a conclusion that the periodical weather condition alternations are caused by natural regularities cosmic and terrestrial in comparison with which the technogenesis effect is enormously small and appears only in short-term local scale. This is confirmed by the comparative analysis of natural and anthropogenic thermal balance of the Earth.

climate, thermal balance of the Earth, global warming factors, glasshouse effect, anthropogenic influence.

В истории развития Земли климатические условия на ее поверхности не оставались постоянными. Они периодически изменялись, отражая общие закономерности развития природы. Генетическими факторами этого явления выступают естественные колебания природных процессов под воздействием космических и земных сил, усложненных в последнее время антропогенной деятельностью.

Глобальное потепление климата на Земле за последние сто лет сопровождается значительными пертурбациями на ее поверхности вплоть до катастрофических нарушений окружающей среды в форме резкого перепада темпера-

тур, нарушений сезонных циклов, разрушительных ураганов, разливов рек и др. С потеплением связано ускоренное таяние ледников, приводящих к повышению уровня океанов и со временем постепенному подтоплению низких прибрежных участков материков. Так, например, увеличение средних температур приземного слоя воздуха в 1930 г. на 0,4 °С сопровождалось сокращением площади льдов в Арктике на 10 %, сильными засухами во многих странах, сдвинулись границы ландшафтных зон на 200 км к северу. Керны льда, добытые из скважин на станциях «Восток» и «Мирный» в Антарктиде, показали, что содержание углекислого газа в атмосфере растет и вызывает потепление и увеличение температурной контрастности погоды [6].

Международные научные конференции разных уровней показывают всю важность и сложность этой проблемы, решение которой представляется весьма актуальным и неотложным в связи с возрастанием воздействия техногенеза до планетарного масштаба. С целью организации совместной международной деятельности по предотвращению изменения климата в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на конференции ООН по окружающей среде и развитию была принята конвенция ООН по изменению климата. Во исполнение этого соглашения на третьей сессии конференции участников конвенции в Японии, в 1997 г. был принят Киотский протокол, в котором определены принципы международной и каждой отдельной страны политики в решении проблем, связанных с потеплением климата. В нем предусматривается снижение антропогенных выбросов парниковых газов индустриально-развитыми странами и установление для них рамочных ограничений на эти выбросы. Намечено сократить поступление их в атмосферу в период 2008–2012 гг. на 20 % [7]. Таким образом создан механизм регулирования глобальных экологических проблем на международном уровне.

В декабре 2009 г. в Копенгагене (Дания) состоялась 15-я конференция ООН по проблеме изменения климата, которая подтвердила важное практическое значение решения вопросов, связанных с глобальным потеплением, могущим быть фактором возникновения потенциальных экологических и даже социально-экономических опасностей для всего мира. Выделены главные угрозы нашей планете: подъем уровня моря за счет таяния ледников и подтопление прибрежных стран; массовое переселение и конфликты из-за ресурсов, обусловленные климатическими катастрофами – засухами, наводнениями, неурожаями, которые принуждают огромное число людей покидать родные места; экстремальная погода, как следствие природных катаклизмов – сильные ливни, жара, штормы, разрушительные ураганы. По данным МВФ, если до 2050 г. произойдет подъем уровня моря на 0,5 м, то потребуется 28 триллионов долларов на защиту прибрежной полосы от затопления; потепление средней температуры на планете на 3,5 °С приведет к вымиранию 30–70 % известных видов живой природы; сокращение ледников приведет в некоторых регионах к нехватке питьевой воды; процесс потепления активизирует гигантские выбросы газов, вызывающих парниковый эффект в районах вечной мерзлоты, которые ускорят изменение климата.

В основу протокола положено, что основным фактором, влияющим на потепление климата, которое продолжается на Земле последние сто лет, являются промышленные выбросы газов, создающие парниковый эффект и способствующие повышению температуры атмосферы. Главный компонент в составе газообразных отходов промышленного и сельскохозяйственного производства представлен диоксидом углерода –  $\text{CO}_2$ , количество которого за последние сто лет увеличилось на 10–15 %. Только за счет сжигания топлива в атмосферу поступило 400 млрд. тонн углекислого газа. С вычетом  $\text{CO}_2$ , поглощенного растениями, ежегодный прирост его концентрации в атмосфере составляет 14 млрд. тонн, что создает тепловой экран над поверхностью Земли [6]. Чем выше содержание  $\text{CO}_2$ , тем меньше тепла рассеивает Земля.

Между тем, накопившиеся к настоящему времени научные данные не имеют однозначной интерпретации и не доказывают определяющую роль человеческой деятельности на глобальное изменение климата.

В течение последних 100 лет, несмотря на устойчивое нарастание поступления промышленного углекислого газа в атмосферу, температурный режим на Земле не был постоянным. В то же время, происходило периодическое потепление климата, за которым следовало похолодание, которые чередовались через определенные временные ритмы разных порядков, что свидетельствовало об участии в формировании климата более мощных природных сил, значительно превосходящих антропогенное влияние и проявляющихся по другим естественным закономерностям. С другой стороны, в последние годы установлено, что примерно 40 % антропогенного углекислого газа поглощается океанами, его становится больше в морской воде, отчего она из слабощелочной превращается в слабокислую [1]. В результате получается, что суммарное количество антропогенного  $\text{CO}_2$ , поглощенного растениями и водами морей, значительно превышает его расчетное содержание в атмосфере, что свидетельствует об существовании более мощных природных источников этого избыточного углекислого газа.

При ООН существует Межправительственная комиссия по вопросам изменения климата (IPCC), которая собирает сведения о климатических моделях и климатических воздействиях. Модели показывают, что жаркая погода, преобладающая на Земле каждые 20 лет, станет более частым явлением: жаркое лето будет случаться каждые три года [7]. Холодные периоды сократятся настолько, насколько увеличатся жаркие.

Исходя из имеющихся фактов, международным сообществом были приняты такие практические рекомендации:

- необходимо значительное повышение научного уровня исследований всех проблем, связанных с глобальным потеплением, особенно проблем солнечной активности и роста количества парниковых газов;
- желательно обосновать наиболее безопасные и экономически доступные пути приспособления хозяйственной деятельности к глобальному потеплению;



- в силу отсутствия понимания причин изменения климата Земли нецелесообразно разрабатывать и принимать в настоящее время какие-либо глобальные проекты воздействия на климат;

- в настоящее время нет достаточного обоснования для изменения существующих тенденций развития глобальной энергетики.

Исходя из имеющихся фактов и не умаляя значения антропогенной деятельности, можно констатировать, что чередующееся изменение климата во времени обусловлено, прежде всего, природными процессами существования и развития самой Земли, отражающими космические закономерности, которые проявляются чаще всего опосредованно через скрытые физические явления. Поэтому погодные проблемы на Земле следует рассматривать как комплексную задачу со многими неизвестными.

Для решения поставленных задач в первую очередь требуется установить и оценить значение главных факторов, влияющих на тепловой баланс и климат Земли. В настоящее время учитываются далеко не все причины, влияющие на формирование климатических условий, и функциональное значение некоторых из них существенно занижено.

Самое большое количество энергии наша планета получает от Солнца, которое характеризуется мощным излучением, падающим на земную поверхность. Только малая часть проникает в глубь Земли, остальная часть излучается обратно в космическое пространство. В среднем на одного жителя Земли в наше время приходится около 50 000 киловатт солнечного света, в то время как мощность всей мировой промышленности составляет менее одного киловатта на человека [10]. Из этих показателей видно, что опасность прямого перегрева от технической деятельности человека невозможна, так как эта деятельность слишком мала по сравнению с космическими процессами. Повышение температуры земной поверхности происходит при наличии препятствия для излучения Земли, которое состоит из больших молекул таких газов, как углекислый газ  $\text{CO}_2$ , метан  $\text{CH}_4$  и некоторые другие. Несмотря на небольшое содержание этих газов в атмосфере, они вместе с облаками поглощают почти 90 % инфракрасного излучения Земли и отражают обратно на Землю значительную его часть, которая задерживается, создавая парниковый эффект.

Роль солнечного излучения в тепловом балансе и климате Земли наглядно показал югославский астроном М. Миланкович, который разработал теорию, согласно которой плейстоценовые ледниковые эпохи возникли как следствие вариаций земной орбиты и наклона земной оси [5, 8]. Суть идеи состояла в том, что решающее влияние на оледенения оказывает количество солнечного света, получаемого разными районами Земли. Оно, в свою очередь, связано с разными параметрами вращения планеты – периодическими колебаниями положения полюсов мира и др. Эти явления регулировали отражающую способность земной поверхности и опосредованно тепловой режим. Чем меньше тепла и света, тем больше выпадало снега, который усиливал отражение лучевой энергии. В результате происходило довольно резкое похолодание, приводящее к ледниковому периоду.

В настоящее время наклон земной оси составляет  $23,5^\circ$ . За период 41 000 лет угол наклона изменился от  $21,5^\circ$  до  $24,5^\circ$ . С этими вариациями связаны колебания инсоляции – количество солнечной энергии, поступающей на Землю. Периодическое изменение элементов земной орбиты явилось причиной многообразия событий четвертичного времени, связанных с облучением Земли. Форма земной орбиты за период 100 000 лет трансформируется от вытянутой до округлой. Эти факторы могут уменьшить поступление солнечного тепла в северном полушарии на 20 %.

Другой, не менее важный, но недооцененный фактор, влияющий на климатический режим Земли, – ее глубинное тепло. Количество тепловой энергии, сосредоточенной только в верхнем пятикилометровом слое земной коры, составляет цифру, во много раз превосходящую суммарную потенциальную энергию всех существующих запасов нефти, газа, угля и торфа [3]. На территории России в интервале глубин 10–15 км от земной поверхности скрыта тепловая энергия, эквивалентная количеству тепла, образующегося при сжигании  $1,10^{18}$  тонн условного топлива. Генератором этой тепловой энергии являются реакции, протекающие внутри земной оболочки, в мантии и ядре.

По данным Дж. Ферхугена и др. [4], глубинные геологические процессы доставляют на поверхность Земли огромное количество тепловой энергии, которая никем из климатологов не учитывается. Общая отдача тепла нашей планеты составляет  $2,4 \cdot 10^{20}$  кал/год. При самых скромных подсчетах извержения наземных вулканов выделяют  $1,2 \cdot 10^{18}$  кал/год. Количество тепла, выносимого подводными вулканами, число которых значительно больше наземных, можно только представить. По оценке Менарда, только в Центральной части Тихоокеанского бассейна существует около 10 000 вулканов высотой свыше 1 км и более 200 000 конусов, меньших по размерам [2].

Океанские рифтовые зоны имеют суммарную длину около 70 000 км. Подводные хребты поднимаются на высоту 2 000–3 000 м и протягиваются в ширину на 250–450 км, а на отдельных участках достигают 1 000 км. Отдельные сегменты океанических хребтов сдвинуты относительно друг друга на 500–600 км. В рифтах и зонах поперечных разломов обнажаются базальты, а также ультраосновные породы. С этими разломами связаны сейсмичность и повышенное значение идущего из недр теплового потока. На отдельных участках глобальных рифтовых структур поднимаются над поверхностью воды вершины действующих и потухших вулканов. Только на доступном наблюдению участке океанских хребтов в Исландии на протяжении 400 км насчитываются 28 действующих наземных вулканов и пять подводных.

Вулканическая деятельность наземных вулканов является весьма мощным источником тепловой энергии, выносимой в виде твердых и газообразных продуктов.

По данным вулканологов известно, что на земном шаре ежегодно пробуждается около 60 вулканов, 627 извергались за последние 10 000 лет, т. е. в голоцене, из них 530 проявили себя в историческое время.

В качестве наглядных примеров приводятся зафиксированные наукой эпизоды вулканической деятельности на Земле, отразившиеся в изменениях погодных условий.

Траппы Сибирской платформы раннетриасового возраста покрывают 4 млн. км<sup>2</sup>. Общий объем излившейся лавы составляет около 2 млн. км<sup>3</sup>. Излияние огромных масс базальта на границе перми и триаса по времени совпало с одним из крупнейших событий истории Земли – пермо-триасовым вымиранием живых организмов.

Траппы Деканского плато занимают территорию 5,105 млн. км<sup>2</sup> на Индостанском полуострове, имеют мощность около 2 000 м и объем 512 000 км<sup>3</sup>. Мощные трещинные излияния происходили в позднемеловое-раннепалеогеновое время. За 30 000 лет лавой залита половина территории Индии. Эти процессы вызвали вулканическую зиму. Некоторые ученые считают, что это событие явилось причиной гибели динозавров и сыграло большую роль в эволюции жизни на Земле.

На острове Суматра 74 тыс. лет тому назад вулкан Тоба изверг 3 000 км<sup>3</sup> лавы и пепла, в также 3 млрд. т SO<sub>3</sub>, что вызвало проливные кислотные дожди, понижение температуры на несколько градусов, послужившие толчком к началу последнего гляциала вюрмской (осташковской) ледниковой эпохи. Вулканический пепел скрывал от Земли солнечный свет шесть лет. Цунами, вызванное этим взрывом, обогнуло весь мир. За извержением последовала вулканическая зима, частично сократившая население планеты. Средняя температура атмосферы в северном полушарии упала на 21 °С, и все живое вымерло, отбросив эволюцию на два миллиона лет назад.

Изучение кернов льда показало, что в 1258 г. произошло катастрофическое извержение, отзвуком которого стала необыкновенно холодная весна 1259 г. – 31 мая ударили сильные морозы, а холодная осень наступила так рано, что весь урожай лег под снег. Об этом говорится в новгородских и псковских летописях. Современные исследования удаленных колонок донных илов разных точек океанов имеют сходную ритмичность пепловых осадков. Периоды наиболее обильного осаждения пепла совпали с отдельными стадиями оледенения.

В 1600 г. в Перу (Ю. Америка) взорвался вулкан Уайнапутина, следы которого были обнаружены в керне скважины, пробуренной в леднике на высоте 5 000 м. В 1600, 1601, 1602, 1603 гг. в Москве выпадал снег и случались периодические заморозки летом, в июле и в августе.

В 1815 г. при извержении вулкана Тамбора (о. Сумбава, Индонезия) вынесено 186–400 км<sup>3</sup> магматического вещества и 70 млн. т диоксида серы, которая гидратировалась, превращаясь в серноокислый туман. Вулканический пепел, выброшенный на высоту 80 км, очень долго держался в атмосфере, сильно понизив температуру на всей планете и надолго скрыв Солнце. Извержение считается сильнейшим за всю письменную историю человечества. В течение нескольких дней после извержения над Зондским архипелагом стояла крошечная тьма – Солнце было полностью закрыто вулканической пылью. 1816 г. был го-

дом без лета. Даже в восточной части Северной Америки средняя летняя температура была ниже многолетней на 2 °С. В Италии в летние месяцы шел снег. Из-за морозов и снегопадов в середине лета погиб урожай во всей Европе и Северной Америке. Температура поверхности северного полушария в течение десяти лет была ниже средней многолетней на 3,5 °С.

Вулканом Кракатау 1883 г. извергнуто 18–24 км<sup>3</sup> вулканического пепла, который сыпался несколько дней. Грибообразное облако поднялось на высоту 75 км. Пепловые частицы вызвали небесное свечение, длившееся в более 3 лет. На расстоянии около 100 км от вулкана сумерки держались 57 часов. Вулканический пепел выпал на площади 1 млн. км<sup>2</sup>. Мелкие частицы пепла достигли Европы и вместе с дождем оседали на поверхность Земли в течение 3 лет. Резко снизилась среднегодовая температура воздуха на больших территориях.

В 1963 г. пепел вулкана Агупг (о. Бали, Индонезия), вынесенный на высоту 20 км, был обнаружен над Америкой и Австралией. Загрязнение атмосферы вулканическим пеплом вызвало значительное уменьшение ее прозрачности и ослабление солнечной радиации на 10–20 %.

15 июля 1991 года на о. Лусон (Филиппины) взорвался вулкан Пинатубо, пепел которого поднялся на высоту 24 км и обнаружен в Сингапуре, находящимся от вулкана на расстоянии 2 400 км. Потоки раскаленной лавы с температурой около 1 000 °С большой скоростью хлынули по склонам. На сотни километров вокруг день превратился в ночь. При извержении было выброшено в атмосферу около 30 млн. т диоксида серы. Мельчайшие пепловые частицы образовали огромное облако, опоясавшее весь земной шар по экватору.

Японские ученые Киотского университета по данным шести крупных извержений вулканов за последние 20 лет установили связанное с этим понижение температуры атмосферы в Северном полушарии. Несколько месяцев после извержения среднемесячная температура была ниже на 0,4 °С, в отдельных регионах она в течение нескольких месяцев падала на 10 °С.

Периодическое глобальное наступление ледников есть закономерное явление геологического развития Земли, связанное с космическими факторами. Геологический ритм обусловлен космическим годом, во время которого Солнечная система совершает полный оборот вокруг центра Галактики. Выявляется хронологическое совпадение эпох горообразования, тектоно-сейсмической активизации и Великих оледенений прошлого – нижнепротерозойского, среднерифейского, вендского, палеозойского и кайнозойского.

Ритмичность вулканической активности проявляется не только в общей частоте извержений, но и в их силе, по которой выделяются параксизмальные извержения, повторяющиеся каждые 23 года, сверхпараксизмальные, отвечающие 1850-летнему ритму, и гигантские извержения, соответствующие 40700-летнему ритму, которые сопровождаются соразмерными по масштабу глобальными стадиями оледенения.

Изучение современной и древней вулканической деятельности позволило многим ученым увидеть эту взаимосвязь между похолоданием и вызывающим

его оледенением с увеличением интенсивности вулканизма. Е.В. Максимов с определенной степенью достоверности указывает на два особенных вулканических события, пережитых Землей на границе позднего плейстоцена во временном интервале 14 000–13 000 лет назад и голоцена в период 12 000–11 000 лет назад, которые сопровождаются двумя максимумами горных оледенений [8].

Следы древних материковых оледенений обнаружены в слоях, возраст которых около 2,5–2,2 млрд. лет. Они установлены также в разрезах рифея (850–800 млн. лет назад), венда (680–650 млн. лет назад), ордовика (510–470 млн. лет назад), силура (460–410 млн. лет назад), девона (410–360 млн. лет назад), карбона (340–280 млн. лет назад), перми (280–230 млн. лет назад), триаса (230–180 млн. лет назад), мела (130–60 млн. лет назад) и позднее. Последнее крупное материковое оледенение – вюрмское (валдайское) – произошло в конце неогена. С того времени похолодание климата Земли отражали явления более низкого порядка и имели меньшую длительность. Наиболее выразительны две эпохи крупных похолоданий, которые хронологически соответствуют двум крупнейшим геологическим событиям, связанным с активизацией горообразовательных движений на Земле, – герцинским (200 млн. лет назад) и ларимийским (70–80 млн. лет назад).

Масштабы проявлений вулканической активности и вызванное ею похолодание с образованием горных и покровных ледников, а также длительность временного интервала между ними показывают существование разнопорядковых ритмов от нескольких сотен миллионов лет до наблюдаемых в настоящее время 11-летних ритмов солнечной активности.

Из приведенных сведений видно, что глобальное чередующееся наступление ледников и их таяние есть закономерный этап геологического развития Земли, связанный с космическими факторами.

Периодическое изменение климата на Земле – потепление и похолодание – и связанная с этим перестройка биосферы происходили всегда, с тех пор как Земля приобрела литосферу, гидросферу и атмосферу. Особенно заметные следы этих явлений сохранились со времен возникновения на Земле живых организмов, массовое скопление остатков которых встречается в некоторых горизонтах осадочных отложений, свидетельствующих о происходивших в прошлом крупных экологических перестройках. В настоящее время известно пять глобальных катастрофических событий, с которыми связано вымирание многих видов животных и растений, в том числе динозавров [9].

Нынешнее потепление климата является очередным естественным этапом изменения температурного режима в сторону повышения его значения, на которое наложилось антропогенное влияние, усилившее направленность явления.

Вывод о соразмерности воздействия человека и природы на изменение климата, который появился в научной и ненаучной печати, обусловлен слабым и неполным исследованием этой проблемы, а также игнорированием многих других важнейших природных факторов.

Как видно из приведенных сведений, баланс тепловой энергии явно не в пользу человеческой деятельности. Природные источники тепла, которые могут влиять на изменения климата, несоизмеримо мощнее человеческих и периодическое изменение климатического режима на Земле есть отражение естественного развития закономерностей природы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гальперин, М.В. Общая экология / М.В. Гальперин. – М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2008. – 336 с.
2. Григорьев, С. Скульптор лика земного / С. Григорьев, М. Емцев. – М.: Мысль, 1977. – 192 с.
3. Дворов, И.М. Термальные воды и их использование / И.М. Дворов, В.И. Дворов. – М.: Просвещение, 1976. – 128 с.
4. Земля. Введение в общую геологию / Д. Ферхуген, Ф. Тернер, Л. Вейс и др. – М.: Мир, 1974. – 847 с.
5. Кови, К. Орбита Земли и ледниковые эпохи / К. Кови // Наука и жизнь. – 1984. – № 8. – С. 93–94.
6. Константинов, В.М. Охрана природы / В.М. Константинов. – М.: Академия, 2000. – 240 с.
7. Ломборг, Б. Глобальное потепление / Б. Ломборг. – СПб.: Питер, 2008. – 203 с.
8. Максимов, Е.В. Проблемы оледенения Земли и ритмы в природе / Е.В. Максимов. – Л.: Наука, 1972. – 296 с.
9. Резанов, И.А. Великие катастрофы в истории Земли / И.А. Резанов. – М.: Наука, 1972. – 164 с.
10. Хлебопрос, Р.Г. Природа и общество. Модели катастроф / Р.Г. Хлебопрос, А.И. Фет. – Новосибирск: Сибирский хронограф, 1999. – 344 с.

*Получено 24.12.2010*

*© В.Б. Жарников, А.В. Ван, 2010*

*В.Б. Жарников – канд. техн. наук, первый проректор.*

*А.В. Ван – доктор геолого-минералогических наук, профессор-консультант кафедры кадастра.*

*Тел.: 8-960-782-64-83.*

УДК 349.417/.418

*К.А. Карпик*

СГГА, Новосибирск

*А.М. Портнов*

Управление Росреестра по НСО, Новосибирск

## **ГЕОПОРТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ В СФЕРЕ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ**

На современном этапе развития государственного кадастра недвижимости как интегрированной системы, объединяющей различную информацию, имеет место реализация геопортальных решений на основе ГИС-технологий, в которой будет доступна совокупность технических, правовых и экономических сведений об объектах недвижимости. Это позволит повысить эффективность системы предоставления государственных услуг в сфере информационного обеспечения имущественных отношений.

географические информационные системы, геоинформационное пространство, геопортал, государственный кадастр недвижимости.

*К.А. Karpik*

SSGA, Novosibirsk

*A.M. Portnov*

Rosreestr management of Novosibirsk region, Novosibirsk

## **GEOPORTAL DECISIONS IN THE SPHERE OF THE STATE REAL ESTATE CADASTRE SERVICES**

At the present moment the state service of cadastral real estate is a system, that includes different kind of information. Availability of this information can be taken into account due to geoportals based on GIS technologies. It allows to improve an efficiency of the state service system.

geographical information systems, geoinformational area, geoportal, the state service of cadastral real estate.

Географические информационные системы (ГИС), используемые при решении задач государственного и муниципального управления, планировании производственной и иной деятельности на территориях муниципальных образований, начали возникать и развиваться в России с середины 1990-х гг., еще до принятия в 1998 г. Градостроительного кодекса. В то время муниципальные ГИС представляли собой инструмент, обеспечивающий интеграцию сведений об объектах недвижимости с имеющимися цифровыми планами, полученными в результате перевода имеющихся картографических произведений, выполненных на бумажной основе, в цифровой вид.

Использование цифровых карт привело к усилению роли ГИС в системе управления территориями муниципальных образований. Органы архитектуры и градостроительства ряда муниципальных образований начали включать в ГИС семантические данные об объектах градостроительной деятельности, что

позволило автоматизированно формировать различные выписки и градостроительные документы.

При отсутствии единых требований к структуре и содержанию муниципальных ГИС, на территории Российской Федерации появилось большое количество несовместимых между собой программных продуктов, используемых для учета и хранения пространственных данных, что на сегодняшний день активно является сдерживающим фактором при создании единого геоинформационного пространства на уровне регионов.

Попытки упорядочения и систематизации процесса формирования муниципальных ГИС фактически начались в 2004 г., когда в Градостроительном кодексе появилось определение «информационная система обеспечения градостроительной деятельности» (ИСОГД), как систематизированный свод документированных сведений о развитии территорий, об их застройке, о земельных участках, об объектах капитального строительства и иных необходимых для осуществления градостроительной деятельности сведений.

Основной функцией, запланированной к введению ИСОГД, должно было стать хранение архивных данных – копий документов, связанных с градостроительной деятельностью, что, как мы отметили выше, уже было успешно реализовано муниципалитетами ранее. Причем эти данные, входящие, как правило, в фонды инженерных изысканий (территориальный фонд данных), в настоящее время активно используются проектировщиками и землеустроителями, в том числе и кадастровыми инженерами.

Данные фонды позволяют осуществлять мониторинг градостроительной деятельности, функции земельного контроля на федеральном и муниципальном уровнях, а также отслеживать сроки реализации градостроительных решений на уровне муниципалитетов.

Помимо попытки введения ИСОГД, в настоящее время в развитии и прикладном использовании ГИС появляются новые тенденции и участники. На протяжении десяти лет с момента принятия Федерального закона от 02.01.2000 № 28-ФЗ «О государственном земельном кадастре» и введения процедуры государственного кадастрового учета земельных участков, в базу данных кадастра было внесено большое количество сведений, что привело к усилению роли земельного кадастра как главного информационного ресурса об объектах недвижимости.

Более того, с введением Федерального закона от 24.07.2007 № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости», система кадастрового учета перешла на уровень интегрирующего информационного ресурса сведений об объектах недвижимости.

На текущий момент государственный кадастр недвижимости (ГКН), объединяя в себе совокупность сведений об объектах недвижимости и объектах землеустройства, имеет огромный потенциал для формирования современного и динамично развивающегося направления – предоставления государственных информационных услуг с использованием ГИС-технологий.



Востребованным для широкого круга лиц стал геоинформационный портал Росреестра, с его постоянно расширяющимся инструментарием, простым и удобным интерфейсом, позволяющим работать с картографическим материалом.

Геопортальные технологии, реализованные на данной информационной площадке, включают публичную кадастровую карту и справочную on-line систему запросов по объектам недвижимости. Очевидно, что в ближайшем будущем on-line сервисы будут расширяться.

Следующий шаг – это размещение сведений об объектах капитального строительства, а также, по мере проведения землеустроительных работ, – и сведений о территориальных и иных зонах. Так же следует отметить и возможность интеграции информационных ресурсов АИС «ГКН» и АИС «Юстиция», результатом которой будет создание централизованного территориального информационного ресурса (ТИР).

На современном этапе развития ГКН как интегрированной системы, объединяющей различную информацию, имеет место реализация геопортальных решений на основе ГИС-технологий, в которой будет доступна совокупность технических, правовых и экономических сведений об объектах недвижимости. Это позволит повысить эффективность системы предоставления государственных услуг в сфере информационного обеспечения имущественных отношений.

На фоне создания ТИР, востребованность ГИС, связанных с данными ИСОГД (рисунок), будет заключаться только в учете, хранении и предоставлении документов территориального планирования, ведении фондов инженерных изысканий.

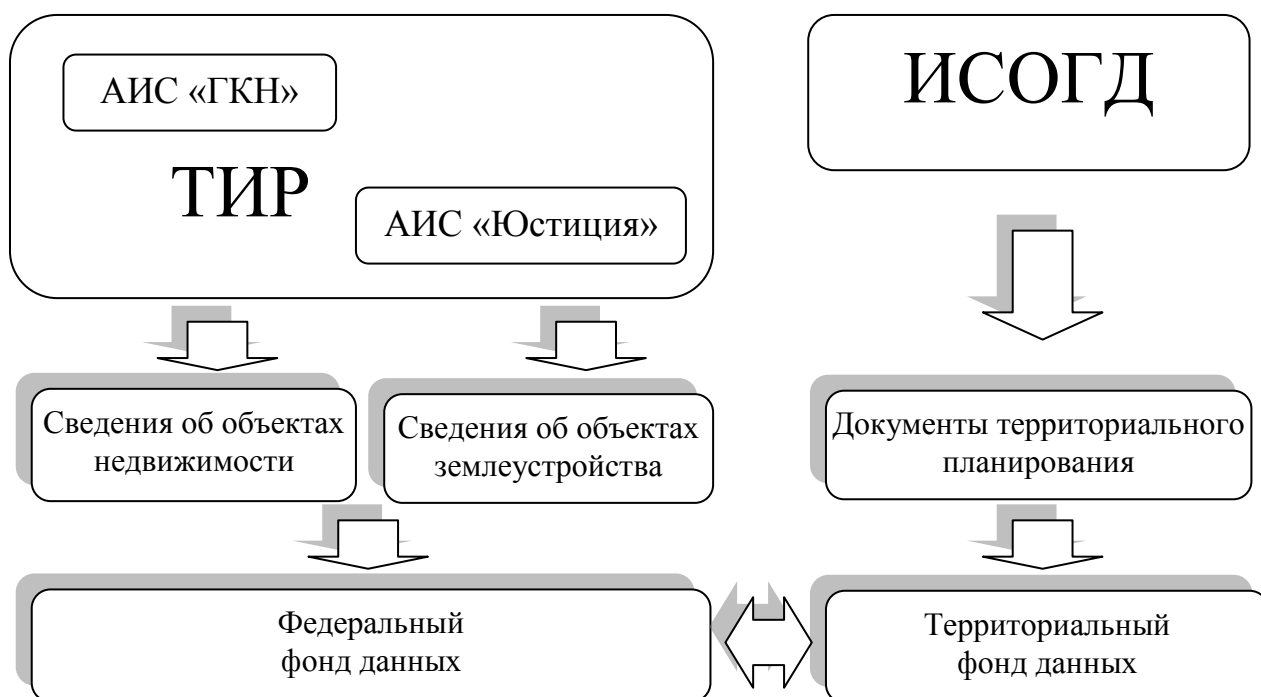


Рис. Содержание федерального и территориальных фондов данных

Для взаимодействия этих двух фондов данных необходимо, на наш взгляд, в ближайшее время решить ряд актуальных задач:

1) провести унификацию множества местных систем координат, используемых в настоящее время при ведении ГКН, что позволит:

— создать единое геопространство в регионе;

— уточнить границы муниципальных образований, что в дальнейшем позволит избежать наложения границ в зонах смежных территориальных образований;

2) разработать положение о территориальных фондах, упорядочить структуру и организацию этих фондов, состав сведений, создать нормативную базу для взаимодействия с федеральным фондом;

3) актуализировать картографический материал;

4) объединить Федеральный картографо-геодезический фонд с Государственным фондом данных землеустройства;

5) разработать методические основы взаимодействия системы учета объектов недвижимости и информации о градостроительной деятельности.

Решение вышеуказанных задач имеет важное значение при взаимодействии федеральных и территориальных фондов данных. На базе этих информационных систем формируется общее геопространство, позволяющее эффективно использовать земельные ресурсы.

*Получено 23.12.2010*

*© К.А. Карпик, А.М. Портнов, 2010*

*К.А. Карпик – аспирант.*

*А.М. Портнов – начальник отдела геодезии и картографии.*

*Тел.: 8-913-005-50-05.*

УДК 333:528.44

*Г.Г. Шалмина*

СибГУТИ, Новосибирск

*Т.В. Межуева*

СГГА, Новосибирск

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

В статье приведены данные истории законодательно-правовых основ ресурсопользования России; статистика выхода России на ресурсно-сырьевой рынок мира; обозначены законодательно-правовые основы земельного рынка. Приведены отдельные положения апробированного практикой методического подхода к разработке основ системного прогнозирования освоения природного потенциала территориальных частей России.

комплексная оценка, природный потенциал территорий, принципы и факторы методического подхода, системный прогноз освоения природного потенциала территории.

*G.G. Shalmina*

SSUTI, Novosibirsk

*T.V. Mezhujeva*

SSGA, Novosibirsk

## **INTEGRATED ASSESSMENT OF LAND RESOURCES**

The article presents the data on the history of the legal right basis for land resources utilization in Russia and the statistics of Russia's entering the world market of resources and raw materials. The legal right basis for the land market is shown. Some propositions are given as concerns the methodical approach to the development of the system forecasting (approved by practice) of Russian territories natural potential development.

integrated assessment, natural potential of territories, principles and factors of the technical approach, system forecasting of the territory natural potential development.

Земли России оцениваются с XV в. (Иван III). В XVI в. создаётся Поместный приказ с целью выделения, описания и оценки земель. В XVII в. проводится оценка земельной собственности с учётом правового статуса владений; к середине XVIII в. – Генеральное межевание и оценка земель поселений (1766–1840 гг. – Екатерина II). В XIX в. предметом оценки и налогообложения становятся земли фабрик, заводов, жилых, хозяйственных построек и т. д. С отменой крепостного права (1861 г.) целью оценки земель стало определение стоимости крестьянского надела по цене выкупного платежа. В 1864 г. принимается Положение «О земских учреждениях», предусматривающее переход на налогообложение имущества граждан России. С 1861–1889 гг. как новая наука создаётся земская оценочная статистика, в задачу которой входила оценка различных видов недвижимости. Были разработаны методы определения статистических параметров для массовой оценки, сбора и анализа оценочных данных. Под руководством земств в 1860–1880 гг. осуществлялись массовые оценочные работы в сфере недвижимости и бизнеса по всей территории Российской Империи. В

конце XIX в. проводится естественное исследование почв России (В.В. Докучаев, А.В. Советов, Н.М. Сибирцев и другие почвоведы). В связи с отменой подушного налога с января 1887 г. и переходом к подоходному налогообложению внедряются новые законодательные основы и методы проведения оценочных работ земельной и других видов собственности. К началу XX в. разрабатывается методика оценки сельскохозяйственных земель, которая состояла из двух этапов: описательного и оценочного. В качестве факторов оценки были определены: характер почв, структура сельскохозяйственных угодий, способы ведения хозяйства, климатические условия, близость транспорта. Оценка проводилась доходным подходом; чистый доход землепользования определялся как процент на капитал, вложенный в освоение земель. Столыпинская реформа 1906 г. способствовала развитию частновладельческой крестьянской собственности: с 1908–1915 гг. число хозяев, продавших наделные земли, составило 1 201 269, ими было продано 3 963 532 десятин земли на сумму 444,7 млн. рублей [1].

В первые годы Советской власти Земельный кодекс РСФСР 1922 г. обусловил необходимость проведения сравнительной оценки земель России, главной задачей которой было сравнение земель по типу и целевому назначению. Результаты оценки применялись при установлении норм первоначального наделения землей, обмене земельных участков, землеустройстве, установлении размера арендной платы за пользование государственным имуществом, изыскании территорий для освоения, организации рационального использования земель. До конца 1920-х гг. существует практика платного землепользования: налог изымается со всех типов земель, включая поселенческие. Масштабные оценочные работы по земельным ресурсам проводились в военные и первые послевоенные годы, что было продиктовано необходимостью освоения природных ресурсов на нужды обороны страны.

В период «перестройки» проводились исследования по переводу территориально-отраслевых отношений на хозрасчётную основу, и был предложен подход к экономической оценке городских территорий: оценивались территории гг. Казани, Москвы, Ленинграда, Горького, Свердловска, Киева и Барнаула. С 1992 г. введение земельного налога положило начало повсеместному зонированию территорий поселений с целью определения средних ставок налогообложения. В качестве основных факторов оценки принимаются: местоположение; доступность до центра, до объектов обслуживания; состояние инфраструктуры; благоустройство, ландшафтная ценность территории; инженерно-геологические условия строительства и экология среды. С 1999 г. в России проводится Государственная кадастровая оценка земель, результаты которой были положены в основу формирования новой системы налогообложения земель. То есть все законодательные и методологические преобразования за рассматриваемый нами период главной целью имели упорядочение налоговой политики государственного землепользования.

Запасы земельного фонда России на 1 января 2009 г. составили 1 709,8 млн. га: из них доля земель сельскохозяйственного назначения – 23,5 %, населённых

пунктов – 1,2 %. По данным, приведённым в «Государственном (национальном) докладе о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2008 году», часть земель подвергается эрозии (водной – 17,8 %, ветровой – 8,4 %), заболачиванию (12,3 %), засолению (20,1 %), дефляции, опустыниванию, подтоплению, зарастанию кустарником и мелколесьем и другим негативным процессам, ведущим к потере плодородия сельскохозяйственных угодий и выводу их из хозяйственного оборота.

По данным ИКАР, на одного жителя России приходится 803 тыс. гектаров пашни. Для сравнения: в США этот показатель равен 574 тыс. гектаров, во Франции – 289 тыс., в Германии – 189 тыс., в Индии – 141 тыс., в Китае – 108 тыс., то есть почти на порядок меньше, чем в России.

В настоящее время экономика России «развивается» за счёт поставки мировому рынку топливно-энергетического природного сырья – нефти и газа. Обсуждаются вопросы расширения ресурсно-сырьевой номенклатуры за счёт лесных, водных и земельных ресурсов. По объёмам поставки сырой нефти мировому рынку Россия занимает лидирующие позиции (12 % мировой торговли). На долю России приходится 25 % мировой торговли природным газом [2]. Суммарно иностранные компании владеют в России ресурсами газа объемом свыше 7 трлн. из 47 трлн. м<sup>3</sup>, причем лучшего качества [3]. Значительная доля доходной части государственного бюджета направлена на обустройство потоков и подготовку запасов новых месторождений топливного сырья.

Приобретают государственные масштабы поставки деловой древесины на мировой рынок. На долю России приходится около одной четверти мировых запасов лесных ресурсов, из них более 45 % хвойной древесины («зелёного» золота) при общем объёме этих запасов 82 млн. м<sup>3</sup>. Следует отметить значение теневого сектора, который вносит заметные коррективы в лесной ресурсно-сырьевой оборот России: значительно поредели леса Решет, Богучан, «облысели» транспортно-доступные территории залесения Иркутской области. Теневые лесозаготовки, по данным разных источников, составляют не менее 15 % от объёма государственных.

В предшествующее столетие наблюдалось крайне нерациональное использование гидроресурсов России: стремление создать зелёные оазисы на юге территории привело к ликвидации целой речной системы – Амударьи-Сырдарьи, что обусловило опустынивание и засоление земель обширных территорий Приаралья. С трудом удалось спасти судьбу сибирских рек (Иртыша и Оби) от идеи переброски части стока сибирских рек в Аральское озеро (значительный дефицит питьевой воды уже сегодня испытывает Омская область). Повидимому, не следует забывать опыт «гидроигр» с торфяниками Московской области (осушили, спровоцировав торфяные пожары, – теперь будем обводнять?).

Кроме того, в России есть, правда, мизерный, опыт по вывозу за рубеж земельных ресурсов. По завершению Чехословацкой концессии озера Байкал, наряду с мальками рыбных ресурсов, была вывезена часть приозёрного и при-

амурского почвенных покровов. Во времена Великой Отечественной войны фашисты вывозили в Германию российский чернозём.

Сегодня Россия в целом ни законодательно, ни методически не подготовлена к спонтанному выходу на ресурсно-сырьевой рынок мира. Этот выход предопределил необходимость решения целого ряда проблем.

Во-первых, создание ресурсно-сырьевого соответствующей специализации института.

Во-вторых, корректировка законодательно-правовой базы ресурсопользования как внутри страны, так и с доступом к этому процессу зарубежных партнёров.

В-третьих, решение задачи по формированию организационной структуры и механизмов функционирования земельного рынка.

В-четвёртых, разработка основных положений рыночной ценовой политики.

В-пятых, создание методического подхода к разработке основ системного прогнозирования комплексного взаимоувязанного освоения природного и антропогенного потенциалов территорий.

Из всех перечисленных проблем, требующих решения, постараемся раскрыть подробнее содержание двух: необходимость совершенствования законодательно-правовых основ и проблемы решения основных задач, связанных с методическим подходом к разработке территориальных основ комплексной оценки земельных ресурсов как составляющей природного потенциала территорий.

Каковы же особенности состояния законодательно-правовой базы в области рыночного землепользования на начало рассматриваемого периода?

Права иностранных граждан, юридических лиц и лиц без гражданства на приобретение в собственность земельных участков в России сегодня весьма ограничены (земли сельскохозяйственного назначения – не для иностранцев). К владению и пользованию участками указанного назначения иностранцы официально допускаются только на правах аренды. Но, как оказалось на практике, нерешённость законодательно-правовой проблемы не является препятствием спонтанного ассимилирования отдельных частей территории России иностранными гражданами, главным образом представителями Китая. Земли скупаются иностранными компаниями через подставные фирмы. В целом, иностранцы контролируют в России около 1 млн. га пашни. Шведский инвестиционный фонд контролирует через российские компании 300 тыс. га и т. д. Часть территории Дальневосточного приморья китайцами называется Хэй-Хан-Ше (в переводе «Северная провинция»). В Свердловской и Иркутской областях местные власти выражают готовность сдать Поднебесной в долгосрочную аренду заброшенные сельхозугодья. Рослесхоз предложил КНР 1 млн гектаров леса Тюменской и Томской областей в аренду на 49 лет (нетрудно себе представить итоги этой аренды). А село Платава в Алтайском крае уже года три называется на китайский манер – Вань Юань (после того, как некогда существовавший здесь колхоз стал китайским ООО «Вань Юань Платава»). Главным преимуществом для

иностранных покупателей и арендаторов является дешевизна российской земли. Самые дорогие земли находятся на юге России (в Краснодарском крае), где цена 1 гектара может достигать 5 000 долларов, тогда как в Воронежской области этот гектар стоит 700–800, в Липецкой – 320, а на Алтае – 20–40 долларов. По данным компании «Разгуляй», средняя стоимость приобретения земли в России для агрохолдинга составляет около 1 000 долларов за 1 гектар плюс затраты на оформление этой земли в собственность – ещё 400–500 долларов. Для сравнения: в Аргентине 1 гектар земли стоит 4 400–7 800 долларов, во Франции – в среднем 5 100, в Испании – 14 500, в Бельгии – 26 000, на востоке США – 13 200–32 000 долларов [4].

Сегодня дискутируется проблема перехода российского землепользования на коммерческие основы мирового рынка: в 2009 г. обсуждался вопрос Президента России и Финляндии по поводу решения проблемы, связанной с продажей приграничных территорий России [5].

В настоящее время оценка земель в России осуществляется с применением кадастрового и рыночного подходов.

Кадастровая оценка проводится на государственном уровне раз в 5 лет с целью осуществления фискальной политики. Земельный налог устанавливается в процентах (до 1,5 %) от кадастровой стоимости земельного участка. За период 2002–2010 гг. разработаны и утверждены в установленном порядке методики государственной кадастровой оценки земель (ГКОЗ) всех категорий, подлежащих оценке. Оценка доведена до автоматизма. Стоимость земель населённых пунктов определяется по 16 видам разрешенного использования (ВРИ) земель\*. На практике кадастровая стоимость земель 1–10 ВРИ определяется как производная от рыночных сделок на территории за предшествующие несколько лет. Результаты оценки являются усреднёнными и, как правило, не отражают объективного состояния конкретно рассматриваемого земельного участка. Несмотря на формально заявленный перечень природных факторов, они, как правило, не находят отражение в оценочном процессе (рис. 1, 2).

Проблематичность, несовершенство и коррупционность кадастровой оценки земель были отмечены Председателем Правительства Российской Федерации В.В. Путиным (20.04.2010 г.) и подтверждаются статистикой: так, в течение 2006–2008 гг. в России было проведено 343 судебных разбирательства, связанных с государственной кадастровой оценкой земель, из них 242 дела – по опротестованию кадастровой стоимости земельных участков.

Рыночная оценка земель проводится при заключении сделок, установлении стартовых цен на конкурсах и аукционах по продаже недвижимости; определении компенсационных выплат при изъятии земель у собственника для государственных и муниципальных нужд; реорганизации и ликвидации предприятий; решении ценовых споров и т. п.

---

\* ВРИ земель раскрыты в Методических указаниях по ГКОЗ населённых пунктов, утв. Приказом Минэкономразвития от 15.02.2007г. № 39.

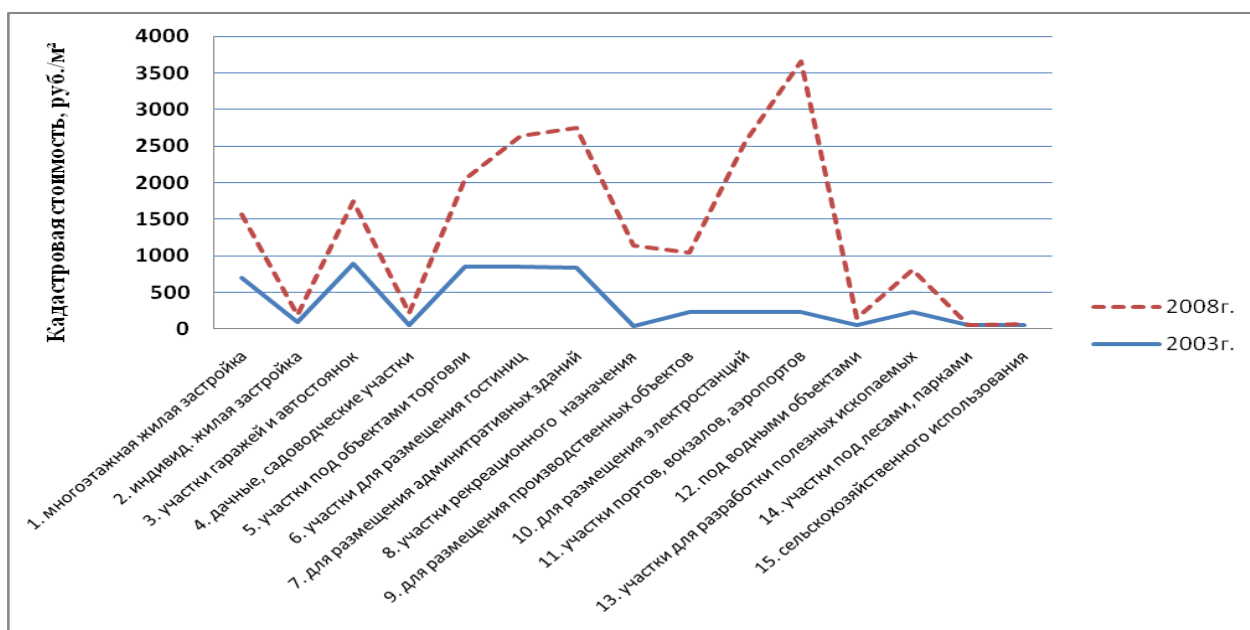


Рис. 1. Динамика изменения удельных показателей кадастровой стоимости земель за 2003–2008 гг. (на примере г. Калтан)



Рис. 2. Дифференциация значений показателей, учтённых при определении кадастровой стоимости земель в 2003 г. (на примере г. Калтан)

Рыночная стоимость земель определяется методами сравнения продаж, выделения, распределения, остатка, капитализации земельной ренты, предполагаемого использования [6]. В практической деятельности наиболее часто используется метод сравнения продаж. Главным условием применения метода является наличие информации о ценах сделок с земельными участками-аналогами.



Общими недостатками выше обозначенных методов является то, что результаты этих оценок не отражают в полной мере объективного состояния оцениваемых объектов и не учитывают влияния окружающей их природной среды (условий – климата, рельефа геологического, геоморфологического, гидрогеологического строения территории), и природной ресурсно-сырьевой базы территории, на которой находится оцениваемый объект.

С какими же землями выходит Россия на ресурсно-сырьевой рынок мира? Что будет объектом продажи: почвенный покров (земли сельскохозяйственного назначения) или земли как природно-ресурсно-сырьевой потенциал территориальных частей России (в соответствии с определением этого понятия, данного в 1985 г. \* [7])? И, главное, как будут оцениваться социально-экономические потери населения с изъятием из ресурсно-сырьевого и хозяйственного внутригосударственного оборотов по сути территориальных частей государства в результате продажи или сдаче их в аренду зарубежным партнёрам?

Рассмотрим пример возможного решения части обозначенных проблем с позиции комплексного освоения территориальных потенциалов России. Независимо от вида природного ресурса, его целевого назначения, определяемого в ресурсно-сырьевом обороте мирового рынка, нижний уровень рыночной цены должен определяться на основе единого методического подхода. Факторы, принципы и цели оценки природных ресурсов, как следует из практики, идентичны. Основными характеристиками каждого оцениваемого природного объекта являются: запасы (объём, количество), качество запасов (поэлементный состав), соответствие качества данного ресурса рыночным требованиям, технологическая цепочка хозяйственного освоения, уровень изученности – подготовленности ресурса к освоению, освоенность территории размещения ресурса, его целевое назначение, критерии оценки и т. д. Сквозными ограничениями оценки всех видов ресурсов являются: объём извлекаемых запасов, соответствие качества получаемых из ресурсов товарного сырья и продуктов рыночным требованиям, технико-экономические ограничения, удельные затраты на освоение и потребности рынков в сырье и продуктах.

В качестве основных принципов разработки методического подхода принимаются следующие:

1) количественная характеристика факторов должна возможно полно отображать состояние ресурса на начало оценки (в традиционных единицах измерения);

---

\* С 1985 г. понятие «земля» в России определяется как поликомпонентное природное образование (объективная категория) многоцелевого, хозяйственного использования: «земля – это важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, климатом, почвенным покровом, растительностью, недрами, водами, являющаяся главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, а также пространственным базисом для размещения предприятий и организаций всех отраслей народного хозяйства» (ГОСТ 26640–85).

2) применение единой логически построенной цепочки последовательно выполняемых расчетных операций (соответствующего набора методик разных научных направлений: метода аналогии, аналитико-графического, абрисного анализа в сочетании с методом графов, методов картографирования, имитирующих пофакторное состояние объектов и сводной комплексной картосхемы, содержанием которой является комплексная характеристика состояния рассматриваемых объектов и возможных стратегий освоения);

3) учёт оценкой уровня хозяйственной освоенности территории: пионерного состояния (на территории есть природные ресурсы, но они хозяйственно не освоены); очагового (освоение природных ресурсов осуществляется на основе территориальных комплексов – отдельных поселений); сложившегося комплекса (территории поселения разного типа) и инерционного состояния (ресурсы специализированных отраслей исчерпаны, промышленность функционирует на привозном сырье, на территории «складированы» значительные «запасы» отходов – разных видов вторичного сырья, которые могут рассматриваться как сырьё развития промышленности других специализаций);

4) разработка единой системы единиц измерения факторов оценки;

5) разработка методического подхода, обеспечивающего полифакторное сравнение и ранжирование рассматриваемого объекта и конкурирующих объектов с целью определения последовательности введения их в хозяйственный оборот;

6) определение рисков (продавца и покупателя) при выборе объекта на конкурентной основе (торги);

7) разработка территориальной основы системного прогнозирования (комплексного взаимообусловленного освоения оцениваемого объекта как составляющей природного потенциала конкретно рассматриваемой территориальной части);

8) обеспечение информацией, необходимой для составления пакета документов содержания, соответствующего требованиям потребителя (внутригосударственного и зарубежного рынков).

Методический подход, основные принципы разработки которого перечислены выше, состоит из трёх стадий.

Цель первой стадии: комплексная оценка природного потенциала территории как объективной категории.

Оценка проводится с учётом факторов, характеризующих состояние природного потенциала территории: условий (климат, рельеф) и ресурсов (почвенного покрова, ресурсов недр, лесных, водных, рекреационных ресурсов и др.). Оценка каждого вида природного ресурса, имеющегося в границах исследуемого участка, проводится с применением традиционных методов. Разрабатываются реально возможные технологические цепочки по освоению рассматриваемого ресурса в совокупности со сценариями территориального размещения основных звеньев в интервале связей «природный объект – технологическая цепочка его освоения до получения возможных видов товарного сырья и продук-

тов – реальные или виртуальные потребители (рынки)». На этой стадии определяются поправочные коэффициенты корректировки экономических показателей освоения ресурса в зависимости от условий среды.

Первая стадия оценки завершается полифакторным сравнением ресурсов с применением методов картографирования. Составляются пофакторные карто-схемы, на основе которых методом наложений разрабатывается сводная карто-схема, иллюстрирующая комплексное состояние природного потенциала рассматриваемой территориальной части.

Цель второй стадии: комплексная оценка антропогенного потенциала территории. В качестве факторов оценки учитываются: уровень хозяйственной освоенности территории, состояние внутренней и внешней инфраструктуры, характер застройки территории и др.

Цель третьей стадии: определение нижнего уровня рыночной стоимости земель и разработка основ выбора сценариев освоения оцениваемого земельного ресурса.

Оценка завершается составлением комплексной территориальной схемы, отображающей состояние объекта, и сводной таблицы суммарных затрат, необходимых на освоение природного потенциала и функционирования антропогенной составляющей. Информационный блок, полученный в результате проведённых исследований, является основой определения нижнего уровня рыночной стоимости рассматриваемого земельного участка.

Методический подход, отдельные положения которого обозначены в этой статье, апробируются на практике с 1984 г. на примерах оценки ресурсов недр, лесных и рекреационных [8, 9, 10, 11].

Широкомасштабное применение предлагаемого методического подхода позволит выявить закономерности его практического применения и в определённой мере откорректировать теоретико-методологические и законодательные основы землепользования в России.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов, В.П. Оценка земли [Текст] / В.П. Антонов. – Владимир: Посад, 1997. – 288 с.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 08.10.2010).
3. Распродажа недр России – неизбежная судьба? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=466&nomer=18> (дата обращения 08.10.2010).
4. Иностранные компании начали скупку земли в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agroobzor.ru/article/a-141.html> (дата обращения 08.10.2010).
5. Россия рассмотрит возможность продажи приграничной земли иностранцам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.restate.ru/material/64237.html> (дата обращения 08.10.2010).
6. Методические рекомендации по определению рыночной стоимости земельных участков (Утверждены распоряжением Минимущества РФ от 07.03.2002 № 568-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 08.09.2010).
7. ГОСТ 26640–85. Земли. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.vsegost.com/Catalog/12/12687.shtml](http://www.vsegost.com/Catalog/12/12687.shtml) (дата обращения 07.10.2010).

8. Шалмина, Г.Г. Геолого-экономический анализ агрофосфатных ресурсов Сибири [Текст] / Г.Г. Шалмина. – Новосибирск: Наука, 1984. – 128 с.

9. Территориальные основы управления. Ч. 2. Системный подход к разработке территориальных основ управления [Текст] / Г.Г. Шалмина, А.В. Загарин, В.И. Татаренко и др. – Новосибирск: СГГА, 2003. – 335 с.

10. Шалмина, Г.Г. Природный рекреационный потенциал – основа развития лечебно-профилактической маршрутной деятельности (методический подход к оценке) [Текст]: монография / Г.Г. Шалмина, К.В. Каймина. – Новосибирск: НГУ, 2006. – 147 с.

11. Шалмина, Г.Г. Предпроектное обоснование прогнозирования экономики [Текст]: монография / Г.Г. Шалмина. – Новосибирск: Издательство НГОНБ, НГУ, 2010. – 480 с.

*Получено 19.11.2010*

*© Г.Г. Шалмина, Т.В. Межуева, 2010*

*Г.Г. Шалмина – докт. геолог. наук, профессор.*

*Т.В. Межуева – ст. преподаватель кафедры экономики землеустройства недвижимости.*

*Тел.: 8-905-937-45-96.*

УДК 332

*В.Н. Щукина*

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, Тюмень

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Рассмотрены особенности рационального использования и охраны земель северных территорий, такие как установление границ территорий традиционного природопользования, отвод земель под объекты нефтегазовой отрасли, выявление и учет нарушенных и загрязненных земель, планирование рекультивации. Представлены предложения по совершенствованию информационного обеспечения рационального использования и охраны земель северных территорий.

традиционное природопользование, нефтегазовая отрасль, информационное обеспечение, база данных, рекультивация.

*V.N. Shyukina*

Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, Tyumen

## **INFORMATION SUPPLY OF RATIONAL USE AND PROTECTION OF NORTHERN TERRITORIES**

Features of rational use and protection of the lands of northern territories, such as an establishment of borders of territories of traditional wildlife management, granting of the lands under objects of oil-and-gas branch, finding and the account of the broken and polluted lands, planning recultivation are considered. Offers on perfection of an information supply of rational use and protection of the lands of northern territories are presented.

traditional wildlife management, oil-and-gas branch, information supply, data base, recultivation.

Территории Сибирского Севера, в том числе Тюменской области, являются исконной средой проживания коренных малочисленных народов (ханты, манси, ненцы) и одновременно районами интенсивного нефтегазового освоения, оказывающего негативное влияние на окружающую среду и, как следствие, на традиционное природопользование коренных жителей. Данное обстоятельство регулируется действующим законодательством, тем не менее, усугубляется вследствие все большего развития нефтегазовой отрасли (НГО) и роста ее продукции. В этой связи нашей задачей является совершенствование информационного обеспечения рационального использования и охраны земель таких территорий и разработка рекомендаций по их восстановлению методом рекультивации.

В соответствии с п. 1 ст. 95 Земельного кодекса РФ, территории традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (КМНССиДВ) относятся к землям особо охраняемых природных территорий, включают в себя оленьи пастбища, охотничьи и рыбопромысловые угодья, угодья для сбора дикоросов.

В то же время, общинами КМНССиДВ РФ могут использоваться земли сельскохозяйственного назначения, лесного, водного фонда, земли запаса.

К 1998 г. была проведена работа по упорядочению учета земель, используемых под оленьи пастбища [1], площади которых выведены из состава угодий северных территорий.

Оленьи пастбища являются частью особо охраняемых земель водного, лесного фонда, запаса. К оленьим пастбищам относятся те участки земельных угодий (лесов, кустарников, болот и др.), которые по составу имеющейся на их территории растительности могут служить кормовой базой для содержания северных оленей.

К охотничьим угодьям относятся все земельные участки, в том числе лесные и водопокрытые, которые служат местом обитания диких зверей и птиц и могут быть использованы для ведения охотничьего промысла.

Реки, ручьи, озера и другие внутренние водоемы, которые служат местом обитания различных пород рыб и могут быть использованы для их вылова с целью личного потребления и для иных целей, считаются рыбопромысловыми угодьями.

Земельные участки, используемые для сбора грибов, ягод, орехов, лекарственных растений и др., относятся к промысловым угодьям для сбора дикоросов.

Можно предположить, что охотничьи, рыбопромысловые, угодья для сбора дикоросов также находятся на особо охраняемых землях, землях лесного, водного фонда, запаса.

Землеустроительные действия, направленные на организацию рационального использования северных территорий и их охраны, будут иметь определенные особенности (табл. 1), такие как установление границ территорий традиционного природопользования, отвод земель под объекты НГО, установление продуктивности оленьих пастбищ, организация территорий оленеводческих, оленеводческо-промысловых, общинно-родовых хозяйств, выявление нарушенных и загрязненных земель, их учет, планирование рекультивации.

Таблица 1

Содержание землеустройства северных территорий

Содержание землеустройства	Землеустроительные действия с учетом особенностей северных территорий
Изучение состояния земель	<ul style="list-style-type: none"> <li>- геодезические съемки;</li> <li>- картографические работы;</li> <li>- кадастровые данные;</li> <li>- почвенные, геоботанические и другие обследования;</li> <li>- оценка качества земель, в том числе в целях установления продуктивности оленьих пастбищ и наличия биологических ресурсов, необходимых для обеспечения традиционного образа жизни КМНССиДВ;</li> <li>- инвентаризация</li> </ul>

Содержание землеустройства	Землеустроительные действия с учетом особенностей северных территорий
Планирование и организация рационального использования и охраны	- распределение земель по категориям и угодьям; - отвод земель под объекты НГО
Территориальное землеустройство	- образование новых и упорядочение существующих объектов землеустройства; - межевание объектов землеустройства; - установление границ территорий традиционного природопользования
Внутрихозяйственное землеустройство	- организация рационального использования земельных участков для сельскохозяйственного производства; - организация территорий традиционного природопользования: проекты организации территорий оленеводческих, оленеводческо-промысловых, общинно-родовых хозяйств и т. д.; - разработка мероприятий по улучшению сельскохозяйственных угодий, освоению новых земель, восстановлению и консервации земель, рекультивации нарушенных земель, защите земель от эрозии, селей, загрязнения отходами производства и потребления, и других негативных воздействий

В данной статье более подробно рассмотрим следующее:

- порядок установления границ территорий традиционного природопользования;
- оценку влияния нефтегазовой отрасли на окружающую среду в целом и природопользование КМНССиДВ;
- информационное обеспечение рационального использования и охраны северных территорий.

*Порядок установления границ территорий традиционного природопользования.* Правовые основы образования, охраны и использования территорий традиционного природопользования коренных малочисленных народов установлены в ФЗ «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации», а также региональных правовых актах, например, [3].

Согласно [3], территории традиционного природопользования образуются по обращению лиц, относящихся к малочисленным народам, общинам малочисленных народов или их уполномоченных представителей.

Осуществление хозяйственной деятельности в границах территорий традиционного природопользования допускается при условии возмещения ущерба

окружающей среде, убытков, причиненных субъектам права традиционного природопользования, а также иных платежей.

Указанный федеральный закон [2], а также [3] практически не говорят о том, какие меры необходимо осуществить для обеспечения рационального использования земли и их охраны.

В этой связи, в первую очередь необходимо установить четкие границы территорий КМНССиДВ, относящихся к категории особо охраняемых природных территорий, а также границы угодий, находящихся на землях лесного, водного фонда и землях запаса.

Согласно ФЗ «О государственном кадастре недвижимости», установление местоположения границ лесных участков, земельных участков в составе особо охраняемых природных территорий или в составе земель сельскохозяйственного назначения, предназначенных для осуществления традиционного природопользования КМНССиДВ, проводится без их закрепления на местности.

В связи с этим, указанные границы должны быть обозначены на картографическом материале.

Вторым важным вопросом рационального использования и охраны земель северных территорий является *оценка влияния нефтегазовой отрасли на окружающую природную среду (ОПС) в целом и природопользование КМНССиДВ* (табл. 2).

Таблица 2

Влияние нефтегазовой отрасли на окружающую природную среду

Негативное воздействие	Мероприятия по защите земельных ресурсов
<b>1. Поиск и разведка месторождений</b>	
Нарушение почвенно-растительного покрова, уничтожение и порча посевов сельскохозяйственных культур и сенокосных угодий, нарушение гидрогеологического режима, сброс отходов, общее загрязнение, выбросы от строительных машин и механизмов, техногенные ландшафты в виде карьеров, строительных площадок, заброшенных скважин, дорог, захламленных промышленными и строительными отходами участков	Контроль за работой строительной техники, техническая, биологическая рекультивация
<b>2. Добыча нефти и газа</b>	
То же, что в п. 1	Контроль за работой строительной техники, техническая, биологическая рекультивация, оценка рисков, расчет ущерба окружающей природной среде



Негативное воздействие	Мероприятия по защите земельных ресурсов
3. Размещение объектов сбора, хранения, транспорта, переработки нефтепродуктов	
3.1. Проектирование	
Потери земельного фонда, изымаемого под размещение постоянных наземных сооружений, неудобства в землепользовании из-за разделения сельскохозяйственных угодий трассами инженерных коммуникаций и автодорог, ухудшение плодородных свойств почвы на временно отводимых землях	Планирование полосы отвода, рациональное размещение объектов, оценка рисков, расчет ущерба окружающей природной среде
3.2. Строительство	
То же, что в п. 1	Рекультивация, исключение самовольного занятия земель, снятие плодородного слоя почвы, срезка загрязненного грунта, противоэрозионные мероприятия, недопущение захламления, ведение работ в отведенных границах, использование существующих проездов, расчет убытков КМНССиДВ
3.3. Эксплуатация	
Аварийные разливы	Удаление разлива нефтепродуктов, рекультивация, расчет ущерба окружающей природной среде, расчет убытков КМНССиДВ

Максимальный вред ОПС наносится на стадии строительства объектов НГО (в пределах полосы отвода) и эксплуатации (в результате аварийного разлива нефти и нефтепродуктов).

Границы отвода для размещения линейного объекта на местности согласно [4] не обозначаются.

Поэтому для наглядного отображения влияния НГО на ведение традиционного природопользования КМНССиДВ необходимо использовать картографические материалы. Решение задачи упрощается с использованием геоинформационных систем (ГИС).

В отдельном слое фиксируют границы территорий традиционного природопользования, границы разливов, границы отвода. Эту информацию следует хранить, как минимум, до момента устранения загрязнения или окончания строительства. При этом основой является топографическая карта или карта с нанесенными объектами НГО (рис. 1).

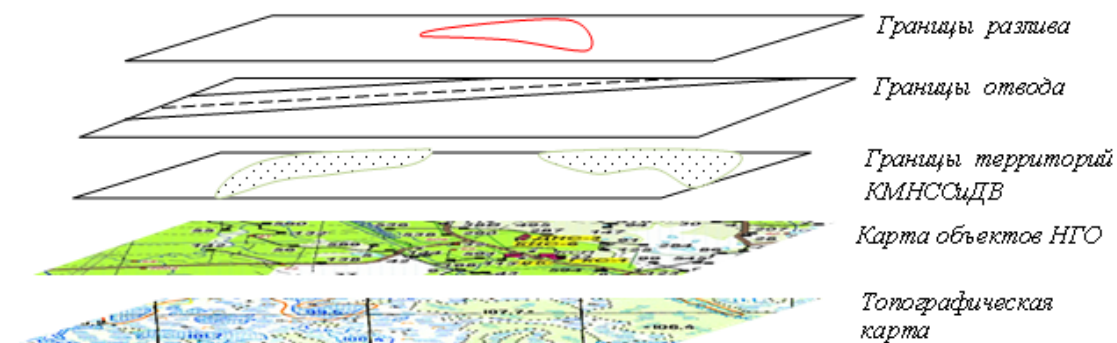


Рис. 1. Сочетание слоев для оценки негативного влияния НГО

Сочетание различных слоев (см. рис. 1) показывает отношения пространственных объектов и явлений. При этом можно выявить совпадающие, несовпадающие или частично совпадающие контуры, а также проследить динамику изменений во времени, например, обозначив границы оставшегося загрязнения по окончании рекультивационных мероприятий.

Помимо графической информации, для характеристики аварийного разлива необходимо иметь атрибутивную информацию, такую как название объекта, тип объекта, площадь загрязнения, степень загрязнения, экотоп. Данные показатели имеют важное значение для планирования рекультивации.

Наиболее удобным способом хранения подобной информации являются таблицы, строки которых соответствуют определенному объекту, а столбцы содержат однотипные характеристики всех объектов.

Такую структуру имеют реляционные базы данных (БД), на основе которых была разработана программа «Рекультивация» (свид-во о гос. регистрации № 2010613036). Основными функциями программы являются хранение качественных и количественных характеристик загрязненного участка, подсчет необходимых для рекультивации материалов, формирование перечня технических средств, выбор соответствующей технологической карты производства восстановительных работ.

На рис. 2 представлено окно программы «Рекультивация». Каждая строка таблицы соответствует объекту НГО (кустовая насосная станция, центр добычи нефти и газа и др.), а в столбцах приведены характеристики нефтяного загрязнения почвы (площадь загрязнения, степень загрязнения, экотоп).

По данным таблицы БД для анализа загрязнения территории Мамонтовского месторождения в СУБД Access, в автоматическом режиме составим диаграмму (рис. 3).

По этим данным можно сделать следующий вывод: всего на территории Мамонтовского месторождения в результате порыва трубопровода подверглось загрязнению 196,06 га. Из них: экотоп – низинное болото 2,5 га и 39,39 га соответственно средней и сильной степени загрязнения; экотоп – луговой 0,6 га и 32,59 га; экотоп – лесной 7,71 га и 92,83; экотоп – водный 20,04 га сильной степени загрязнения.

Номер объекта	Территория	Площадь земельного участка	Статус земельного участка	Земельный участок
Карт 001	Карт	17,35	Свободен	Новосибирская
Карт 0	Карт	5,58	Свободен	Новосибирская
Карт 06	Карт	22,02	Свободен	Новосибирская
Карт 122	Карт	1,46	Свободен	Новосибирская
Карт 327	Карт	1,20	Свободен	Новосибирская
Карт 115	Карт	0,96	Свободен	Новосибирская
Карт 70	Карт	5,40	Свободен	Новосибирская
Карт 307	Карт	0,80	Свободен	Новосибирская
Карт 74	Карт	0,8	Свободен	Новосибирская
Карт 177	Карт	0,62	Свободен	Новосибирская
Карт 07	Карт	19,4	Свободен	Новосибирская
Карт 06	Карт	2,76	Свободен	Новосибирская
Карт 707	Карт	7,30	Свободен	Новосибирская
Карт 328	Карт	0,99	Свободен	Новосибирская
Карт 319	Карт	0,67	Свободен	Новосибирская
МРОБ 1	МРОБ	7,42	Свободен	Новосибирская
МРОБ 11	МРОБ	1,29	Свободен	Новосибирская
Карт 123	Карт	0,91	Свободен	Новосибирская
Карт 10	Карт	20,84	Свободен	Новосибирская
Карт 06	Карт	1,90	Свободен	Новосибирская
Карт 208	Карт	7,70	Свободен	Новосибирская
Карт 209	Карт	0,58	Свободен	Новосибирская
Карт 01а	Карт	22,02	Свободен	Новосибирская
Карт 04	Карт	4,37	Свободен	Новосибирская

Рис. 2. Окно программы «Рекультивация»

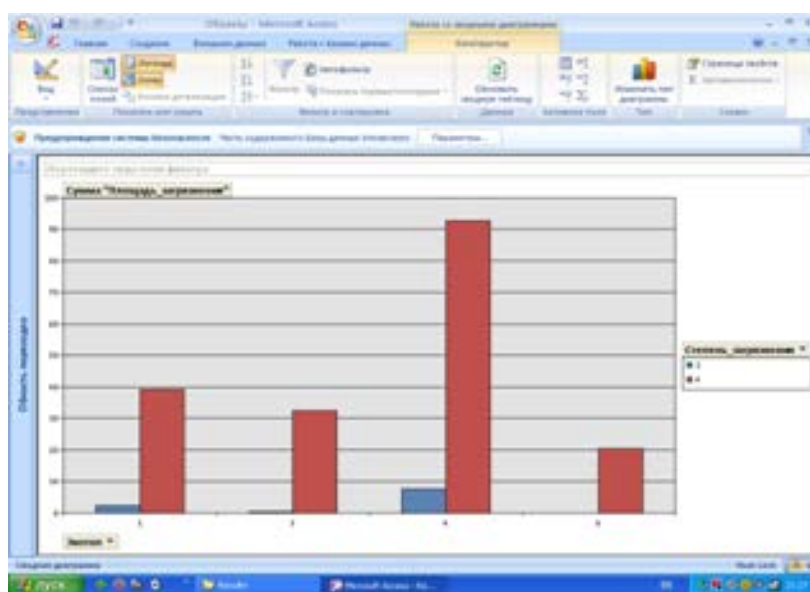


Рис. 3. Диаграмма загрязнения территории Мамонтовского месторождения

Полученные результаты позволяют произвести учет нефтезагрязненных земель, сформировать перечень восстановительных мероприятий, выполнить анализ и оценку влияния нефтегазовой отрасли на земельные ресурсы северных территорий Тюменской области.

Обобщая все вышесказанное, *этапы информационного обеспечения рационального использования и охраны северных территорий* можно представить в следующем виде (рис. 4).

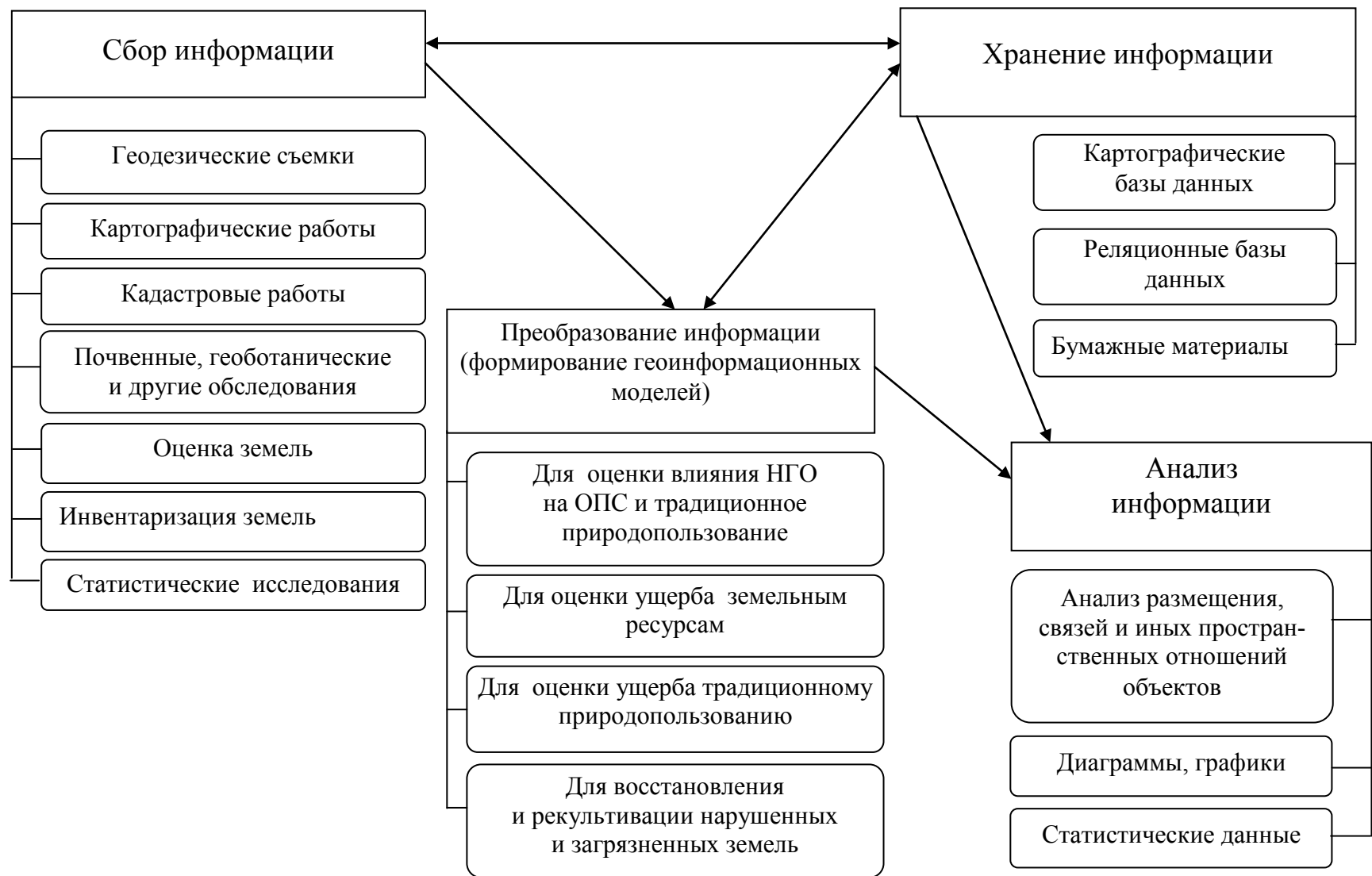


Рис. 4. Этапы информационного обеспечения рационального использования и охраны северных территорий

В заключение следует отметить, что особенно важными землеустроительными мероприятиями, проводимыми с учетом особенностей северных территорий, должны стать:

- определение границ территорий особо охраняемых земель, земель традиционного природопользования, оленеводческо-промысловых хозяйств, общинно-родовых хозяйств и т.п.;
- учет земель, в первую очередь нарушенных и загрязненных при разработке месторождений полезных ископаемых;
- разработка проектов рекультивации;
- мониторинг рекультивируемых земель;
- оценка ущерба окружающей природной среде;
- оценка ущерба традиционному природопользованию коренных малочисленных народов Севера.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

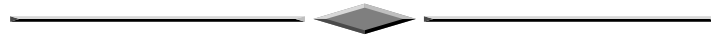
1. Емельянова, Т.А. Организация рационального использования и охраны земельных ресурсов северных территорий Российской Федерации (теория, методика, практика) / Т.А. Емельянова. – М.: ГУЗ, 2004. – 324 с.
2. Российская Федерация. Законы. О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации: федер. закон [принят Гос. Думой 04 апреля 2001 г. № 49] // Российская газета, № 88, 11.05.2001 г. (с изм. от 23.07.2008 № 160-ФЗ).
3. Закон Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера регионального значения в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре [принят Думой Ханты-Мансийского автономного округа – Югры 28 декабря 2006 г. № 145-оз] // Консультант Плюс.
4. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости: федер. закон [принят Гос. Думой 04 июля 2007 г. № 221]. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2010. – 48 с.

*Получено 18.11.2010*

© В.Н. Щукина, 2010

*В.Н. Щукина – аспирант СГГА, старший преподаватель кафедры геодезии и фотограмметрии Тюменского государственного архитектурно-строительного университета.  
Тел.: 8-906-824-76-16. E-mail: shukina82@mail.ru*

## ОПТИКА, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



УДК 535.317

*В.Л. Парко, Т.Н. Хацевич*

СГГА, Новосибирск

### **АЛГОРИТМ ВЫБОРА АПОХРОМАТИЧЕСКИХ ПАР СТЕКОЛ В МНОГОКОМПОНЕНТНОМ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБЪЕКТИВЕ**

В статье представлен алгоритм выбора апохроматических пар стекол в многокомпонентном астрономическом объективе.

алгоритм, объектив, апохроматическая пара стекол.

*V.L. Parko, T.N. Khatsevich*

SSGA, Novosibirsk

### **THE ALGORITHM OF A CHOICE APOCHROMATIC PAIR OF GLASSES IN MULTICOMPONENT ASTRONOMICAL OBJECTIVE**

The algorithm of a choice apochromatic pair of glasses in multicomponent astronomical objective is presented in the article.

algorithm, objective, apochromatic pair of glasses.

В линзовых объективах астрономических приборов, характеризующихся большими величинами фокусных расстояний и соответственно малыми угловыми полями, достигаемое в конкретной схеме ограничение по относительному отверстию достаточно часто обуславливается остаточными хроматическими aberrациями изображения: хроматизмом положения, вторичным спектром, сферохроматическими aberrациями.

В связи с этим, были созданы методики расчета таких объективов, например, Г.Г. Слюсарева – для расчета двухлинзовых склеенных объективов, а для более широкой области применения используются теории хроматизма и aberrаций третьего порядка [1].

В известных упомянутых методиках при выводе формулы для вычисления хроматизма положения оптических систем введено допущение, заключающееся в том, что изменение показателя преломления  $dn$  в пределах некоторой ограниченной области спектра (значительно меньшей, чем требуемый диапазон ахроматизации) принимаются бесконечно малыми величинами первого порядка ма-

лости и ими пренебрегают. Такое допущение весьма упрощает как сами выводы, так и получаемые при этом формулы. В то же время практическое применение этих формул подтверждает правомерность этого допущения при расчете традиционных схем дуплетов и триплетов ахроматических и апохроматических систем [2].

Вместе с тем, в многокомпонентных оптических системах с расстояниями между компонентами, сопоставимыми с фокусным расстоянием всей системы, а тем более в случае, когда хроматические аберрации каждого компонента не минимизированы и в системе должна обеспечиваться взаимная компенсация хроматизма компонентов, указанное допущение вызывает большую погрешность в расчете хроматизма положения изображения этими методиками. Выполненный поиск ахроматических пар по указанным методикам приводит к тому, что в процессе дальнейшей оптимизации объектива происходит не только оптимизация значений радиусов, толщин, осевых расстояний, но и коррекция марок стекол для минимизации хроматизма положения изображения. С практических позиций достижения качественного результата расчета конкретного объектива это обстоятельство не является препятствием к использованию расчетчиком указанных методик при поиске базовой исходной схемы, но и часто, при должном опыте, квалификации и интуиции расчетчика, делает нецелесообразным проведение поиска базовой схемы указанными методиками.

Однако успешный расчет конкретного объектива не гарантирует, что в многокомпонентной схеме достигнуты оптимальные соотношения между конструктивными параметрами схемы, удовлетворяющие одновременно не только требованиям по качеству изображения, но и массогабаритным, технологическим, стоимостным и другим критериям. Поэтому поиск закономерностей между конструктивными параметрами исследуемой схемы должен проводиться таким образом, чтобы дальнейшая оптимизация найденного решения по современным проектировочным программам давала результат, максимально приближенный к исходному, в частности, по набору марок стекол в схеме.

В качестве исследуемой схемы для отработки алгоритма выбора марок стекол выбрана перспективная схема апохроматического объектива для астрономических телескопов (рис. 1), в которой изначально принят ряд ограничений, а именно: количество марок стекол не более двух, отсутствие стекол с особым ходом дисперсии в них. Эти ограничения, с одной стороны, являются отражением стоимостных ограничений, с другой – не нарушают возможность отработки алгоритма выбора марок стекол.

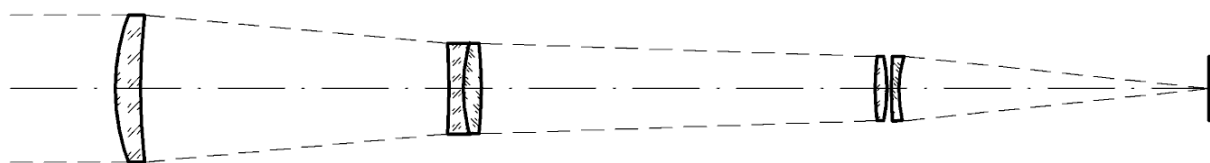


Рис. 1. Оптическая трехкомпонентная схема астрономического объектива

Была разработана математическая модель исследуемой системы, выработан алгоритм ее анализа, разработано программное обеспечение, проведено исследование для 84 марок стекол с нормальным ходом дисперсии, получены результаты в виде таблиц ахроматических пар стекол, оптических сил компонентов, осевых расстояний и др. оптических характеристик.

Чтобы устранить хроматизм положения в оптической системе в видимом диапазоне спектра, необходимо добиться равенства задних фокальных отрезков  $S'_{F1}$  и  $S'_{C1}$  линий  $F'$  и  $C'$  соответственно. При этом разница задних фокальных отрезков для линий  $F'(C')$  и  $e$  -  $S'_{F1}(S'_{C1})$  и  $S'_e$  есть численное значение вторичного спектра оптической системы.

Формула нахождения заднего фокального отрезка системы  $S'_e$  выглядит следующим образом [3]:

$$S'_e = \frac{\frac{1 - \Phi_1 \cdot d_1}{\Phi_1 + \Phi_2 - \Phi_1 \cdot \Phi_2 \cdot d_1} - d_2}{\Phi_3 \cdot \left( \frac{1 - \Phi_1 \cdot d_1}{\Phi_1 + \Phi_2 - \Phi_1 \cdot \Phi_2 \cdot d_1} - d_2 \right) + 1}, \quad (1)$$

где  $d_1$  – расстояние между первым и вторым компонентами системы;

$d_2$  – расстояние между вторым и третьим компонентами системы;

$\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3$  – оптические силы для линии  $e$ , соответственно для первого, второго и третьего компонентов системы.

В соответствии с формулой (1) выполняется габаритный расчет системы, определяются оптические силы компонентов, расстояния между ними и, как следствие, значение заднего фокального отрезка.

На этом этапе могут быть заданы ограничения, например, диаметр второго компонента не должен превышать половины диаметра первого компонента, что вкуче с выбранным расстоянием  $d_1$  существенно уменьшает диапазон возможных значений оптической силы  $\Phi_1$ .

Далее задается марка стекла, из которой выполняется одиночная линза первого компонента одна линза во втором компоненте и еще одна в третьем.

Задние фокальные отрезки  $S'_{F1}$  и  $S'_{C1}$  определяются по формулам, аналогичным (1), в которых оптические силы компонентов системы рассчитываются соответственно для показателей преломления для линий  $F'$  и  $C'$ .

Вторая марка стекла определяется таким образом, чтобы удовлетворить условию апохроматической коррекции:

$$S'_{F1} = S'_{C1} = S'_{F1}. \quad (2)$$

Определение второй марки стекла осуществляется путем последовательного перебора всех возможных сочетаний имеющих в каталоге марок стекол со стеклом первой линзы.

Далее меняется марка стекла первой линзы и расчет повторяется.



Представленный алгоритм позволил найти пары стекол, при которых достигается апохроматическая коррекция в видимом спектральном диапазоне (таблица). Для анализа был выбран каталог SCHOTT, в силу обширности номенклатуры марок стекол. Следует отметить, что в столбце 4 таблицы представлены наилучшие по степени коррекции вторичного спектра четыре марки стекла, составляющих апохроматическую пару для стекла 1 столбца 1, т. е. имеющие минимальные отклонения от равенства (2).

Таблица

Пары стекол апохроматов

Стекло 1	$n_e$	$v_e$	Стекло 2	$n_e$	$v_e$	$\Delta n_e$	$\Delta v$
1	2	3	4	5	6	7	8
N-FK51	1,4879	84,0743	N-LASF43	1,8108	40,3620	-0,3229	-43,7123
			N-LASF31A	1,8881	40,5154	-0,4002	-43,5589
			N-LAF36	1,8040	42,1161	-0,3161	-41,9582
			N-LASF41	1,8396	42,8848	-0,3517	-41,1895
N-PK52A	1,4985	81,2119	N-LASF43	1,8108	40,3620	-0,3124	-40,8499
			N-LASF31A	1,8881	40,5154	-0,3897	-40,6965
			N-LAF36	1,8040	42,1161	-0,3055	-39,0958
			N-LASF41	1,8396	42,8848	-0,3412	-38,3271
N-PK51	1,5302	76,5813	N-LASF43	1,8108	40,3620	-0,2806	-36,2193
			N-LASF31A	1,8881	40,5154	-0,3580	-36,0659
			N-LAF36	1,8040	42,1161	-0,2738	-34,4651
			N-LASF41	1,8396	42,8848	-0,3094	-33,6964
N-SF6	1,8127	25,1567	N-BK10	1,4996	66,7805	0,3131	41,6237
			N-FK5	1,4891	70,2253	0,3235	45,0685
			N-PSK3	1,5544	63,2336	0,2583	38,0769
			N-LAK21	1,6430	59,8583	0,1696	34,7016
N-SF11	1,7919	25,4733	N-BK10	1,4996	66,7805	0,2923	41,3072
			N-BAK2	1,5421	59,4398	0,2498	33,9665
			N-LAK21	1,6430	59,8583	0,1489	34,3851
			N-FK5	1,4891	70,2253	0,3028	44,7520
SF6	1,8126	25,2366	N-BK10	1,4996	66,7805	0,3131	41,5438
			N-BK7	1,5187	63,9614	0,2939	38,7247
			N-FK5	1,4891	70,2253	0,3235	44,9886
			N-PSK3	1,5544	63,2336	0,2583	37,9970
			N-BK10	1,4996	66,7805	0,2347	38,5929
N-SF10 и SF10	1,7343	28,1875	N-FK5	1,4891	70,2253	0,2452	42,0377
			N-PSK53	1,6225	63,1885	0,1118	35,0010
			N-PK52A	1,4985	81,2119	0,2358	53,0244
			N-BK10	1,4996	66,7805	0,3554	43,1387
SF57	1,8550	23,6418	N-PSK53	1,6225	63,1885	0,2326	39,5468
			N-LAK14	1,6998	55,1946	0,1552	31,5528
			N-SK16	1,6229	60,0758	0,2322	36,4340

В настоящее время авторами исследуются предельные оптические характеристики, достижимые объективами такого типа. Показано, что такие объективы с относительным отверстием до 1 : 7 и угловым полем до 1,5° для видимого спектрального диапазона обеспечивают качество изображения, удовлетворяющее требованиям, предъявляемым к серийно выпускаемым астрономическим телескопам. Дальнейшее улучшение оптических характеристик видится или усложнением схемы, или применением трех и более марок стекол.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Слюсарев, Г.Г. Расчет оптических систем / Г.Г. Слюсарев. – Л.: Машиностроение, 1975. – 640 с.
2. Чуриловский, В.Н. Теория хроматизма и aberrаций третьего порядка / В.Н. Чуриловский. – Л.: Машиностроение, 1968. – 383 с.
3. Прикладная оптика / А.С. Дубовик [и др.]; под ред. А.С. Дубовика. – М.: Недра, 1982. – 612 с.
4. Парко, В.Л. Апохроматический объектив без использования особых стекол / В.Л. Парко, Т.Н. Хацевич // ГЕО-Сибирь-2010. Т. 5. Специализированное приборостроение, метрология, теплофизика, микротехника, нанотехнологии. Ч. 1: сб. матер. VI Междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2010». – Новосибирск: СГГА, 2010. – С. 37–41.

*Получено 11.11.2010*

*© В.Л. Парко, Т.Н. Хацевич, 2010*

*В.Л. Парко – аспирант.*

*Т.Н. Хацевич – канд. техн. наук, профессор кафедры оптических приборов.*

*Тел.: 8-913-742-34-93.*

УДК 681.7.015.2

*В.М. Тымкул, Л.В. Тымкул, О.К. Ушаков, Ю.А. Фесько*

СГГА, Новосибирск

## **МЕТОД ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ТЕПЛОВИЗИОННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ**

В работе приводятся методы и способы дистанционного определения объемной формы объектов и получения их трехмерного изображения. Приводится сравнительный анализ различных способов распознавания. Также описан способ получения трехмерных изображений объектов по собственному поляризованному ИК излучению в реальном масштабе времени.

тепловидение, поляризация, термограмма, трехмерное изображение.

*V.M. Tymkul, L.V. Tymkul, O.K. Ushakov, Yu.A. Fesko*

SSGA, Novosibirsk

## **METHOD FOR RECOGNITION OF THREE-DIMENSIONAL SHAPE OF OBJECTS IN ITS POLARIZED THERMAL RADIATION**

In article presents methods and techniques of remote determination of the three-dimensional shape of objects and getting their three-dimensional image. The comparative analysis of different methods of detection. Also provides a method of obtaining three-dimensional images of objects on their own polarized infrared radiation in real time.

thermal imaging, polarization, thermogram, three-dimensional image.

В настоящее время широко используется представление оптических изображений в трехмерном виде. Применяемые технологии трехмерного сканирования являются весьма трудоемкими и, как правило, требуют ручной доводки получаемых в итоге их применения результатов. Для получения недостающей третьей координаты сканируемого объекта, а именно глубины, в этих технологиях используется либо время задержки отражений лазерного сканирующего луча от объекта, либо степень искажения проекций на сканируемый объект специальной решетки, например решетки в виде полос, смещение соответствующих точек сканируемого объекта на стереоизображениях или применяются методы вычисления третьей координаты, основанные на использовании эффекта размытия изображения, обусловленного конечностью глубины фокусировки оптической системы.

Перечисленные методы имеют следующие ограничения.

Лазерные сканеры применяют в настоящее время для сканирования только крупных объектов, таких как здания, вышки, башни, заводские территории, железнодорожные станции, аэропорты и т. д., поскольку погрешность измерения глубины при сканировании небольших объектов оказывается слишком большой.

В случае применения технологий, когда на сканируемый объект проецируется специальная решетка в виде полос, возникает проблема сшивания изобра-

жений, полученных по нескольким проекциям. Поскольку у реальных объектов различные части имеют сильно различающуюся детализацию, то в областях высокой детальности в создаваемую модель приходится вручную добавлять точки, что делает метод трудоемким. Кроме того, при использовании нескольких камер либо одной с различными ракурсами, нужно предварительно провести калибровку, т. е. определить их взаимное расположение.

Недостаток технологии, основанной на использовании стереоизображений, заключается в том, что при её применении трудно обеспечить точное соответствие пикселей на изображениях объекта, полученных с двух камер в бесструктурных областях, вследствие чего невозможно обеспечить достаточную точность получаемых трехмерных изображений.

При вычислении глубины резкости оптических систем основные недостатки – это низкая точность получаемых результатов и высокая трудоемкость.

Дальнейшее развитие методов и способов тепловизионного распознавания объемной формы объектов [1–5] предопределяет возможность определения их трехмерной формы в реальном масштабе времени. В этой связи рассмотрим некоторые современные методы и способы бесконтактного измерения и контроля линейных размеров трехмерных объектов [2, 7, 8], которые являются аналогами предложенного нами способа распознавания трехмерной формы объектов на основе одной поляризационной комбинированной термограммы [9].

Способ бесконтактного измерения трехмерных объектов [7] заключается в проецировании плоского луча света на измеряемую поверхность яркой контрастной линии, регистрации её с помощью цифрового фоторегистрирующего устройства, передаче изображения этой линии на вычислительное устройство, определении вычислительным устройством рельефа измеряемой поверхности в плоскости луча по величине искривления линии. При этом плоский луч неподвижен относительно фоторегистрирующего устройства, а сканирование его по всем сечениям измеряемой поверхности осуществляют ручным перемещением фоторегистрирующего устройства.

Недостатком данного способа является недостаточная точность измерения в зонах малых углов наклона относительно направления проецирования луча, а также необходимость наличия опорных линий, которые должны быть неподвижны относительно измеряемого объекта. Помимо этого, на точность результатов измерения влияет угол проецирования полосы света и угол регистрации. Главным недостатком этого способа является использование источника излучения.

Способ бесконтактного контроля линейных размеров трехмерных объектов [8] заключается в многократном формировании на поверхности контролируемого объекта зондирующей структурированной подсветки путем освещения поверхности контролируемого объекта пучком оптического излучения, каждый раз с увеличением пространственной модуляцией интенсивности пучка оптического излучения, а также последовательной регистрации изображений искаженной рельефом поверхности контролируемого объекта структуры зонди-

рующей подсветки и определения высоты рельефа поверхности контролируемого объекта по степени искажения изображения структуры зондирующей подсветки. Для каждой точки контролируемого объекта определяют зависимость интенсивности зарегистрированного излучения от номера изображения. Используют полученные калибровкой калибровочной поверхности зависимости интенсивности зарегистрированного излучения от номера изображения для калибровочной поверхности, определенной как базовая. Для определения высоты рельефа поверхности контролируемого объекта определяют расстояние от базовой поверхности до точки калибровочной поверхности, в которой зависимость интенсивности зарегистрированного излучения от номера изображения в наибольшей степени подобна зависимости в исследуемой точке контролируемого объекта.

Недостатками данного способа являются: 1) необходимость регистрировать более двух изображений структуры подсветки, так как погрешность способа уменьшается с увеличением количества изображений; 2) необходимость в обеспечении подсветки и ее модуляции и зависимости расположения активного канала от регистрирующего канала.

Способ распознавания формы объектов [2] заключается в сканировании поверхности объекта по строке и кадру поляризации собственного теплового излучения объекта, преобразовании поляризованного теплового сигнала в электрический сигнал с последующим запоминанием, формировании четырех поляризационных тепловизионных изображений объекта с азимутами поляризации  $0, 45, 90, 135^\circ$  соответственно для определения формы объекта по формулам, сформированным на значениях видеосигналов этих четырех термограмм.

Недостатком этого способа является тот факт, что он не учитывает эллиптичность поляризации теплового излучения реальных объектов, что ограничивает его применение только для объектов с частично линейно-поляризованным тепловым излучением и делает невозможным распознавание в реальном масштабе времени.

Наиболее близкий, по сути к достигаемому результату, является способ тепловизионного распознавания формы объектов [5]. Способ заключается в сканировании поверхности объекта, поляризации собственного теплового излучения объекта, преобразовании поляризованного тепловизионного сигнала в электрический с последующим запоминанием и анализом электрического сигнала, формировании двух поляризационных тепловизионных изображений с азимутами поляризации  $45$  и  $90^\circ$ , соответственно, а форма объекта внутри контура определяется по формулам, сформированным по значениям видеосигналов этих двух термограмм.

Недостатком данного способа является отсутствие возможности реализовать процесс распознавания формы объектов в реальном масштабе времени. Это связано с тем, что необходимо зафиксировать во времени азимуты поляризации теплового излучения объекта, равные  $45$  и  $90^\circ$  и при этих азимутах за-

помнить термограммы, а потом проводить анализ видеосигналов элементов изображения для получения через них формы объекта внутри контура.

Задачей, на решение которой направлен предлагаемый нами метод, является дистанционное распознавание формы объекта внутри его тепловизионного контура на основе одного поляризационного изображения.

Технический результат, достигаемый при решении поставленной задачи, заключается в распознавании и трехмерной визуализации формы объекта в реальном масштабе времени, расширение информативности тепловизионного канала оптических и оптико-электронных систем распознавания трехмерных объектов.

Поставленная задача достигается за счет того, что в методе тепловизионного распознавания формы объектов, заключающемся в сканировании поверхности объекта, поляризации его оптического излучения, преобразовании поляризационного тепловизионного сигнала в электрический с последующим запоминанием и анализом сигнала и формировании поляризационного тепловизионного изображения объекта согласно изобретению формируют одно тепловизионное изображение, получаемое с использованием комбинированного поляризационного фильтра, при этом форму объекта внутри его контура определяют выражениями:

$$z(N)|_{y=\text{const}} = z(N-1) + \Delta x(N) \times \left. \begin{array}{l} \text{arccos} \left\{ 1 - \frac{2}{3a} \sqrt{\left[18(1-U) + (1-U)^3\right]^2 - \left[(1-U)^4 + 11(1-U) - 1\right]^2} \times \right. \\ \left. \times \cos \left[ \frac{1}{3} \arctg \frac{|(1-U)^4 + 11(1-U) - 1|}{18(1-U) + (1-U)^3} \right] + \frac{1-U}{3a} \right\} \end{array} \right\}_{xz}; \quad (1)$$

$$z(L)|_{x=\text{const}} = z(L-1) + \Delta y(L) \times \left. \begin{array}{l} \text{arccos} \left\{ 1 - \frac{2}{3a} \sqrt{\left[18(1-U) + (1-U)^3\right]^2 - \left[(1-U)^4 + 11(1-U) - 1\right]^2} \times \right. \\ \left. \times \cos \left[ \frac{1}{3} \arctg \frac{|(1-U)^4 + 11(1-U) - 1|}{18(1-U) + (1-U)^3} \right] + \frac{1-U}{3a} \right\} \end{array} \right\}_{yz}, \quad (2)$$

где  $x, y, z$  – декартовы координаты на поверхности объекта;  $L, N$  – номер строки и элемента строки тепловизионного кадра;  $\Delta y, \Delta z$  – шаг сканирования при сканировании вдоль координат  $OY$  и  $OZ$ ;  $U$  – величина видеосигнала тепловизионного изображения с комбинированным поляризационным фильтром;  $a$  – постоянная, характеризующая материал и шероховатость поверхности объекта.

Рассмотрим оптико-физическое обоснование метода распознавания объемной формы объектов на основе одной комбинированной поляризационной термограммы.

Вектор-параметр Стокса\* собственного теплового излучения объекта имеет вид:

$$\Phi_j = \Phi \begin{pmatrix} 1 \\ P \cos 2t \cos 2\gamma \\ P \sin 2t \cos 2\gamma \\ P \sin 2\gamma \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где  $\Phi$  – поток собственного излучения объекта;  $P$ ,  $t$ ,  $\gamma$  – степень, азимут и степень эллиптичности поляризации теплового излучения объекта.

В качестве комбинированного поляризационного фильтра используется последовательно расположенные ахроматическая пластинка  $\lambda/4$  с углом ориентации быстрой оси  $\Theta = 45^\circ$  и линейный инфракрасный поляризатор с азимутом  $\alpha = 0^\circ$ . Матрицы пропускания пластинки  $\lambda/4$  и линейного поляризатора имеют вид:

$$\tau_{i,j}^{(1)} = \tau_{\lambda/4} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}; \quad (4)$$

$$\tau_{i,k}^{(2)} = \tau_{\Pi} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где  $\tau_{\lambda/4}$ ,  $\tau_{\Pi}$  – энергетический коэффициент пропускания пластинки  $\lambda/4$  и поляризатора.

Так как первый элемент вектор-параметра Стокса теплового излучения, прошедшего через комбинированный фильтр, представляет собой значение энергетического потока теплового излучения объекта, то выходной сигнал на выходе приемника излучения записывается в виде:

$$U^{(1)}(N, L) = S \tau_0 \Phi \tau_{\lambda/4} \tau_{\Pi} [1 - P(N, L) \sin 2\gamma], \quad (6)$$

---

\* Вектор-параметр Стокса – это характеристика оптического излучения, которая количественно описывает как энергетические, так и поляризационные свойства излучения объектов.

где  $S$  – чувствительность приемника излучения, который располагается после комбинированного фильтра.

На основании формул

$$\operatorname{tg}\gamma = \varepsilon_{\perp} / \varepsilon_{\parallel}; \quad (7)$$

$$\operatorname{tg}\gamma = (1 - P)/(1 + P), \quad (8)$$

где  $\varepsilon_{\perp}$ ,  $\varepsilon_{\parallel}$  – перпендикулярная и параллельная компоненты коэффициента излучения материала поверхности объекта, уравнение для выходного сигнала в нормированном виде записывается в виде:

$$P^3 + (1 - U)P^2 - P + (1 - U) = 0. \quad (9)$$

Учитывая выражение связи степени поляризации  $P$  теплового излучения плоского элемента поверхности с углом ориентации  $\psi$  элемента по отношению к наблюдателю

$$P(\psi) = a(1 - \cos \psi) \quad (10)$$

и формулу (9), получим связь угла ориентации локальных элементов поверхности объекта через видеосигналы  $U$  этих элементов:

$$\psi = \arccos \left\{ \begin{array}{l} -\frac{2}{3a} \sqrt{\left[18(1 - U) + (1 - U)^3\right]^2 - \left[(1 - U)^4 + 11(1 - U) - 1\right]^2} \times \\ \times \cos \left[ \frac{1}{3} \operatorname{arctg} \frac{|(1 - U)^4 + 11(1 - U) - 1|}{18(1 - U) + (1 - U)^3} \right] + \frac{1 - U}{3a} \end{array} \right\}. \quad (11)$$

Эта функциональная связь угла  $\psi$  и видеосигнала  $U$  и используется для определения формы объекта.

Практически при обработке термограмм процесс определения формы объектов осуществляется по следующим выражениям:

$$z(N) \Big|_{y=\text{const}} = z(N - 1) + \Delta x(N) \times \operatorname{tg}\psi_{xz}(N); \quad (12)$$

$$z(L) \Big|_{x=\text{const}} = z(L - 1) + \Delta y(L) \times \operatorname{tg}\psi_{yz}(L), \quad (13)$$

которые, с учетом (10), формируют выражения (1) и (2).

Необходимо отметить, что постоянная  $a$  в формуле (10) зависит от оптических постоянных и шероховатости материала поверхности объекта и имеет следующий вид:

$$a = P_m \cdot \delta, \quad (14)$$



где

$$P_m = \frac{[(1 - \rho_{\square}) - (1 - \rho_{\perp})]}{[(1 - \rho_{\square}) + (1 - \rho_{\perp})]}; \quad (15)$$

$$\rho_{\square} = \frac{c^2 + b^2 - 2c \sin \psi_m + \sin^2 \psi_m \operatorname{tg}^2 \psi_m}{c^2 + b^2 + 2c \sin \psi_m + \sin^2 \psi_m \operatorname{tg}^2 \psi_m} \cdot \rho_{\perp}; \quad (16)$$

$$\rho_{\perp} = \frac{c^2 + b^2 - 2c \cos \psi_m + \cos^2 \psi_m}{c^2 + b^2 + 2c \cos \psi_m + \cos^2 \psi_m}; \quad (17)$$

$$c^2 = \frac{1}{2n_0} \left\{ \left[ n^2 - k^2 - (n_0^2 \sin^2 \psi_m)^2 + 4n^2 k^2 \right]^{1/2} + n^2 - k^2 - n_0^2 \sin^2 \psi_m \right\}; \quad (18)$$

$$b^2 = \frac{1}{2n_0^2} \left\{ \left[ n^2 - k^2 - (n_0^2 \sin^2 \psi_m)^2 + 4n^2 k^2 \right]^{1/2} - n^2 + k^2 + n_0^2 \sin^2 \psi_m \right\}, \quad (19)$$

где  $n$ ,  $k$  – оптические постоянные материала покрытия объекта;  $\psi_m$  – угол излучения, при котором наблюдается максимум степени поляризации теплового излучения материала поверхности объекта;  $n_0$  – показатель преломления среды, в котором находится объект;  $\delta$  – коэффициент, зависящий от индикатрисы излучения и шероховатости материала поверхности объекта.

На рисунке изображена схема реализации способа, являющегося техническим решением предложенного метода распознавания трехмерной формы объектов [9].

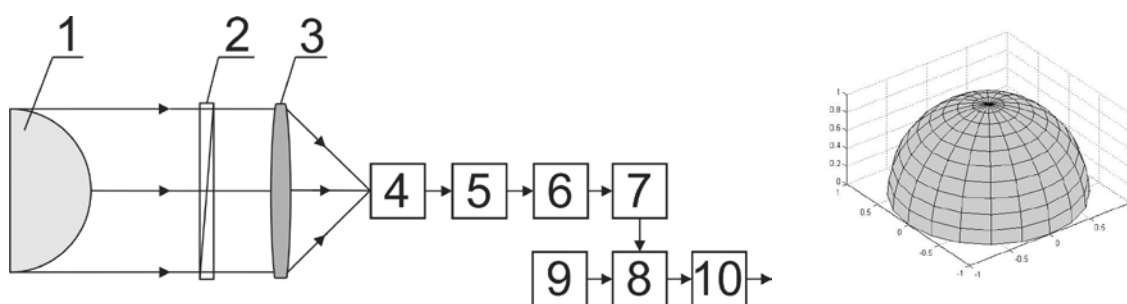


Рис. Функциональная схема реализации способа распознавания трехмерной формы объектов на основе однополяризационной комбинированной термограммы

Схема включает измеряемый объект 1, комбинированный поляризационный фильтр 2, который представляет собой последовательно расположенные ахроматическую пластинку  $\lambda/4$  и инфракрасный поляризатор, оптическую сис-

тему 3, матричный приемник излучения 4, блок усиления 5, блок обработки информации 6, блок хранения информации 7, ЭВМ 8, программное обеспечение 9 и устройство вывода информации 10.

Работа способа заключается в следующем: тепловое излучение исследуемого объекта 1 проходит комбинированный поляризационный фильтр 2, на выходе которого излучение приобретает в общем виде эллиптическую форму поляризации, далее излучение фокусируется оптической системой 3 на матричный приёмник излучения (МПИ) 4, где преобразовывается в электрический сигнал, сигнал от МПИ поступает на вход блока усиления 5, из которого поступает в блок обработки информации 6, далее информация поступает в блок хранения 7, из блока хранения передается на ЭВМ, где программным обеспечением 9 производится обработка и вычисление декартовых координат, две из трёх декартовых координат определяются размерами теплового изображения, а вычисление третьей координаты осуществляется за счет функциональной зависимости степени поляризации теплового излучения каждого из элементов изображений от угла ориентации излучающей площадки относительно направления её наблюдения и передается на устройство вывода информации 10.

При необходимости дистанционного измерения температуры поверхности наблюдаемого объекта целесообразно воспользоваться разработанным нами способом измерения температуры [10].

Способ тепловизионного распознавания формы поверхности объектов может быть использован в оптических и оптико-электронных системах распознавания, измерительной технике для измерения размеров и визуализации профиля измеряемой поверхности трехмерных объектов. Главное преимущество предлагаемого способа распознавания формы объектов перед известными способами заключается в отсутствии необходимости обеспечивать подсветку измеряемого объекта. Кроме того, способ учитывает эллиптичность поляризации теплового излучения реальных объектов, что расширяет его применение для объектов с частично линейно-поляризованным тепловым излучением, а использование для распознавания одного поляризационного теплового изображения позволяет осуществлять идентификацию формы объектов в реальном масштабе времени, что упрощает применение и реализацию устройств на его основе, а также значительно расширяет сферу его использования в науке и технике.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тымкул, О.В. Методика определения объемной формы объектов на основе поляризационной комбинированной термограммы / О.В. Тымкул, В.М. Тымкул, О.К. Ушаков // Оптический журнал. – 1999. – Т. 66, № 2. – С. 54–59.
2. А.с. № 166727 СССР, МКИ Н04Н 5/33. Способ тепловизионного распознавания формы объектов / В.М. Тымкул, Л.В. Тымкул, М.И. Ананич, П.Г. Голубев, С.Г. Смагин / СССР/. – № 4738971/09; заяв. 06.06.89; опубл. 30. 07.91, Бюл. № 28.
3. Пат. 2024212 Российская Федерация, МКИ Н04Н 5/33. Способ распознавания формы объектов / Гринев А.Б., Куроптева Т.Б., Тымкул В.М., заявитель и патентообладатель Си-

бирская государственная геодезическая академия. – № 4925084 /09/ 028136, заяв. 3.04.91; опубл. 10.05.94, Бюл. № 22.

4. Пат. 2099759 Российская Федерация, МКИ G02B 27/18. Тепловизионный способ распознавания формы объекта и устройство для его осуществления / Тымкул В.М., Тымкул Л.В., Ананич М.И., Смагин С.Г.; заявитель и патентообладатель Сибирская государственная геодезическая академия. – № 93037825/09; заяв. 23.07.93; опубл. 20.12.97, Бюл. № 35.

5. Пат. 2141735 Российская Федерация, МКИ H04N 5/33. Способ тепловизионного распознавания формы объектов / Тымкул В.М., Тымкул О.В., Тымкул Л.В., Ананич М.И.; заявитель и патентообладатель Сибирская государственная геодезическая академия. – № 95111870; заяв. 11.02.95; опубл. 20.11.99, Бюл. № 32.

6. Тымкул, В.М. Тепловизионная система с автоматизированным управлением поляризаторной насадкой / В.М. Тымкул // Тез. докл. 3-й Междунар. конф. «Измерение, контроль и автоматизация производственных процессов» (ИКАПП-94). – Барнаул, 1994. – Т. 1, ч. 2. – С. 13.

7. Пат. 2365876 РФ, МКИ G01B 11/24. Способ бесконтактного измерения трехмерных объектов / Ландо Я.Б.; заявитель и патентообладатель Ландо Яков Борисович. – № 2007127463/28; заяв. 18.07.2007; опубл. 27.08.2009, Бюл. № 24.

8. Пат. 2334195 РФ, МКИ G01B 11/24. Способ бесконтактного измерения линейных размеров трехмерных объектов / Двойнишников С.В., Аникин Ю.А., Главный В.Г., Меледин В.Г.; заявитель и патентообладатель Двойнишников Сергей Владимирович, Меледин Владимир Генриевич. – № 2006118624/28; заяв. 29.05.2006; опубл. 10.12.2007, Бюл. № 26.

9. Заявка № 2010129703(042209). Способ тепловизионного распознавания формы объектов / В.М. Тымкул, Ю.А. Фесько; заявитель и патентообладатель Сибирская государственная геодезическая академия. Заявка на патент Российской Федерации. Приоритет от 15.07.2010 г.

10. Тымкул, В.М. Способ измерения температуры / В.М. Тымкул, Л.В. Тымкул, Д.С. Шелковой, Ю.А. Фесько // Положительное решение на выдачу патента Российской Федерации на изобретение по заявке № 2009134008/28(047864) от 10.09.2009 г.

*Получено 11.11.2010*

*© В.М. Тымкул, Л.В. Тымкул, О.К. Ушаков, Ю.А. Фесько, 2010*

*В.М. Тымкул – канд. техн. наук, профессор кафедры оптико-электронных приборов.*

*Л.В. Тымкул – канд. техн. наук, профессор кафедры оптических приборов.*

*О.К. Ушаков – канд. техн. наук, директор Института оптики и оптических технологий.*

*Ю.А. Фесько – аспирант.*

*Тел.: 343-91-11.*

УДК 681.751.3

*Г.К. Берник, Т.Н. Хацевич*

СГГА, Новосибирск

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ОПТИЧЕСКИХ ПРИЦЕЛОВ ДЛЯ ОХОТНИКОВ**

Изложены основные тенденции в развитии охотничьих прицелов, сообщается о разработке новой оптической схемы с высокими техническими характеристиками.

оптические прицелы для охотников, характеристики, оптическая схема.

*G.K. Bernik, T.N. Khatsevich*

SSGA, Novosibirsk

## **CURRENT TRENDS IN OPTICAL SIGHTS FOR HUNTERS**

The basic trends in the development of hunting sights are presented in the article and the article reports on the design of a new optical system with high features.

scopes for hunters, characteristics, optical design.

Такая традиционная группа оптических приборов, как оптические прицелы для охотников, представлена на российском рынке как отечественными [1], так и, в большей степени, приборами зарубежного производства. Проведенный анализ характеристик более 100 моделей охотничьих прицелов различных производителей (19 фирм из 6 стран) позволил кратко сформулировать современные тенденции в разработке приборов данной группы: расширение диапазона видимых увеличений (от 1,5 до 42 крат у отдельных производителей); обеспечение панкратической смены увеличения с кратностью от 2 до 6 раз; увеличение диаметра входного зрачка (до 72 мм у отдельных производителей); увеличение удаления выходного зрачка (от 90 до 113 мм у отдельных производителей); уменьшение длины; введение антипараллакса; установка прицельной марки в переднюю фокальную плоскость окуляра; использование коллектива для выверки прицела. Использование в конструкции прицелов современных сплавов алюминия и деталей из пластмасс позволили снизить массу приборов до 300–700 г по сравнению с 500–1 400 г у прицелов типа ПСО-1 (в зависимости от моделей). Для удобства использования и возможности применения с оружием разных производителей прицелы не имеют собственного кронштейна и устанавливаются на съемные, которые, в свою очередь, крепятся на рейки Weaver с двумя типоразмерами 18 и 24 мм. Рейки обеспечивают возможность перемещения прицела вдоль ствола для установки удобного для охотника положения выходного зрачка относительно приклада оружия.

Большой модельный ряд прицелов позволяет расширить возможности их применения: с различными видами стрелкового оружия, при различных условиях, при наведении на цели различных размеров и при различной скорости перемещения цели в пространстве и т. д. Прицельные марки с различной топо-

графией рисунка и угловыми размерами позволяют охотнику подобрать оптимальный вариант марки для использования при охоте на разную дичь.

Реализация указанных тенденций в первую очередь обуславливается совершенствованием оптических систем прицелов, использованием новых марок стекол, применением асферических поверхностей, повышением относительных отверстий элементов, использованием длиннофокусных окуляров, увеличением функциональной и абберационной нагрузки на оборачивающую систему, в частности, осуществлением в ней панкратической смены увеличения.

В качестве примера в таблице выборочно приведены характеристики оптических прицелов с увеличением 6 крат в соответствии с информацией, представленной на официальных сайтах производителей\*. Для сравнительной оценки вводится комплексный коэффициент  $k = 2\omega \cdot \Gamma \frac{s'_{P'}}{L}$ : чем этот коэффициент больше, тем более сложным и противоречивым с оптической точки зрения требованиям удовлетворяет оптическая система конкретного прибора.

Таблица

Характеристики охотничьих прицелов разных производителей

Модель	Фирма-производитель (страна)	Увеличение $\Gamma$ , крат	Поле зрения $2\omega$ , градус	Удаление выходного зрачка $s'_{P'}$ , мм	Длина $L$ , мм	$k$
ПО 6x36	НПЗ (Россия)	6	4,0	66,0	410	3,86
ПО 6x42E	Veber (Россия)	6	3,3	95,0	320	5,88
Пилад 6x42	ВОМЗ (Россия)	6	4,0	80,0	320	6,00
ПОСП 6x24	БелОМО (Беларусь)	6	4,0	68,2	337	4,86
ZD 6x50	MeOpta (Чехия)	6	3,7	70,0	332	4,68
6x42	Schmidt & Bender (США)	6	3,8	83,1	335	5,66
6x42	KAPS (Австрия)	6	3,8	90,0	325	6,31
ProStaff 6x40	Nikon (Япония)	6	3,8	88,9	320	6,33
FX-III 6x42	Leupold (США)	6	3,3	113	335	6,72
6x42 EURO-30	BARSKA (США)	6	4,0	99,0	323	7,36
SCP-T169	LEAPERS (США)	6	4,0	76,2	220	7,81
6x54		6	5,0	90,0	320	8,44

\* ФГУП ПО НПЗ им. Ленина [www.npzoptics.ru](http://www.npzoptics.ru); Veber [www.veber.ru](http://www.veber.ru); ОАО ВОМЗ [www.vomz.ru](http://www.vomz.ru); ОАО БелОМО-ММЗ им Вавилова [www.belomo.by](http://www.belomo.by); MeOpta [www.meopta.com](http://www.meopta.com); Schmidt & Bender [www.schmidtbender.com](http://www.schmidtbender.com); KAPS-Optic GmbH [www.kaps-optik.de](http://www.kaps-optik.de); Nikon [www.nikon.com](http://www.nikon.com); Leupold [www.leupold.com](http://www.leupold.com); BARSKA [www.barska.com](http://www.barska.com); Leapers inc [www.leapers.com](http://www.leapers.com)

Отечественные приборы, имеющие удаление выходного зрачка не более 75 мм, являются модернизированными прицелами широко известного ПСО-1, созданного в шестидесятые годы прошлого века для снайперской винтовки Драгунова. Без существенного пересмотра всей оптической схемы и конструктивного исполнения оптических схем её компонентов в ней не реализуется удаление выходного зрачка более указанного. Исключение составляет прибор фирмы Veber (Россия), в котором реализовано удаление выходного зрачка 95 мм при сниженном поле зрения до  $3,3^\circ$  против  $4^\circ$  у остальных. Значение введенного коэффициента  $k$  для отечественных приборов лежит в диапазоне от 3,9 до 6.

В лучших зарубежных моделях коэффициент  $k$  достигает величины, близкой к 8, что обеспечивается сокращением длины до 220 мм у моделей с призмочной оборачивающей и до 340 мм у моделей с линзовой оборачивающей, увеличением удаления выходного зрачка от 90 до 113 мм (иногда при незначительном снижении поля зрения до  $3,7^\circ$ ).

Вместе с тем при проведении анализа было выявлено, что многие производители отказываются от прицелов с постоянным увеличением, а некоторые из них полностью перешли на выпуск прицелов с панкратической сменой увеличения.

С целью реализации выявленных тенденций в оптических системах охотничьих прицелов авторами в инициативном порядке проведен расчет оптической схемы со следующими техническими характеристиками: увеличение  $6\times$ , угловое поле  $5^\circ$ , удаление выходного зрачка 90 мм, диаметр выходного зрачка 9 мм, длина 320 мм. В рассчитанной системе качество изображения удовлетворяет требованиям, предъявляемым к визуальным оптическим приборам. В настоящее время ведется работа по совершенствованию схемы, её отработке на технологичность. Характеристики рассчитанной схемы  $6\times 54$ , приведенные в последней строке таблицы, конкурируют по комплексному коэффициенту  $k$  с лучшими зарубежными образцами.

На основе схемы  $6\times 54$  разрабатывается вариант  $3-6\times 48$  с панкратической сменой увеличения, обеспечиваемой путем введения в исходную систему только новой оборачивающей.

Разработка может представлять интерес для отечественных производителей оптических приборов данной группы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оптико-электронные системы и лазерная техника: энциклопедия «Оружие и технологии России. XXI век», 11 том / под ред. А.Э. Сердюкова. – М.: Оружие и технологии, 2005.

Получено 12.11.2010

© Г.К. Берник, Т.Н. Хацевич, 2010

Г.К. Берник – студент 6-го курса.

Т.Н. Хацевич – канд. техн. наук, профессор кафедры оптических приборов.

Тел.: 8-913-742-34-93.

УДК 681.586

*А.Н. Серьезнов*

СибНИА им. С.А. Чаплыгина, Новосибирск

*Н.Р. Рахимов, Т.В. Ларина, И.Н. Карманов, П.В. Петров*

СГГА, Новосибирск

## **ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ ПРЕВЫШЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕРОДА В ВОЗДУХЕ**

В статье рассмотрена оптоэлектронная система сигнализации превышения предельно допустимой концентрации углерода в воздухе. Приведены ее функциональная схема, временные диаграммы и конструкция первичного преобразователя.

светоизлучающий диод, источники и приемники оптического излучения, оптоэлектронная система.

*A.N. Serjuznov*

SibNIA of Chapligina, Novosibirsk

*N.R. Rakhimov, T.V. Larina. I.N. Karmanov, P.V. Petrov*

SSGA, Novosibirsk

## **OPTOELEKT RONICAL ALARM SYSTEM TO EXCESS OF MAXIMUM PERMISSIBLE CONCENTRATION CARBON IN AIR**

In article deals the optoelektronical alarm system to excess of maximum permissible concentration of carbon in air. Its function chart, time diagram's and a design of the primary converter are resulted.

emitting diodes, emitting diodes, optoelectronic emitting receiver (OER) optoelectronic systems.

В последнее время в России и за рубежом все шире применяют ИК-газоанализаторы, созданные на основе полупроводниковых ИК-излучателей (светодиоды, лазерные диоды) и приемников оптического излучения (фотодиоды, фототранзисторы, фоторезисторы, приемники с аномально большим (или высоким) фотонапряжением, приборы-приемники с зарядовой частью и т. п.). По своему принципу действия и схематическому решению они аналогичны оптико-акустическим – в них также используется избирательное поглощение ИК-излучения молекулами газа [1, 2].

Первые серийные оптико-акустические газоанализаторы (ОАГ) базировались на двухканальных двухлучевых схемах непосредственного отсчета, в числе которых находится российский прибор ГИП10МБ, предназначенный для определения содержания оксида и диоксида углерода в воздухе производственных помещений и при контроле технологических процессов. Этот прибор содержит два источника ИК-излучения, выполненных в виде нихромовых спиралей, нагреваемых электрическим током. Излучение каждого источника направляется в соответствующий канал. Оба потока синфазно прерываются модулятором и поступают в измерительную и сравнительную кюветы. В измерительную

кювету подается анализируемая проба, а в сравнительной находится эталонный образец газа. При этом в измерительной кювете происходит избирательное поглощение ИК-излучения, что приводит к появлению выходного сигнала в дифференциальном оптико-акустическом преобразователе (ОАП). Две камеры ОАП разделены мембраной конденсаторного микрофона. Измерительная схема в отсутствие измеряемого компонента сбалансирована с помощью заслонки. Разностный сигнал, поступающий с ОАП, усиливается усилителем и подается на измерительный прибор, отградуированный непосредственно в единицах измерения анализируемого компонента.

Основными недостатками данного анализатора являются относительно низкие стабильность и чувствительность, вызванные старением газа в сравнительной кювете, необходимостью стабилизации источников излучения, загрязнением окон в измерительной кювете, а также необходимостью тщательного конструктивного симметрирования оптических элементов каждого канала измерения. Применение полупроводниковых источников излучения светоизлучающих диодов (СИД) и лазерных диодов (ЛД) в газоанализаторах дает большую возможность создания переносных вариантов последних для непрерывного контроля концентрации газа в воздухе на участках нефтедобычи и нефтепереработки.

В настоящее время разработаны опытные образцы СИД и ЛД на основе гетеропереходов четверных полупроводниковых соединений для измерения концентрации углеводородов [3, 4].

Мощность этих излучающих диодов составляет от 10 до 15 мВт, а ширина спектральной полосы – от 0,05 до 0,08 мкм. Диапазон рабочей температуры окружающей среды составляет от минус 50 до плюс 60 °С.

Для разработки датчика сигнализатора углеводорода в воздухе с применением диодов, излучающих в инфракрасной области, необходимы фотоприемники, хорошо согласующиеся со спектром излучателей.

Все углеводороды имеют полосы поглощения в инфракрасной области в диапазоне от 1 до 5 мкм. Например, метан поглощает оптическое излучение с длиной волны 1,72 и 3,45 мкм.

В настоящее время разработан прибор для регистрации концентрации метана. В анализаторе были применены измерительный и опорный СИД с длинами волн, соответственно равными  $\lambda_1 = 1,72$  мкм и  $\lambda_2 = 2,04$  мкм. В качестве фотоприемника применен фоторезистор типа ФР-1-4В. Этот фоторезистор хорошо согласуется с использованными СИД по своим спектральным характеристикам и имеет малые значения шумовых параметров. Фоторезистор ФР-1-4В пригоден для регистрации оптического излучения в диапазоне от 1 до 3,3 мкм. Большинство фотоприемников инфракрасного излучения, работающих в средней и дальней ИК-области, требуют охлаждения.

Например, рабочая температура фоторезистора из материала Ge:Аu равна  $T_p = 77$  К, а спектральный диапазон составляет от 2,0 до 7,0 мкм. У фоторези-



стора из материала Ge:Zn рабочая температура  $T_p = 12$  К при спектральном диапазоне от 2,0 до 38 мкм.

Среди не требующих охлаждения фотоприемников ИК-излучения в диапазоне от 2 до 7,5 мкм наиболее чувствительными являются фотоприемники из материала InSb [5].

В настоящее время также существует пироэлектрический фотоприемник МГ-30, у которого спектральная область составляет от 2 до 20 мкм, а обнаружительная способность –  $3 \cdot 10^{-9}$  Вт/Гц. Этот фотоприемник также пригоден для регистрации углеводородов в воздухе [6].

На основе исследования СИД и приемников оптического излучения (ПОИ) была разработана система для сигнализации превышения предельно допустимой концентрации метана в воздухе. Ее функциональная схема и временные диаграммы приведены на рис. 1, 2 и 3, а конструкция первичного преобразователя – на рис. 4. Как показано на рис. 4, излучение СИД попадает в камеру через соответствующее окно и, многократно отражаясь от стенок камеры с серебряным покрытием, попадает через другое окно на ПОИ. При этом излучение избирательно поглощается газом, находящимся в составе пропускаемого через камеру анализируемого воздуха.

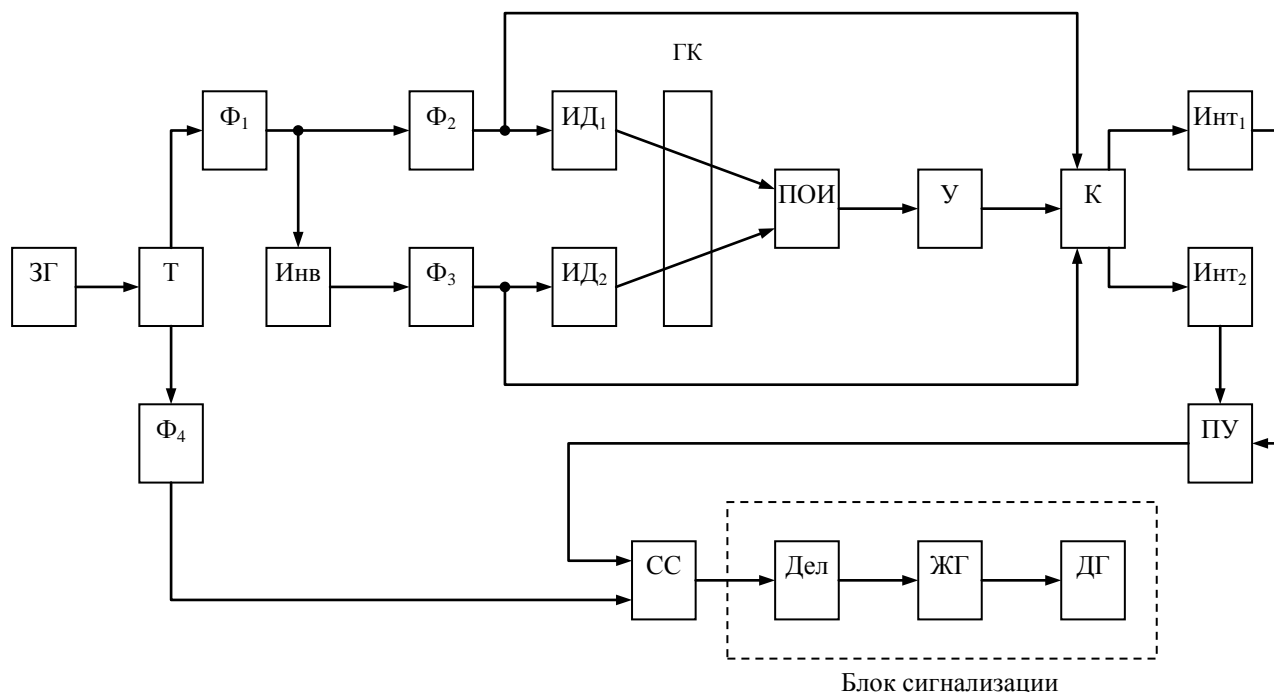


Рис. 1. Функциональная схема системы

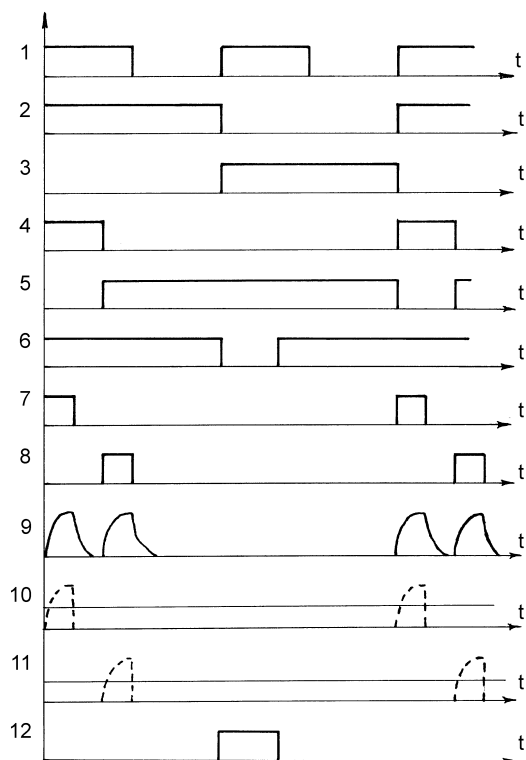


Рис. 2. Временные диаграммы работы системы

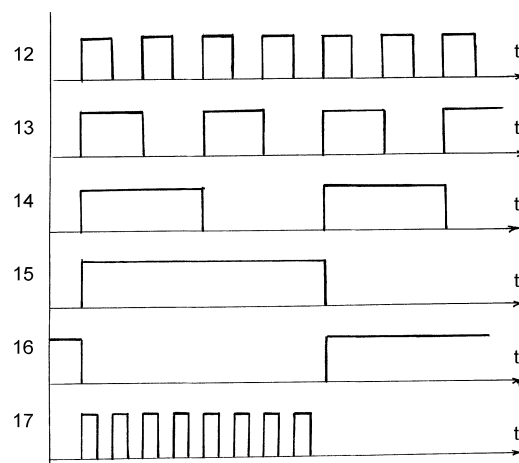


Рис. 3. Временные диаграммы работы блока сигнализации

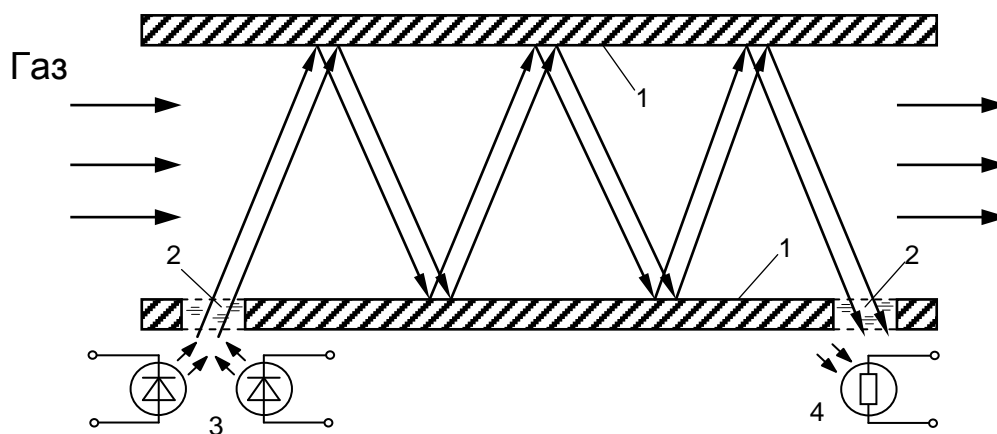


Рис. 4. Конструкция первичного преобразователя:

1 – серебряное покрытие; 2 – окна; 3 – светоизлучающие диоды (СИД<sub>1</sub>, СИД<sub>2</sub>); 4 – фоторезистор

Анализатор (см. рис. 1) состоит из задающего генератора ЗГ; триггера Т; формирователей  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ ,  $\Phi_3$  и  $\Phi_4$ ; инвертора Инв; излучающих диодов ИД<sub>1</sub> и ИД<sub>2</sub>; газовой камеры ГК; ПОИ; усилителя У; коммутатора К; интеграторов Инт<sub>1</sub>, Инт<sub>2</sub>; порогового устройства ПУ; схемы совпадения СС; блока сигнали-

зации. Блок сигнализации состоит из делителя Дел, ждущего генератора ЖГ и динамической головки ДГ.

Принцип работы системы таков. Задающий генератор формирует прямоугольные импульсы с частотой  $f = 1$  кГц, которые поступают на вход триггера Т. С выходов триггера импульсы поступают на входы формирователей  $\Phi_1$  и  $\Phi_4$ . На формирователе  $\Phi_1$  формируется прямоугольный сигнал положительной полярности с длительностью  $t_4 = 2$  мс, который поступает на вход формирователя  $\Phi_2$  и, через инвертор, на вход формирователя  $\Phi_3$ . Формирователи  $\Phi_2$  и  $\Phi_3$  формируют прямоугольные импульсы положительной полярности с длительностью  $t_4 = 1$  мс, сдвинутые по времени на 2 мс.

Этими импульсами запитываются излучающие диоды ИД<sub>1</sub> и ИД<sub>2</sub>. ИД<sub>1</sub> испускает измерительный поток излучения  $\Phi_{0\lambda_1}$ , а ИД<sub>2</sub> – опорный поток излучения  $\Phi_{0\lambda_2}$ . Измерительный и опорный потоки излучения, проходя через газовую камеру, поступают на ПОИ. Сигнал ПОИ усиливается усилителем У и подается на вход коммутатора К. Коммутатор К управляется сигналами с выходов формирователей  $\Phi_2$  и  $\Phi_3$ , что позволяет выделить сигналы, соответствующие излучениям ИД<sub>1</sub> и ИД<sub>2</sub>. Выделенные сигналы с выхода коммутатора поступают на входы интегрирующих устройств Инт<sub>1</sub> и Инт<sub>2</sub>, где интегрируются и поступают на входы порогового устройства ПУ. Сигнал с выхода ПУ поступает на один из входов схемы совпадения СС, на второй вход которой поступает сигнал с формирователя  $\Phi_4$ . Выходной сигнал схемы совпадения запускает блок сигнализации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 4662755 США, МКИ G0/№21/00. Оптический газоанализатор с регулированием угла падения излучения на интерференционный фильтр. – Оpubл. 05.05.87.
2. А.с. 735976 (СССР), МКИ G0/№21/34. Газоанализатор / Максименко Ю.М., Буряк Б.И. и др. – Заявл. 21.01.80; опубл. 25.05.80, Бюл. № 28. – 6 с.
3. Берг, А. Светодиоды / А. Берг, П. Дин. – М.: Мир, 1979.
4. Мухитдинов, М.М. Светодиоды и их применения для автоматического контроля и измерения / М.М. Мухитдинов. – Ташкент: Фан, 1976.
5. Фотоприемники видимого и ИК диапазонов/ пер. с англ.; под редакцией В.И. Стафеева. – М.: Радио и связь, 1985. – 63 с.
6. Поисковые исследования по разработке метода и устройства для контроля углеводорода: отчет о НИР/ рук. проф. Сайдалиев М.С., отв. исполн. Рахимов Н.Р.; ФерПИ. – М., 1991. – 65 с. – № ГР 0283.0069819. Инв. № 226-91г. № 6490св.

Получено 15.12.2010

© А.Н. Серьезнов, Н.Р. Рахимов, Т.В. Ларина, И.Н. Карманов, П.В. Петров, 2010

*А.Н. Серьезнов – докт. техн. наук, профессор. Тел.: 8(383)278-70-03.*

*Н.Р. Рахимов – докт. техн. наук, профессор кафедры оптико-электронных приборов.*

*Тел.: 8-960-795-59-87. Факс: +7(383)344-40-58. E-mail: n\_rah@ngs.ru*

*Т.В. Ларина – доцент кафедры технологии оптических приборов.*

*Тел.: 8-913-765-87-538. Факс: +7(383)344-40-58. E-mail: n\_rah@ngs.ru*

*И.Н. Карманов – канд. техн. наук, доцент.*

*Тел.: 344-40-58. Факс: +7(383)344-40-58. E-mail: n\_rah@ngs.ru*

*П.В. Петров – канд. техн. наук, доцент.*

*Тел.: 8-905-958-50-92. Факс: +7(383)344-40-58. E-mail: n\_rah@ngs.ru*

УДК 681.586.5:621.384.3

*Н.Р. Рахимов*

СГГА, Новосибирск

*А.Н. Серьезнов*

СибНИА им. С.А. Чаплыгина, Новосибирск

*О.К. Ушаков, Е.Ю. Кутенкова*

СГГА, Новосибирск

## **ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Предлагается структурная схема автоматизированной аналитической системы контроля качества нефти и нефтепродуктов на основе оптоэлектронных многофункциональных автоматических контрольно-измерительных систем, с помощью которой можно измерять одновременно следующие параметры: плотность, содержание воды, солей, серы, а также расход.

автоматизированная аналитическая система контроля, нефть, нефтепродукты, оптоэлектроника, измерительные системы.

*N.R. Rakhimov*

SSGA, Novosibirsk

*A.N. Serjoznov*

SibNIA of Chapligina, Novosibirsk

*O.K. Ushakov, Ye.Yu. Kutenkova*

SSGA, Novosibirsk

## **THE MULTIPURPOSE OPTOELEKTRONICAL AUTOMATED MONITORING SYSTEM OF THE OPTICAL PARAMETERS OF OIL AND MINERAL OIL**

Offer the block diagramed of the automated analytical monitoring system of quality of oil and mineral oil on a basis optoelektronical multipurpose automatic controller- measuring systems with to help it is possible to measure simultaneously following parameters: density, the maintenance of water, salts, sulfurs, and also the expense.

the automated analytical monitoring system, oil, oil products, optoelectronics, measuring system.

Применение ЭВМ в построении оптоэлектронных многофункциональных автоматических контрольно-измерительных систем (ОМАКИС) для решения конкретных задач анализа состава и свойств жидких сред является этапом дальнейшего, более совершенного развития структуры оптических приборов.

ЭВМ обеспечивают выполнение аналого-цифровых измерительных преобразований, вычислительных процедур, выдачу полученной информации, формирование командной и другой служебной информации, необходимой для функционирования ОМАКИС.

Эффективное применение ЭВМ в нефтеперерабатывающем производстве можно иллюстрировать примером создания Рязанским филиалом НПО «Нефтехимавтоматика» (Россия) автоматизированного хроматографического комплек-

са (АХК) для контроля качества бензина [1]. АХК выполняет многофункциональный контроль таких показателей качества, как октановое число по моторному методу (без учета этилирования), давление насыщенных паров, фракционный состав, плотность.

В состав АХК (рис. 1) входят хроматографический анализатор и комплекс обработки информации. Анализатор включает в себя промышленный хроматограф «Нефтехром-1123» или лабораторный хроматограф ЛХМ-8МД с программированием температуры и устройство управления хроматографом (УУХ).

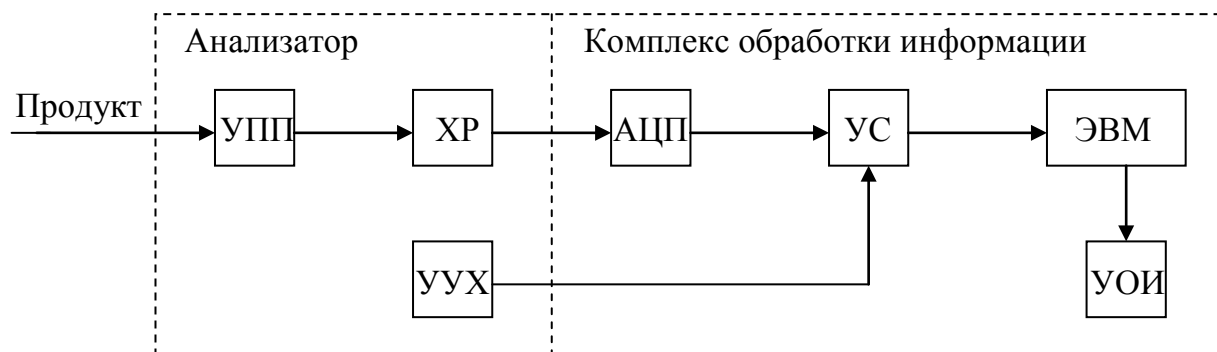


Рис. 1. Структурная схема автоматизированного хроматографического комплекса:

УПП – устройство подготовки пробы; ХР – хроматограф; УУХ – устройство управления хроматографом; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; УС – устройство связи; УОИ – устройство отображения информации

Хроматографы используют в качестве датчиков углеводородного состава контролируемого продукта. Операции по вводу пробы, запуску хроматографа на анализ, поддержанию необходимых режимов работы полностью автоматизированы.

При основном рабочем режиме обсчет хроматограммы проводят по специальному алгоритму [1]. Далее рассчитывают показатель качества по формуле:

$$ПК = a_0 + \sum_{i=1}^n p_i a_i, \quad (1)$$

где ПК – рассчитываемый показатель качества;

$a_0 \dots a_n$  – коэффициенты модели соответствующего показателя качества (ПК), найденные методом регрессии;

$n$  – число обсчитываемых пиков,  $n = 35$ ;

$P_1 \dots P_n$  – нормированная к 100 % площадь хроматографических пиков.

После расчета осуществляется печать значений показателей качества бензина: октановое число, фракционный состав ( $t_{н.к.}$ ,  $t_{10\%}$ ,  $t_{50\%}$ ,  $t_{90\%}$ ,  $t_{к.к.}$ ), упругость паров, плотность.

Следует отметить, что создание аналитических измерительно-вычислительных комплексов с использованием микропроцессорной техники – одно из основных направлений развития комплексных автоматизированных аналитических систем контроля (ААСК) качества нефти и нефтепродуктов [1].

Надо полагать, что ОМАКИС будут в дальнейшем существенно развиваться, что позволит создавать все более совершенные комплексные ААСК качества нефти и нефтепродуктов при невысоких затратах времени и средств.

Задачи обработки информации в ААСК могут быть крайне разнообразны, и мощность ЭВМ, используемой в ААСК, определяется в значительной степени сложностью задач обработки измерительных данных. При создании ААСК имеется тенденция к рассредоточению задач обработки на двух уровнях. На первом уровне осуществляется управление анализаторами, накопление и простая обработка данных с помощью ЭВМ. Сложная обработка данных производится на втором уровне с помощью ЭВМ большей вычислительной мощности.

С помощью ААСК одновременно можно определять многие характеристики объекта контроля. Более того, если с помощью отдельных анализаторов можно измерять те или иные значения физико-химических параметров нефти и нефтепродуктов, то с помощью ААСК возможно контролировать как физико-химические показатели, так и физические процессы, сопровождаемые одновременным или неодновременным изменением во времени многих физико-химических величин. При этом некоторые характеристики физических процессов можно измерять, как характеристики случайных процессов.

Примерами практической реализации ААСК могут служить узлы учета нефти и нефтепродуктов фирм «Инвалко» (США), «Магистраль» (Россия), «Кор-Мас» (Венгрия) [2, 3]. Эти ААСК предназначены как для самостоятельной работы, так и в системах коммерческого количественного учета нефти и нефтепродуктов в нефтеперерабатывающем производстве.

Применяя высокочувствительный метод на основе элемента нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО), можно создать ААСК для качественного и количественного анализа нефти и нефтепродуктов. На рис. 2 приведена структурная схема ААСК качества нефти и нефтепродуктов на основе ОМАКИС. С помощью данной системы можно измерять одновременно следующие параметры: плотность, содержание воды, солей, серы, а также расход.

Во всех типах оптоэлектронных систем, предназначенных для контроля качества нефти и нефтепродуктов, использующих метод НПВО, намечается применение микропроцессоров и ЭВМ, которые позволяют расширить функциональные возможности систем и повысить точность анализа за счет введения автоматической коррекции воздействия внешних факторов, например, температуры окружающей среды.

Встраивание современной ЭВМ позволяет автоматизировать процессы калибровки, наладки и диагностики ОМАКИС.

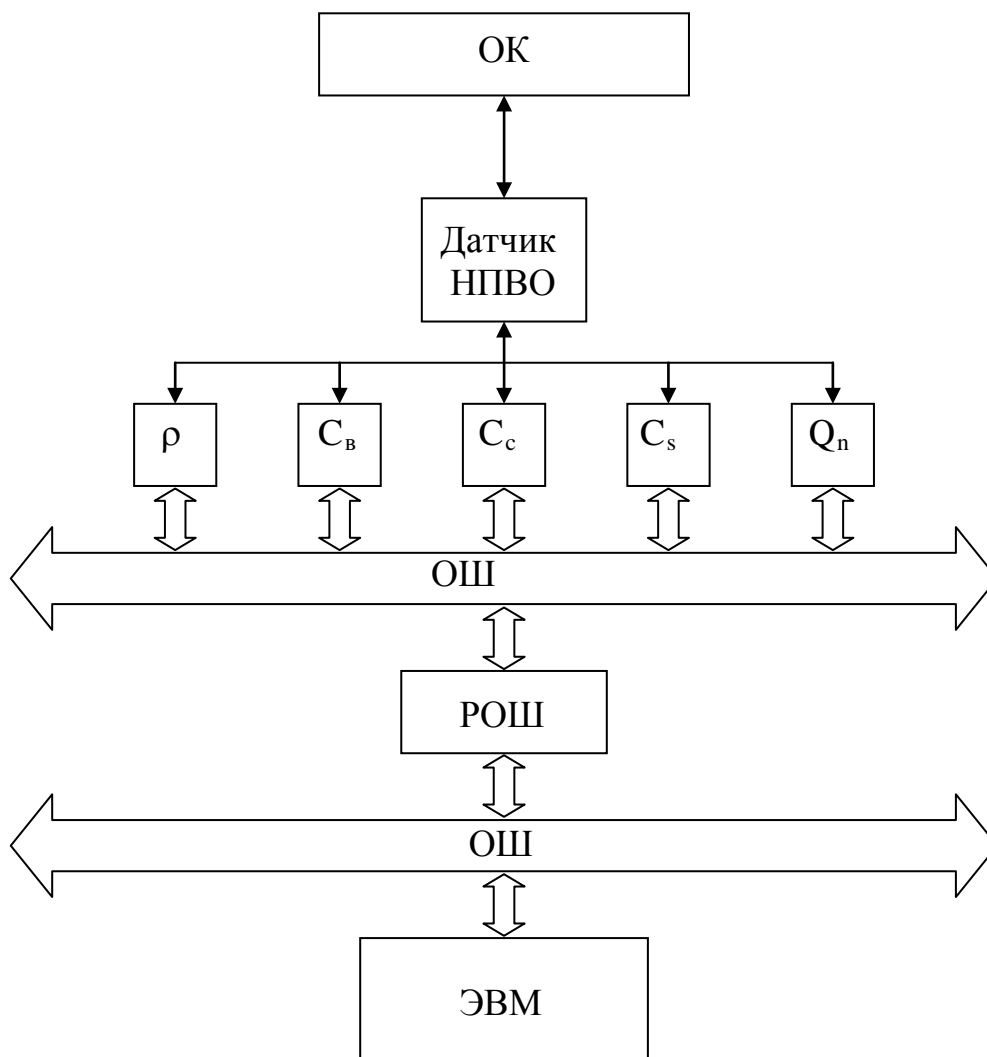


Рис. 2. Структурная схема ААСК качества нефти и нефтепродуктов на основе ОМАКИС:

ОК – объект контроля; ОШ – общая шина; РОШ – расширитель общей шины. Автоматические измерители:  $\rho$  – плотности;  $C_{в}$  – влажности;  $C_{с}$  – солей;  $C_{s}$  – серы;  $Q_n$  – расхода

Создание высокочувствительной, простой и надежной ААСК, обеспечивающей неразрушающий контроль нефти и нефтепродуктов, является в наше время еще нерешенной задачей. Однако, как показано в данной статье, существуют различные и достаточно эффективные пути для достижения поставленной цели.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рахимов, Н.Р. Оптический контроль в нефтеперерабатывающем производстве: монография / Н.Р. Рахимов. – Фергана: Техника, 2004. – 91 с.

2. Белкин, В.И. Автоматизация процессов управления на базе микро-ЭВМ / В.И. Белкин // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – М.: Изд. ИНИИТЭнефтехим, 1985. – № 3. – С. 17–21.

3. Контроль в процессах транспорта и хранения нефтепродуктов / А.А. Абдуллаев и др. – М.: Недра, 1990. – С. 194–195.

*Получено 15.12.2010*

© *Н.Р. Рахимов, А.Н. Серьезнов, О.К. Ушаков, Е.Ю. Кутенкова, 2010*

*Н.Р. Рахимов – докт. техн. наук, профессор кафедры оптико-электронных приборов.*

*Тел.: 8-960-795-59-87. Факс: +7(383)344-40-58. E-mail: n\_rah@ngs.ru*

*А.Н. Серьезнов – докт. техн. наук, профессор. Тел.: 8(383)278-70-03.*

*О.К. Ушаков – канд. техн. наук, директор Института оптики и оптических технологий.*

*Тел.: 344-40-58. Факс: +7(383)344-40-58. E-mail: n\_rah@ngs.ru*

*Е.Ю. Кутенкова – доцент кафедры технологий оптических приборов*

*Тел.: 8-923-237-48-53, 8(383)361-07-79. Факс: +7(383)344-40-58. E-mail: n\_rah@ngs.ru*



УДК 535.41

*М.М. Кузнецов, О.К. Ушаков, В.М. Тымкул, М.Ф. Носков*

СГГА, Новосибирск

## **ПОВЫШЕНИЕ КОНТРАСТА И ИНФОРМАТИВНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ И ПРОСТРАНСТВЕННО-УГЛОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ**

Предлагаемый в настоящей работе метод псевдоцветового кодирования изображений основан на том, что до настоящего времени большая часть любой информации, в том числе интерферограмм, оценивается визуально, а контрастная чувствительность глаза к изменениям цвета на два порядка превышает чувствительность глаза к изменениям интенсивности.

псевдоцвета, интерферограмма, информация.

*M.M. Kuznetsov, O.K. Ushakov, V.M. Tymkul, M.F. Noskov*

SSGA, Novosibirsk

## **INCREASE OF CONTRAST AND INFORMATION IMAGES ON THE BASIS OF THE SPECTRAL AND SPATIALLY-ANGULAR FILTRATION OF RADIATION**

The method of pseudo-color coding offered in the present work from-brazheny is based that till now the most part of any in-formation, including interferograms, is estimated visually, and contrast sensitivity of an eye to color changes on two order exceeds chuvstvi-telnost eyes to intensity changes.

pseudo-colors, interferogram, information.

Принцип действия предложенного метода состоит в следующем: известно, что пропущенный фото пленкой свет содержит две составляющие: регулярную, которая сохраняет направление первоначального распространения и первоначальную когерентность, и диффузную, которая некогерентна и распространяется в пределах некоторого телесного угла, с угловым распределением, которое формируется индикатрисой рассеяния.

Сквозь самые светлые полосы интерферограммы, соответствующие минимумам интерференционной картины для негативного фотоматериала, пройдет свет преимущественно с регулярной структурой, а сквозь сильно экспонированные участки, соответствующие максимумам интерференции, свет не пройдет вообще, и только участки на границе светлых и темных полос дадут диффузную составляющую, распространяющуюся во все стороны [1].

Оптическая схема устройства для анализа интерферограмм и изображений других объектов представлена на рис. 1 и содержит: 1 – источники света; 2 – коллимирующие объективы; 3 – светофильтры; 4 – предметный стол микроскопа, 5 – объектив микроскопа; 6 – окуляр микроскопа.

Оптико-физическое обоснование метода следующее.

С учетом рис. 2, рассмотрим следующие параметры транспаранта, спектральных фильтров, источника подсветки и приемной видеокамеры:

$A_0(\alpha, \beta)$  – площадь входного зрачка и углы мгновенного поля зрения видеокамеры;

$\tau_{\text{фи}}(\lambda)$  – спектр коэффициента пропускания  $i$ -го фильтра;

$S, S(\lambda)$  – интегральная и спектральная чувствительность приемника излучения видеокамеры;

$f(\varphi = 0)$  – среднее значение индикатрисы рассеяния интерферограммы при угле освещения  $\varphi = 0$  по апертуре видеокамеры;

$f(\varphi)$  – среднее значение индикатрисы рассеяния интерферограммы при произвольном угле освещения по апертуре видеокамеры;

$\tau_A(\Delta\lambda_i); \tau_B(\Delta\lambda_i)$  – спектральные коэффициенты пропускания интерферограммы (транспаранта) в точках  $A$  и  $B$ ;

$(j, i); (n, k)$  – декартовы координаты точек  $A$  и  $B$ ;

$E_0(\lambda); E_0$  – спектральная и интегральная освещенность в пространстве «тыльной» стороны транспаранта;

$N$  – множитель, численно равный  $N = (1/\pi) A_0\alpha\beta$ .

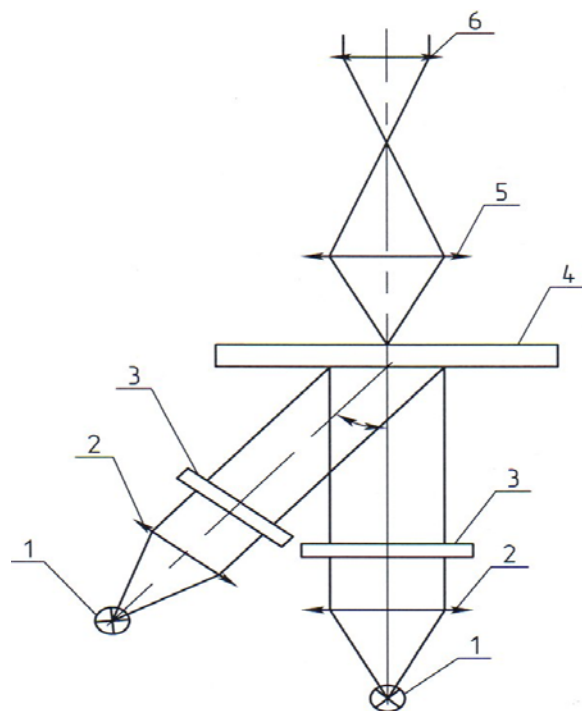


Рис. 1. Оптическая схема устройства для оконтуривания интерференционных полос

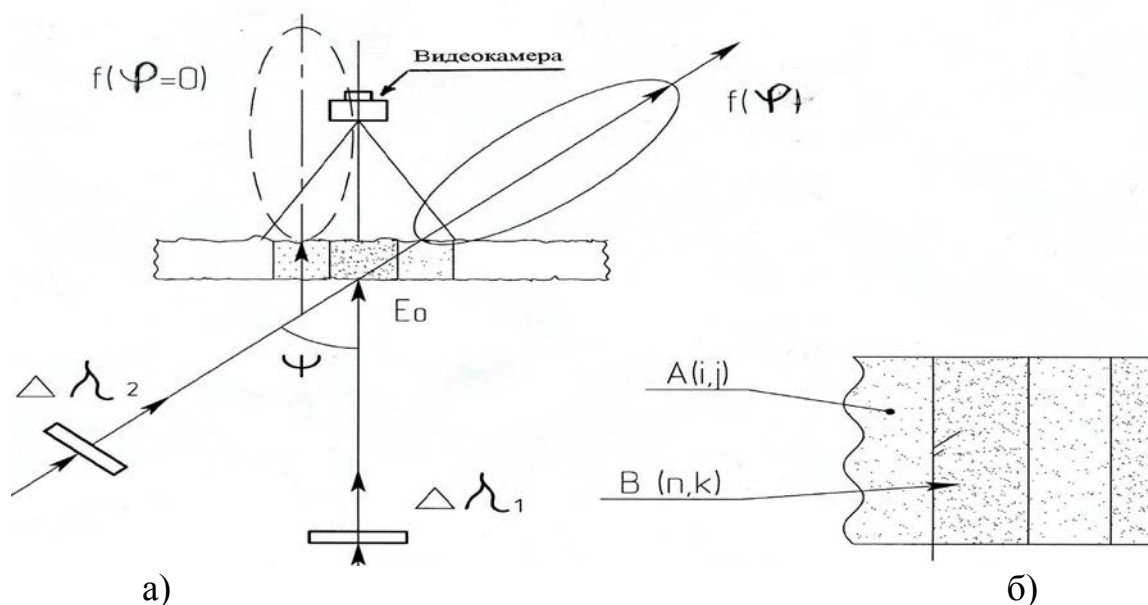


Рис. 2. Геометрия освещения и наблюдения исследуемого транспаранта: а) схема для анализа метода; б) схематическое представление участков транспаранта

На основании работ [2, 3] рассмотрим следующее.

При наблюдении транспаранта видеокамерой в интегральном свете значение контраста можно определить как:

$$K = \frac{U_A - U_B}{U_A + U_B}, \quad (1)$$

где величины видеосигналов равны:

$$U_A = (1/\pi) A_0 \alpha \beta E_0 S \tau_A f_A(\varphi = 0); \quad (2)$$

$$U_B = (1/\pi) A_0 \alpha \beta E_0 S \tau_B f_B(\varphi = 0). \quad (3)$$

Рассмотрим ситуацию, когда  $\tau_A \approx \tau_B$ ;  $f_A(\varphi = 0) \approx f_B(\varphi = 0)$  и  $U_A \approx U_B$ , то есть  $K \rightarrow 0$ .

Тогда процедура синтеза спектральной и пространственной (угловой) фильтрации формирует спектральный контраст  $K(\Delta\lambda)$ :

$$K(\Delta\lambda) = \frac{U_A(I, j, \Delta\lambda) - U_B(n, k, \Delta\lambda)}{U_A(I, j, \Delta\lambda) + U_B(n, k, \Delta\lambda)}, \quad (4)$$

где

$$U_A(j, I, \Delta\lambda) = (1/\pi) A_0 \alpha \beta E_0(\lambda_1) S(\Delta\lambda_1) \tau_A(\Delta\lambda_1, I, j) f_A(\varphi = 0) + \\ + (1/\pi) A_0 \alpha \beta E_0(\lambda_2) S(\Delta\lambda_2) \tau_A(\Delta\lambda_2, I, j) f_A(\varphi) \cos\varphi \tau_\phi(\Delta\lambda_2); \quad (5)$$

$$U_B(n, k, \Delta\lambda) = (1/\pi) A_0 \alpha \beta E_0(\lambda_1) S(\Delta\lambda_1) \tau_B(\Delta\lambda_1, n, k) f_B(\varphi = 0) + \\ + (1/\pi) A_0 \alpha \beta E_0(\lambda_2) S(\Delta\lambda_2) \tau_B(\Delta\lambda_2, n, k) f_B(\varphi) \cos\varphi \tau_\phi(\Delta\lambda_2). \quad (6)$$

Обозначим числитель в формуле (4) в виде:

$$\Delta U_{AB} = N [E_0(\lambda_1) S(\Delta\lambda_1) \tau_A(\Delta\lambda_1) \tau_\phi(\Delta\lambda_1) f_A(\varphi = 0) + \\ + E_0(\lambda_2) S(\Delta\lambda_2) \tau_A(\Delta\lambda_2) \tau_\phi(\Delta\lambda_2) f_A(\varphi) \cos\varphi - E_0(\lambda_1) S(\Delta\lambda_1) \tau_B(\Delta\lambda_1) \tau_\phi(\Delta\lambda_1) f_B(\varphi = 0) - \\ - E_0(\lambda_2) S(\Delta\lambda_2) \tau_B(\Delta\lambda_2) \tau_\phi(\Delta\lambda_2) f_B(\varphi) \cos\varphi] = N \{ E_0(\lambda_1) S(\Delta\lambda_1) \tau_\phi(\Delta\lambda_1) [\tau_A(\Delta\lambda_1) f_A(\varphi = 0) - \\ - \tau_B(\Delta\lambda_1) f_B(\varphi = 0)] + E_0(\lambda_2) S(\Delta\lambda_2) \tau_\phi(\Delta\lambda_2) [\tau_A(\Delta\lambda_2) f_A(\varphi) \cos\varphi - \tau_B(\Delta\lambda_2) f_B(\varphi) \cos\varphi] \} \\ = \\ = U_0(\lambda_i) [\tau_A(\Delta\lambda_1) - \tau_B(\Delta\lambda_1) f_B(\varphi = 0)] + U_0(\lambda_j) [\tau_A(\Delta\lambda_2) f_A(\varphi) - \tau_B(\Delta\lambda_2) f_B(\varphi)] \cdot \cos\varphi. \quad (7)$$

В свою очередь, знаменатель в (4) равен:

$$U_{\Sigma} = U_0(\lambda_1) [\tau_A(\Delta\lambda_1) f_A(\varphi = 0) + \tau_B(\Delta\lambda_1) f_B(\varphi = 0)] + \\ + U_0(\lambda_2) [\tau_A(\Delta\lambda_2) f_A(\varphi) + \tau_B(\Delta\lambda_2) f_B(\varphi)] \cos\varphi. \quad (8)$$

Тогда выражение для спектрального контраста принимает вид:

$$K(\Delta\lambda) = \frac{[\tau_A(\Delta\lambda_1) f_A(\varphi = 0) - \tau_B(\Delta\lambda_1) f_B(\varphi = 0)] + [\tau_A(\Delta\lambda_2) f_A(\varphi) - \tau_B(\Delta\lambda_2) f_B(\varphi)] \cos\varphi}{[\tau_A(\Delta\lambda_1) f_A(\varphi = 0) + \tau_B(\Delta\lambda_1) f_B(\varphi = 0)] + [\tau_A(\Delta\lambda_2) f_A(\varphi) + \tau_B(\Delta\lambda_2) f_B(\varphi)] \cos\varphi}. \quad (9)$$

На основании (1)–(3) контраст в интегральном свете равен:

$$K = \frac{\tau_A - \tau_B}{\tau_A + \tau_B}.$$

Спектральный контраст удовлетворяет условию

$$K(\Delta\lambda) > K. \quad (10)$$

Проанализируем количество информации в интегральном свете в соответствии с теорией, изложенной в работах [4, 5].

Имеем:

$$H = \log_2 M; \quad (11)$$

$$M = (C \cdot \mathcal{E})^{K-K_n}, \quad (12)$$

где  $C$ ,  $\mathcal{E}$  – количество строк и элементов строки в изображении интерференционной картины.

$$H = (K - K_n) \log_2 C\mathcal{E}. \quad (13)$$

После спектральной и пространственной фильтрации, так как наблюдается рост контраста изображения, можно записать

$$H_{\Delta\lambda} = (K_{\Delta\lambda} - K_n) \log_2 C\mathcal{E}. \quad (14)$$

Повышение количества информации оценим отношением

$$\delta = \frac{H_{\Delta\lambda}}{H} = \frac{K_{\Delta\lambda} - K_n}{K - K_n}, \quad (15)$$

где  $K_n$  – пороговый контраст, который для глаза равен 0,02–0,03.

Расчеты, проведенные по формулам (9) и (14), при условии высокого и низкого контрастов исходного изображения показали рост количества информации в полученном при помощи данного способа изображении.

Визуальный рост контраста изображений интерференционной картины, обработанной при помощи данного метода, представлен на рис. 3.

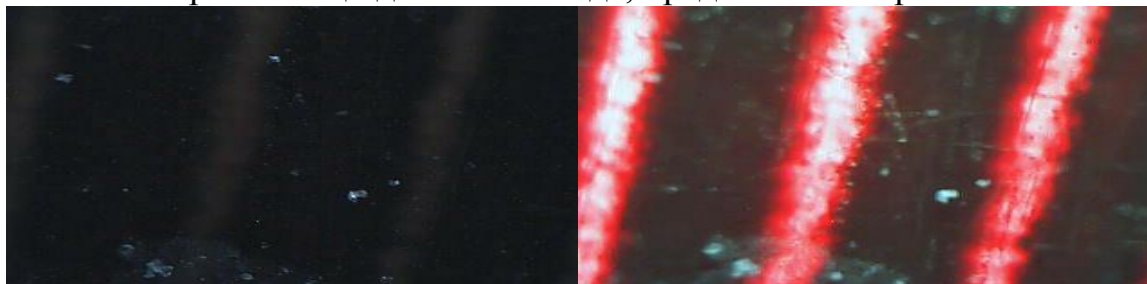


Рис. 3. Исходная интерферограмма и интерферограмма в псевдоцветах, увеличение  $56^x$

### Выводы

1. Количество информации  $H$  по Хартли, которое воспринимается видеокамерой увеличивается за счет эффекта роста наблюдаемого контраста, реализуемого спектрально-пространственной фильтрацией.
2. За счет наблюдения интерферограммы в псевдоцветах повышается информативность наблюдаемых изображений, под которой понимается визуальное разрешение и восприятие глазом или приемной видеокамерой.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Носков, М.Ф. Выделение малоконтрастных элементов на фотографических снимках / М.Ф. Носков, И.Н. Белоус, М.С. Комбаров, М.М. Кузнецов // Сб. матер. междунар. науч. конгресс «ГЕО-Сибирь-2006», 24–28 апреля 2006 г., г. Новосибирск, т. 4. – Новосибирск: СГГА, 2006. – С. 114–117.
2. Якушенков, Ю.Г. Теория и расчет ОЭП: учебник для вузов / Ю.Г. Якушенков. – Изд-е 4-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 1999. – 360 с.
3. Тымкул, В.М. Оптико-электронные приборы и системы. Теория и методы энергетического расчета: учеб. пособие / В.М. Тымкул, Л.В. Тымкул. – Новосибирск: СГГА, 2005. – 215 с.
4. Хартли, Р. Передача информации. Теория информации и ее приложение / Р. Хартли. – М.: Физматгиз, 1959. – 328 с.
5. Шеннон, К. Математическая теория связи. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон. – М.: Изд-во иностран. литературы, 1974. – 264 с.

Получено 15.12.2010

© М.М. Кузнецов, О.К. Ушаков, В.М. Тымкул, М.Ф. Носков, 2010

*М.М. Кузнецов – доцент кафедры технологии оптического производства.*

*Тел.: 8-913-921-44-39.*

*О.К. Ушаков – канд. техн. наук, директор Института оптики и оптических технологий.*

*Тел.: 344-40-58. Факс: +7(383)344-40-58. E-mail: n\_rah@ngs.ru*

*В.М. Тымкул – канд. техн. наук, профессор кафедры оптико-электронных приборов.*

*М.Ф. Носков – докт. техн. наук, профессор кафедры радиоэлектроники.*

УДК 535.65.083.6

*М.А. Завьялова, Ю.В. Обидин*

КТИ НП СО РАН, Новосибирск

## **БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ АЛМАЗОВ ПО ЦВЕТУ**

В статье предложен метод классификации алмазов по цвету, основанный на регистрации и последующей обработке изображения алмаза. Обработка изображений позволяет значительно минимизировать влияние на результат измерения как индивидуальных характеристик алмаза, так и особенностей прохождения света через алмаз. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что исключение из анализа малоинформативных точек изображений позволяет повысить точность сортировки алмазов до 98 %.

теория цвета, RGB-метод, сортировка алмазов по цвету.

*М.А. Zavjalova, Y.V. Obidin*

Technological Design Institute of Scientific Instrument Engineering (TDI SIE)

Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (SB RAS)

41, Russkaya str., Novosibirsk, 630058, Russia

## **HIGH-PERFORMANCE COLORIMETRIC METHOD FOR AUTOMATIC COLOUR CLASSIFYING DIAMONDS**

The article considers method for classifying diamond according to their color based on diamond digital images registration and their after-treatment. Image processing allows greatly to minimize the influence of the position, glare and individual particularities of the diamond on result of the measurement. The results of the experiments have demonstrated the increasing of the sorting accuracy up to 98 per cent when proper exclusion of flares, black inclusions and the areas adjoining crystal edges was made.

color theory, RGB-method, classification diamonds by color.

В алмазной промышленности сырье разделяют по размеру, по форме и по качеству кристаллов. Цвет алмазов является одним из важнейших показателей качества. Наибольшую ценность представляют прозрачные алмазы и алмазы с небольшим оттенком или фантазийной окраски, используемые в ювелирной промышленности. Менее ценятся алмазы насыщенных коричневых цветов, которые идут на переработку с последующим изготовлением из них точильных камней, порошков для полировки и т. п.

В России алмазы сортируются по цвету преимущественно вручную. Кроме низкой производительности и высокой стоимости, ручная сортировка обладает недостатком, связанным с зависимостью результатов как от наблюдателя и условий наблюдения, так и от индивидуальных особенностей алмаза, в частности

от его размера, формы и качества. Создание и исследование методов и средств определения цвета, пригодных для высокоскоростной автоматической сортировки алмазов, позволит повысить производительность труда при сортировке и избежать субъективности ее результатов.

Сортировка алмазов по цвету используется на всех предприятиях по добыче алмазов. Существуют стандарты, которые определяют цветовые группы алмазов в зависимости от интенсивности окраски и цветового оттенка. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 51519.2–99, основой цветовой классификации образцов алмазов является визуальная оценка их цвета.

#### Особенности задачи

Существует отлаженная система классификации алмазов по цвету. Сортировка выполняется в соответствии с требованиями стандартов и методик в специальных помещениях с использованием вспомогательных технических средств, что позволяет получать стабильные результаты сортировки, слабо зависящие от времени и места ее проведения. В этой связи при создании средств автоматической сортировки алмазов следует стремиться к получению результатов, совместимых с ручной технологией на основе оценок эксперта. Это может быть достигнуто путем вычисления таких параметров цвета, которые являются общепринятыми при визуальном контроле. Вероятно, что и условия, при которых производятся измерения цвета, должны быть близки к условиям визуального контроля.

При визуальной оценке цвета обычно говорят о трех основных характеристиках – собственно о цвете, о насыщенности и о прозрачности (яркости) алмаза. В технических терминах цвет определяется доминирующей длиной волны  $\lambda_d$ , т. е. такой длиной волны спектра излучения (поглощения), на которой в спектре имеется преобладающее по мощности излучение. Насыщенность цвета  $N$  – параметр цвета, характеризующий степень чистоты цветового тона. Он определяется отношением мощности спектра излучения на доминирующей волне ко всей мощности. Очевидно, что чем шире спектр зарегистрированного светового потока, тем меньше насыщенность цветового тона. С приближением цвета к спектральному (то есть с уменьшением ширины спектра) его насыщенность возрастает. Прозрачность алмаза  $I$  при аппаратном измерении может быть оценена уровнем или яркостью сигнала, прошедшего через алмаз  $I = I_0\tau$  ( $I_0$  – интенсивность освещающего сигнала,  $\tau$  – коэффициент пропускания алмаза). Этот параметр характеризует главным образом дефектность алмаза, указывая на наличие в теле кристалла непрозрачных включений и трещин.

Индивидуальные свойства алмазов (трещины, сколы, включения, неоднородности и пр.) приводят к тому, что результаты измерений алмазов одного и того же цвета существенно зависят от индивидуальных особенностей алмазов. Повышение точности определения цвета алмаза возможно на основе более полного учета совокупности его характеристик.

Задачей исследования являлся поиск методов колориметрии, позволяющих снизить влияние индивидуальных оптических свойств алмаза на результаты измерения его цвета.

### Описание метода

Рассмотрим принцип метода, который реализуется следующим образом: объект освещается источником «белого» света, а прошедший поток регистрируется тремя приемниками излучения с различными (достаточно узкими) диапазонами спектральной чувствительности. Либо объект поочередно освещается красным (*R*), зеленым (*G*) и синим (*B*) пучками света, которые, проходя через объект, регистрируются одним фотоприемником. Значения сигналов, полученных при регистрации трех компонент спектра, однозначно определяют цветовые координаты в системе *RGB*. Существует множество систем координат для определения цвета [1, 2, 3] по трем компонентам *RGB*. Матрицы преобразования из одной системы координат в другую линейны, из чего следует, что преобразование цветовых координат не дает дополнительной информации при классификации по цвету. Выбор системы координат определяется удобством построения разделяющих границ для отнесения алмазов к той или иной категории цвета.

Следует отметить положительные характеристики фотоэлектрического метода: он прост в реализации и максимально адаптирован к визуальному восприятию цвета. Однако при измерениях цветовых характеристик алмазов этот метод может давать большие ошибки, связанные с наличием внутренних включений, бликов на поверхности и микробликов на сколах и ребрах. Результаты измерений существенно зависят от положения и формы алмаза, от качества его поверхности.

Авторами проведено исследование возможностей быстродействующего фотоэлектрического метода в сочетании с цифровой обработкой изображений. Регистрация изображений осуществлялась цифровым фотоаппаратом или видеокамерой (рис. 1), в которой используется ПЗС-матрица с обособленными каналами *RGB*.

Кривые чувствительности элементов матрицы близки к кривым чувствительности человеческого глаза. Именно поэтому цветную камеру можно считать своеобразной моделью глаза, которая позволяет вычислять значения *RGB*, усредняя или интерполируя данные по всем элементам изображения – пикселям. Найденные средние значения *R*-, *G*-, *B*-компонент переводились в цветовую систему координат *XYZ* по следующим формулам [2]:

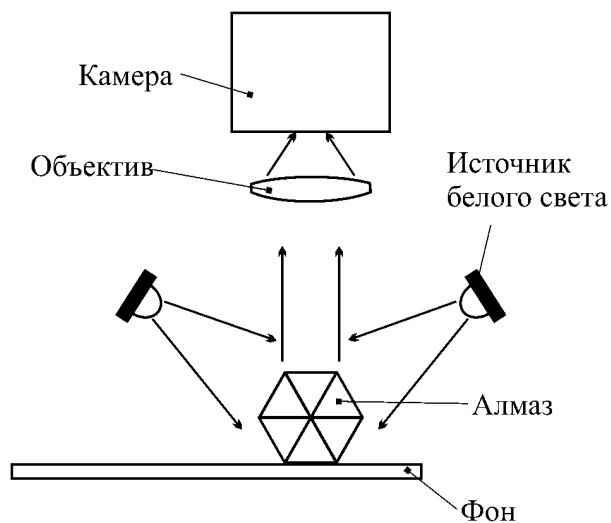


Рис. 1. Оптическая схема измерений с использованием цветной видеокамеры

систему координат *XYZ* по следующим формулам [2]:



$$X = 2,7687R + 1,7516G + 1,1301B;$$

$$Y = 1,0000R + 4,5904G + 0,0601B;$$

$$Z = 0,0000R + 0,0565G + 5,5939B.$$

В данном трёхкомпонентном цветовом пространстве положение любого цвета определено двумя координатами цветности  $x_{ob}$ ,  $y_{ob}$ :

$$x_{ob} = \frac{X}{X + Y + Z}; \quad y_{ob} = \frac{Y}{X + Y + Z}.$$

Заметим, что  $z_{ob}$ -компонентой пренебрегают [2], поскольку её значение может быть получено из значений двух других координат. Это связано с тем, что между тремя координатами цветности существует линейная зависимость:  $x + y + z = 1$  и для однозначного определения положения цвета необходимо и достаточно только двух координат  $x$  и  $y$ .

Эти координаты дают возможность оценить насыщенность и доминирующую длину волны цвета измеряемого объекта. Насыщенность описывается следующим выражением [2]:

$$N = \frac{\sqrt{(x_{src} - x_{ob})^2 + (y_{src} - y_{ob})^2}}{\sqrt{(x_{src} - W_x)^2 + (y_{src} - W_y)^2}},$$

где  $x_{src}$  и  $y_{src}$  – координаты цветности источника, воспроизводящего условия освещения усреднённым дневным светом;  $W_x$  и  $W_y$  – координаты цветности, полученные в точке пересечения цветового локуса с прямой, соединяющей точку источника  $(x_{src}, y_{src})$  с точкой цвета  $(x_{ob}, y_{ob})$  измеренного объекта. При цветовых измерениях обычно используют нормализованный источник D65, координаты цветности которого равны:  $x_{D65} = 0,313$ ;  $y_{D65} = 0,329$ .

Доминирующая длина волны определяется интерполяцией табличного значения длины волны, в котором каждой  $\lambda$  соответствует определенная точка с координатами цветности на цветовом локусе  $W_x$  и  $W_y$  [1]. Следует отметить, что такой метод при определении доминирующей длины волны не достигает абсолютной точности спектрофотометра. Однако он вполне подходит для сравнительных измерений.

Дополнительная обработка изображений алмаза была направлена на поиск и исключение из анализируемой области точек, соответствующих бликам, включениям, дефектам формы и т. д. с тем, чтобы получить неискаженную оценку цвета, приблизить результаты измерений к экспертным оценкам, повысить достоверность получаемых результатов.

### Экспериментальные результаты

На первом этапе для проверки возможностей цифровой регистрации и обработки изображений было сделано около 100 снимков с помощью цифрового фотоаппарата. Алмаз размещался на белом горизонтальном столе. Отраженный и рассеянный свет регистрировался на матрице фотоаппарата. Коррекция измеренных значений цветовых параметров путем учета индивидуальных особенностей алмаза в процессе измерения выполнялась вручную в пакете Mathcad и Photoshop следующим образом. Для этого были разработаны алгоритмы, позволяющие исключать из процедуры расчетов те области изображения, которые резко отличаются по своим параметрам от основной массы. К таким точкам могут относиться как очень яркие участки изображения, обусловленные появлением бликов на поверхности алмаза, так и очень темные участки, возникающие на изображении вследствие наличия в алмазе внутренних дефектов. Несмотря на то, что спектральная чувствительность фотоаппарата не аттестована и, более того, при сохранении изображений в формате JPEG были потеряны тонкие отличия в цвете соседних областей изображения, – получены результаты, которые во многом совпадают с результатами ранее проводившихся фотометрических и спектрометрических измерений [4]. Совпадение наблюдается как по относительным результатам и их разбросу, так и по абсолютным оценкам. На рис. 2 приведены результаты измерений доминирующей длины волны  $\lambda_d$  и насыщенности цвета  $N$  по значениям  $RGB$ , полученным после обработки цифровых фотоснимков.

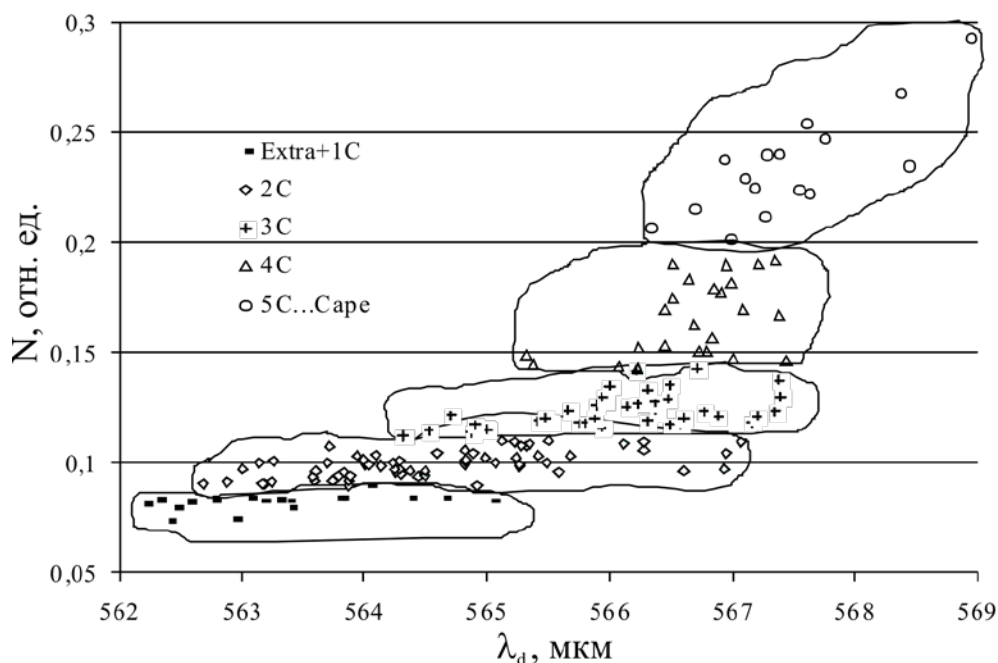


Рис. 2. Результаты измерений насыщенности и длины волны по цифровым изображениям алмазов категорий цветности 1col – 5col

Из рисунка видно, что использование доминирующей длины волны и насыщенности в качестве оценочных критериев позволяет выделить алмазы следующих категорий цветности: «Extra+1C» – прозрачные и бесцветные алмазы; «2C» – алмазы с едва уловимым жёлтым оттенком; «3C» – алмазы с незначительным жёлтым оттенком, «4C» – алмазы с небольшим желтоватым оттенком и «5C...Caré» – алмазы с видимым жёлтым оттенком.

Для более полной проверки колориметрического метода был создан макет сортирующего устройства, в котором вместо фотоаппарата применена цветная цифровая камера. На этом этапе алгоритмы обработки изображений были реализованы программно.

Всего исследованиям было подвергнуто около 750 алмазов. В ходе экспериментов измерялись цветовые характеристики эталонных коллекций. По полученным данным определялись границы насыщенности цвета алмазов различных категорий и длины волны для алмазов желтых и коричневых цветов. Затем по этим границам осуществлялась сортировка алмазного сырья. Высокий процент (98 %) правильной сортировки показал перспективность такого подхода: обработка цифровых изображений позволяет свести к минимуму влияние бликов отраженного света и собственных дефектов кристалла, существенно искажающих результат сортировки.

### *Заключение*

Таким образом, авторами исследованы возможности применения при сортировке алмазов колориметрического метода в сочетании с цифровой обработкой изображений. С помощью такого подхода оказывается возможным существенно минимизировать влияние на результат измерения индивидуальных особенностей алмаза, приблизить получаемые оценки цвета к результатам экспертной оценки. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что исключение из анализа малоинформативных точек изображений позволяет повысить точность сортировки алмазов до 98 %. Ведется разработка автоматической оптико-электронной системы для сортировки алмазов по цвету, которая позволит сортировать алмазы на 10 категорий цветности со скоростью 5 алмазов/с.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джадд, Д.В. Цвет в науке и технике / Д.В. Джадд, Г. Вышецки // Мир. –1978.
2. Луизов, А.В. Цвет и свет / А.В. Луизов // М: Энергоатомиздат, – 1989.
3. Кривошеев, М.И. Цветовые измерения / М.И. Кривошеев, А.К. Кустарев. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Клюев, Ю.А. Некоторые результаты измерения цвета алмазов / Ю.А. Клюев, А.М. Налетов, Н.А. Колчманов, Б.Н. Фейгельсон, Н.Г. Зудин // Всероссийская конференция «Алмаз в технике и электронике. На пороге 3 тысячелетия». – 2000. – С. 76–84.

*Получено 10.12.2010*

*© М.А. Завьялова, Ю.В. Обидин, 2010*

*М.А. Завьялова – младший научный сотрудник. Тел.: (383) 333-74-95.*

*Ю.В. Обидин – канд. техн. наук, старший научный сотрудник. Тел.: (383) 333-74-95.*

## ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ



УДК 551.51:574

*Л.В. Воронина, А.В. Зарубина*

СГГА, Новосибирск

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМОРОЗКОВ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

Как пример экологически опасных погодных явлений, участившихся в последние годы нового века, рассматривается сущность, происхождение, пространственное распределение заморозков в Новосибирской области на примере пятилетнего периода XXI в.

климат, экология, опасные погодные явления, заморозки, температура.

*L.V. Voronina, A.V. Zarubina*

Siberian State Academy of Geodesy, Novosibirsk

### **RESEARCH OF FROSTS AS ECOLOGICALLY DANGEROUS PHENOMENA**

The essence, origin, spatial distributions of the frosts in Novosibirsk Region are considered by the example of five-year period of the XXI-st century; these exemplify ecologically dangerous phenomena which became more frequent in the late years of new century.

climate, ecology, dangerous phenomena, frosts, temperature.

Проблема сохранения природной среды, её взаимоотношений с человеком остаётся весьма актуальной и усугубляется со временем. Напряжённость этого процесса нарастает по мере роста не только антропогенных влияний, но и природных факторов, среди которых далеко не последнюю роль играют факторы катастрофических проявлений в природе и опасные погодные явления. К последним относятся туманы, грозы, метели, град, пыльные бури. Большой экологический ущерб наносят также половодья и паводки, шквалистый ветер, жара, морозы. Другие погодные явления, рискам которых подвержены жизнь и здоровье человека, не так заметны, становятся подчас обыденными. Однако и они наносят большой экологический ущерб, который проявляется в оказании отрицательного воздействия и на здоровье и жизнь человека, и на его экономическое благосостояние, и на возможность спокойного сосуществования с элементами природы. К таким явлениям можно отнести заморозки.

Заморозками называют понижение температуры воздуха или почвы до 0 °С и ниже, обычно ночью или в ранние утренние часы, при положительной средней температуре. Такое понижение температуры весной, осенью и особенно летом создаёт опасные экологические ситуации, вызывающие гибель растений. Интенсивность и повторяемость заморозков дополнительно характеризует величину экологического стресса для растений, и в первую очередь – для сельскохозяйственных культур.

Как правило, в Сибири заморозки начинаются в мае–апреле, заканчиваются в июне. Среднегодовые даты начала заморозков достаточно контрастно изменяются по зонам Новосибирской области. Например, в подтаёжной зоне – это с 29 мая по 2–3 июня, в северной лесостепи весенние заморозки наступают позднее – 22 мая, в южной – 21 мая, в колючей, типичной степи – 20 мая, а в сухой степи регистрируется самое позднее проявление ранних весенних заморозков – 15 мая [1].

Однако, в различные по метеоусловиям годы эта многолетняя градация нарушается. Самые ранние заморозки отмечались в подтаёжной зоне 5 и 8 мая (1941 и 1945 гг.), в северной и южной лесостепи – 24 апреля, в степной зоне – 17 апреля. Но ранние весенние заморозки не имеют столь отрицательного экологического воздействия, ибо посев сельскохозяйственных культур во многих хозяйствах только начинается, либо проходит значительно позднее. Ранние осенние заморозки могут оказать отрицательное экологическое воздействие на многолетние культуры, а также на озимые.

Гораздо более отрицательное воздействие оказывают поздние весенние заморозки, когда их влияние на растения может достигать до величины экологического стресса. Так, за многолетний период наблюдений самая поздняя дата заморозков отмечена в подтаёжной зоне в 1955 г. (26 июня), в северной и южной лесостепи – в 1915 г. (20–24 июня). В степной зоне, более тёплой и в данном случае менее экологически опасной, самая поздняя дата заморозков зарегистрирована на севере зоны (в колючей степи) 18 июня и на юге – 4 июня. Эти заморозки – поздние весенние – особенно опасны, потому что растения к этому времени проходят уже достаточно длительный период вегетации при тёплой погоде, они доходят иногда до средних фаз развития, и подобные резкие и неожиданные похолодания могут оказаться экологически стрессовыми и погубить растения и в первую очередь сельскохозяйственные культуры. Так, по данным [2], у зерновых культур, например, при урожае 20 ц/га и выше, снижение урожаев может происходить на 4–5 ц/га, а в Алтайском крае [3], где повторяемость и интенсивность засух значительно выше, – к ещё большим потерям.

Ко всему прочему следует отметить, что потепление климата, охватившее северное полушарие со второй половины XX столетия [4], оказало влияние и на данное экологически опасное погодное явление. Оно проявилось в том, что на протяжении одного-двух десятилетий предыдущего века в Новосибирской области, как, кстати, и в других областях юго-востока Западной Сибири, замороз-

ки практически не наблюдались вообще. Лишь в последние 2-3 года нового века этот природный нюанс нарушился, и явление заморозков вновь проявилось. Летний период 2010 г. на юге Западной Сибири, как и в Новосибирской области, был достаточно неординарным, аномально холодным с возвратами холодов вплоть до конца июля. Так, 27–28 июля температура воздуха опускалась на 3–6 °С ниже климатической нормы, 30 июля в таких районах, как Чулым и Убинское, опустилась до +1 °С [5, 6].

От сроков появления и прекращения заморозков зависит и продолжение безморозного периода. Эта характеристика выступает как немаловажный экологический показатель, дающий представление о климатических условиях для растений в период их вегетации.

Наименьшая продолжительность безморозного периода отмечается к востоку и юго-востоку от Новосибирска. Это район Коурак – Маслянино. Здесь станции расположены в долинах холмистой местности, что, естественно, благоприятствует застою холодного воздуха, а это, в свою очередь, способствует увеличению повторяемости утренних заморозков. Реки здесь небольшие и маловодные; влияние их ограничивается лишь узкой прибрежной полосой. Продолжительность безморозного периода в этом районе составляет 90–100 дней, тогда как на остальной территории Новосибирской области этот показатель в среднем составляет 120 дней. Сумма дней с заморозками здесь доходит до 56 (максимум по области). А районы области, граничащие с Казахстаном, имеют продолжительность безморозного периода 120–125 дней, а иногда и больше.

Осенние заморозки начинают проявляться в сентябре. В третьей декаде августа они или вообще отсутствуют, или имеют незначительную вероятность реализации и малую интенсивность. Но уже в первой декаде сентября заморозки малой интенсивности наблюдаются повсеместно.

Особенно велика вероятность заморозков к концу сентября. К этому времени слабые заморозки наблюдаются почти ежегодно, а интенсивные – примерно 3–5 раз через каждые 20 лет. В морозоопасных местах, например в Маслянино, повторяемость заморозков большая. Слабые заморозки отмечаются ежегодно, сильные – 1 раз в 2 года.

По нашим исследованиям за пятилетний период 2004–2008 гг., повторяемость заморозков по территории Новосибирской области изменялась довольно сильно и неравномерно. В 2004 г. количество дней с заморозками в сумме по области составило 2 097, в 2006 г. оно возросло до 2 322 и снова уменьшилось до 2 222 дней к 2008 г. Например, по данным некоторых метеостанций (Барабинск, Квашнино, Сузун, Северное и др.), в 2004 г. заморозков здесь не было совсем либо они наблюдались только раз в году (Чулым, Посевная, Каргат, Крещенка). В 2006 г. в этих же районах число дней с заморозками резко увеличивается до 6–12, в дальнейшем, к 2008 г. оно уменьшается в среднем до 5–8 дней (табл. 1, 2).

Таблица 1

Число дней с заморозками в Левобережье Новосибирской области

Зона	Станция	Число дней с заморозками в год					Сумма за 5 лет
		2004	2005	2006	2007	2008	
Подтайга	Кыштовка	4	6	12	0	11	33
	Крещенка	1	6	11	16	11	45
	Северное	0	3	12	9	8	32
Лесостепь	Барабинск	0	3	9	9	5	26
	Убинское	1	5	14	14	9	43
	Татарск	2	9	8	4	7	30
	Каргат	1	5	11	10	6	33
	Квашнино	0	6	3	3	2	14
	Чистоозерное	4	11	9	6	1	31
Степь	Купино	4	12	9	12	6	43
	Баган	4	14	9	7	6	40
	Краснозерск	4	2	7	7	3	23

Таблица 2

Число дней с заморозками в Правобережье Новосибирской области

Зона	Станция	Число дней с заморозками в год					Сумма за 5 лет
		2004	2005	2006	2007	2008	
Лесостепь	Мошково	3	6	7	9	3	28
	Огурцово	2	3	9	10	6	30
	Обская ГМО	0	0	0	0	11	11
	Посевная	1	8	11	9	8	37
	Искитим	4	9	10	8	10	41
	Чулым						
Подтайга	Маслянино предгорья	3	14	19	9	11	56
	Сузун	0	3	5	6	5	19

С целью более детального выявления пространственного распределения морозоопасности в области, нами проведён анализ их распространения в отдельности в Правобережье и Левобережье, что позволяет сделать акцент не только на зональные особенности их распределения, но и на провинциальные. Так, в более северной подтайге и в открытой степной зоне Левобережья их несколько больше, чем в лесостепной зоне, а в Правобережье – намного больше в подтайге предгорий, чем в лесостепи. Отмечена [7, 8] особо высокая экологическая нагрузка на районы Правобережья, где оказывает отрицательное влияние повышение рельефа к юго-востоку области, достаточно высокие водоразделы рек.



В результате можно сделать заключение о весьма неадекватном временном и пространственном распределении заморозков на территории области. Если в целом по области количество дней с заморозками изменяется в среднем от 33–35 на севере и до 11–19 на юге, то в региональном плане можно отметить еще несколько максимумов: по долине реки Тары (север области, подтаежная зона) и достаточно высокое их количество на остальной территории подтаежной зоны с тенденцией к увеличению к востоку области до 40–45 случаев (верховье реки Оби, Иксы, Каргата, Баксы, Чулыма).

Наименьшее количество заморозков отмечено в южной лесостепной и степной зонах в котловине озера Чаны, в нижнем течении реки Карасук и в районе Сузуна (в долине реки Нижний Карасук при впадении ее в Обь). На всей остальной территории количество заморозков колеблется в пределах от 25 до 30 дней в сумме за 5 лет.

Происхождение заморозков, их интенсивность, повторяемость и продолжительность объясняются многими причинами. В их число в первую очередь входят атмосферные процессы, затем – особенности рельефа и микрорельефа, соотношение растительного и почвенного покровов, влияние водных акваторий.

Адвективные заморозки, связанные с поступлением (адвекцией) холодных масс воздуха с северных широт, охватывают большие площади и имеют сильное экологическое воздействие на окружающую среду. Они могут продолжаться несколько дольше, чем заморозки, связанные с радиационным выхолаживанием, и существенно влиять на экологический потенциал ландшафта. Полагаясь на исследования [9, 10], мы можем также утверждать, что заморозки оказывают не только прямое экологическое воздействие, но и производное, которое выражается в снижении биологической продуктивности растений, изменении биогеохимических условий и т. д.

Радиационное выхолаживание земной поверхности сопровождается сильной ночной теплоотдачей с поверхности почвы и растений. Это приводит к кратковременному понижению температуры в приземном слое воздуха. При этом заморозками охватываются совсем небольшие территории, связанные с неровностями рельефа, иными словами, они могут быть обусловлены также и характером подстилающей поверхности, экспозицией склонов и т. д. Поэтому естественно, что один и тот же процесс способствует неоднозначному распределению заморозков, они носят своеобразный локальный характер по территории и наблюдаются *главным* образом в отрицательных формах рельефа (долинах, котловинах, поймах малых рек и т. д.). Свидетельством тому является невысокая корреляционная связь между числом дней с заморозками на сравнительно близко расположенных станциях. Экологическое воздействие данного погодного явления тем более отрицательно, что бороться с ним достаточно трудно, ибо при значительных понижениях температуры такие средства, как дымление и отопление, недостаточно эффективны.

Таким образом, опасные погодные явления, их частота и интенсивность заметно возросли в последние годы. Например, за период с 2005–2010 гг. их

количество на территории России возросло в 1,5 раза по сравнению с аналогичным периодом прошлого десятилетия, и продолжает расти со скоростью 6 % в год. По результатам выбранных материалов и анализа построенной картосхемы максимального распределения числа дней с заморозками, можно отметить, что их зональность проявляется, хотя и не очень четко. Среднее годовое число дней с заморозками уменьшается с севера на юг, т. е. в том же направлении, в котором меняется континентальность климата. Также в направлении с юга на север отчетливо проявляется общая закономерность изменения во времени наступления весенних и осенних заморозков: в более северных районах они весной наблюдаются позже, а осенью раньше, чем в южных. Соответственно и экологические условия становятся неадекватными по территории области.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Многолетние данные [Текст] / Вып. 20, ч. 1–6. Серия 3. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 717 с.
2. Костюков, В.В. Агроклиматические ресурсы и динамика урожайности ранних яровых зерновых культур Западной Сибири [Текст] / В.В. Костюков, Т.В. Старостина, М.И. Черникова. – Новосибирск, 2009. – 183 с.
3. Татаринцев, Л.М. Факторы плодородия каштановых почв сухой степи юга Западной Сибири и урожайность яровой пшеницы [Текст] / Л.М. Татаринцев, В.Л. Татаринцев, О.Г. Пахомя. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2005. – 105 с.
4. Воронина, Л.В. Климато-экологические процессы в Новосибирской области на рубеже столетий [Текст] / Л.В. Воронина, А.Г. Гриценко // Актуальные проблемы экологии и природопользования Сибири в глобальном контексте. – Томск: Томский государственный университет, 2007. – Ч. 2. – С. 86–91.
5. Ягудин, Р.А. Новосибирцы дождались лета только в конце августа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.mail.ru/inregions/Siberian/54/4300206>.
6. Новосибирские холода побили многолетние рекорды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.ngs.ru/more/69395/>
7. Воронина, Л.В. Экологический аспект опасных погодных явлений [Текст] / Л.В. Воронина // Сб. материалов научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2010». Т. 4, ч. 2. Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология. – Новосибирск: СГГА, 2010. – С. 63–67.
8. Ощепкова, Т.Н. Экологический аспект опасных явлений на примере Новосибирской области [Текст] / Т.Н. Ощепкова, Д.И. Красных // Сб. тезисов докладов новосиб. межвузов. научной студ. конф. «Интеллектуальный потенциал Сибири». – Новосибирск, 2009. – С. 17.
9. Исаченко, А.Г. Введение в экологическую географию [Текст] / А.Г. Исаченко. – СПб.: СПб. ун-т, 2000. – 192 с.
10. Исаев, А.А. Экологическая климатология [Текст] / А.А. Исаев. – М.: Научный мир, 2001.

Получено 10.11.2010

© Л.В. Воронина, А.В. Зарубина, 2010

Л.В. Воронина – кандидат географических наук, доцент.  
А.В. Зарубина – студентка 3-го курса.  
Тел.: 361-08-86.

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЯМИ



УДК 339.187.62

*А.Р. Ткачева*

СГГА, Новосибирск

### **ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЛИЗИНГОВЫХ ОТНОШЕНИЙ В РОССИИ**

Активное распространение лизинговых отношений в России началось в середине XX в., предметом договора являлась стратегически важная на тот момент военная техника. Принимая во внимание основные преимущества лизинга перед товарным кредитом, Правительством РФ был разработан ФЗ «О лизинге», а также еще ряд постановлений, которые направлены на поддержание и развитие лизинговой отрасли. Специфика российского финансового рынка привела к многообразию особенностей развития лизинговых отношений.

договор «ленд-лиза», лизинговые отношения, лизинговые организации, лизинговое финансирование, лизинговые услуги.

*A.R. Tkacheva*

SSGA, Novosibirsk

### **HISTORICAL ASPECTS AND MODERN TRENDS OF LEASING DEVELOPMENT IN RUSSIA**

The activity of distribution leasing in Russia has begun in the middle of XX century, where the subject of contract called «lend lease» was the military technology. The Government of the Russian Federation considers the basic advantages of leasing before the commodity credit, decisions about development of financial lease. The specificity of the Russian financial market has led to variety leasing operations.

the contract of «lend lease», the leasing relations, the leasing organisations, the leasing financing, the leasing services.

Развитие лизинга в России началось во время Второй мировой войны. Первыми объектами, закупленными СССР по договору лизинга военной техники, так называемому «ленд-лизу», были самолеты. В советские времена лизинг использовали для приобретения морских и воздушных судов посредством внешнеэкономических организаций, однако количество лизинговых сделок было ничтожно мало. В начале 1990-х гг. при коммерческих банках стали образовываться лизинговые организации. К середине 1990-х гг., оценив по-

тенциальные возможности и преимущества лизинга для экономического развития страны, Правительство РФ приняло ряд постановлений, направленных на поддержку развития лизинговых отношений. В результате на рынке стали появляться новые компании, в том числе крупные, учрежденные финансово-промышленными группами (ФПГ) для технического переоснащения входящих в их состав предприятий [1, с. 12]. Активная поддержка государства в виде налогового послабления привела к бурному развитию лизинговой отрасли. Динамика роста числа лизинговых компаний на российском финансовом рынке представлена на рис. 1 [2].

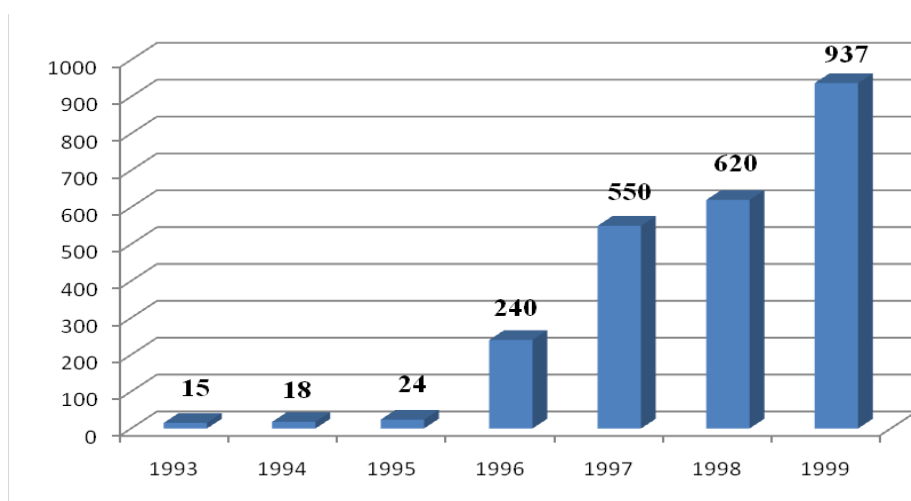


Рис. 1. Динамика роста числа лизинговых компаний на российском финансовом рынке за 1993–1999 гг.

Несмотря на налоговые послабления для лизингового бизнеса, которые позволяли по сравнению с обычным банковским кредитованием экономить до 40 % совокупных расходов, этот кредитно-инвестиционный механизм имел определенные недостатки в сфере нормативного законодательства. Вследствие противоречий существующего законодательства лизинг использовали в целях минимизации налогового бремени, путем сокращения срока амортизации основных средств, при этом денежные средства выплачивались единовременно, однако фактически долгосрочные лизинговые отношения не были закреплены. В период с 1998 по 2000 г. был принят противоречивый закон «О финансовой аренде (лизинге)», а также многочисленные нормативные акты, регулирующие бухгалтерский учет и налогообложение лизинговых операций. Банк России предпринимал попытки ужесточить контроль потоков как российского, так и иностранного капитала.

Существенный прогресс в развитии лизингового бизнеса наметился в 1998–2002 гг. Он привел к росту лизинговых операций по трем основным причинам. Первая причина – банковский кризис 1998 г., вынудивший организации обратить внимание на лизинг как альтернативный банковскому кредитованию

источник финансирования капитальных вложений. Вторая причина – разрушение нормативных правовых преград и устранение противоречий в виде принятия Закона о лизинге в 2002 г. и отмены лицензирования лизинговой деятельности. Третья причина – оптимизация институциональной организации лизингового бизнеса. [1, с. 13–14].

Значительный спад активности лизингового рынка произошел в 2008 г. С одной стороны, в первом квартале наблюдался рост количества и объемов заключенных лизинговых сделок, лизинг активно развивался в регионах. С другой – катастрофическое падение объемов и количества сделок во втором полугодии, вследствие падения мировых фондовых рынков. Объем нового бизнеса по итогам 9 месяцев 2008 г. составил 319,7 млрд. рублей без НДС, что составило всего 62 % от показателя 2007 г.

Четвертый квартал оказался наиболее сложным периодом: резкое сужение рынка корпоративного кредитования, падение ликвидности российской валюты, замораживание выплат клиентами (рис. 2) [3, с. 5–6, 4, с. 5].

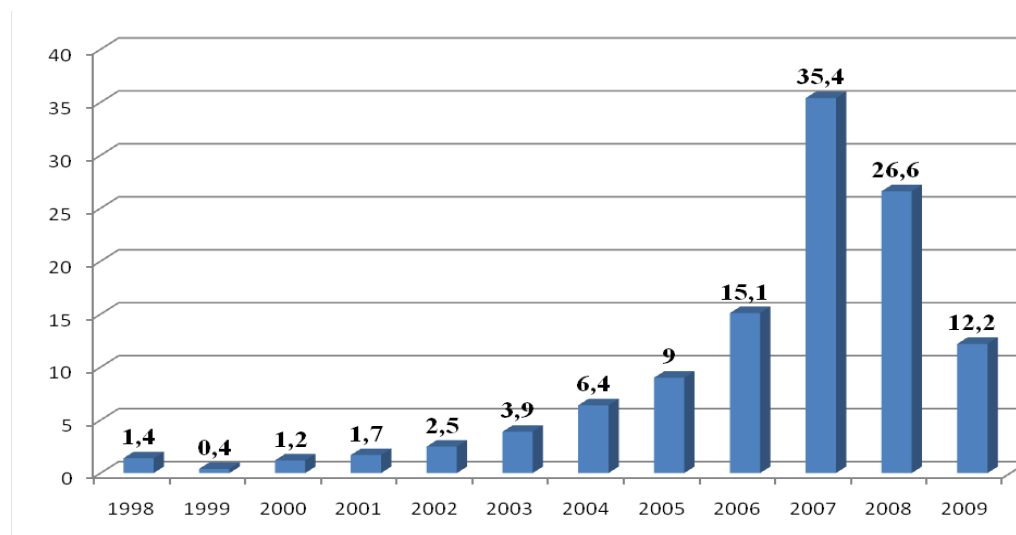


Рис. 2. Динамика лизингового рынка, в млрд. долл. с НДС

Развитие рынка лизинговых услуг имело свои особенности в отличие от развития финансовой аренды за рубежом. Первая особенность – в России лизинг является специфическим финансовым инструментом, в то время как за рубежом финансовая аренда сочетает в себе свойства операционной аренды и кредита.

Вторая особенность – многообразие направлений в лизинге. Лизинговые компании создавались различными структурами, имели разные предпосылки образования, поэтому и практика работы, психология у них разная. Можно выделить пять типов компаний, которые в лизинговом бизнесе активно действуют в России в соответствии с их ориентацией [1 с. 16]:

- 1) на банки;
- 2) на иностранных учредителей;

- 3) на поставщиков оборудования;
- 4) на государство;
- 5) на отечественные промышленные группы.

Однако границы отличий между этими типами структур размываются. Многие лизинговые организации стали выходить из «родительских» структур и предлагают весь комплекс лизинговых услуг, т. е. являются универсальными. В начале 1990-х гг. многие лизинговые компании образовывались при коммерческих банках, однако со временем лизинговые организации стали приобретать финансовые институты.

Банки одними из первых оценили потенциал лизинга. Изначально он представлялся лишь как дополнительный, более гибкий инструмент кредитования, в определенных случаях более удобный как для банка, так и для заемщика. Лизинговые сделки применялись при финансировании нестандартных проектов, привлекательных для банка, но не соответствовавших требованиям его кредитной политики. Главную роль для принятия решения банком в пользу финансирования таких проектов играет обусловленное лизинговой схемой наличие дополнительного обеспечения в виде самого объекта лизинга. Лизинговое финансирование удобнее и для многих заемщиков, прежде всего благодаря большей доступности такого финансирования, налоговым льготам и возможности как учитывать объект лизинга на своем балансе, так и оставлять на балансе лизингодателя.

Лизинг теперь не просто услуга банка, это и дополнительный способ привлечения клиентов в банк. Есть примеры, когда лизинговый бизнес становится основным направлением деятельности. Так, у банка «Авангард» инвестиции в лизинговые сделки составляют около 40 % кредитного портфеля. Весьма заметными участниками рынка являются такие созданные при российских банках компании, как «Промсвязьлизинг», «Балтийский лизинг», «Альфа-Лизинг», «КМБ-Лизинг» и др.

Конкурентное преимущество на российском рынке заключается в гибкости подхода к клиентам. Многие крупные банки рассматривают лизинг как проектное финансирование, при котором практически нет стандартных условий. Крупные лизинговые сделки, требующие серьезного структурирования, больше похожи на проектное финансирование, чем на лизинг в его классическом понимании.

Одним из способов снижения рисков можно считать отраслевую направленность бизнеса компании. При этом реализуется комплексный подход к разработке отдельных отраслей, в которых окупаемость сделки можно ожидать в течение 3-5 лет и определить полный пакет финансовых операций. В некоторых случаях реализуется возможность создать полную технологическую цепочку. Например, «Авангард-Лизинг» реализует проекты по лову рыбы, транспортировке, хранению, переработке и реализации.

Лизинговые компании, которые были образованы при банках, осуществляют финансирование лизинговых проектов, как наиболее рискованного вида

финансирования, однако обеспечивают более низкие риски, чем при операциях кредитования. При этом отсутствует необходимость быть собственником лизингового объекта. Банковские лизинговые компании не вмешиваются в управление предприятиями, так как, прежде всего, ориентированы на эффективность инвестиций.

Лизинговые компании, созданные при иностранных банках, в отличие от российских компаний, совершенно иначе понимают философию лизинга. Для них это, прежде всего, «классический лизинг», когда оборудование весьма ликвидно и является достаточным обеспечением всей сделки.

Доступ к долгосрочному, относительно дешевому иностранному финансированию – основа деятельности этих компаний. Лизинговый бизнес больше похож на кредитование с наличием дополнительного обеспечения, нежели на проектное финансирование. Российскому заемщику сложнее сотрудничать с такой компанией, зато, если это удастся, клиент получает оборудование или транспорт на более длительный срок и под меньшие проценты.

Лизинговые компании, которые образованы при иностранных банках, имеют аналогичные преимущества при сотрудничестве с банком, что и российские. Единственное отличие – в доступности привлечения зарубежного финансирования от международных финансовых агентств, таких как ЕБРР (Европейский Банк Реконструкции и Развития), зарубежных поставщиков оборудования и иных инвесторов. Готовность иностранных инвесторов и международных финансовых агентств к сотрудничеству определяется требованиями по соблюдению определенного уровня риска и доходности вложений. Зарубежные поставщики транспортных средств и оборудования готовы частично разделять риск российских лизингополучателей, при условии наличия буфера между ними и лизингополучателями. Функцию такого буфера и выполняет лизинговая компания.

На ранних стадиях развития лизинговой отрасли в России поставщики оборудования и транспортных средств предоставляли товарные кредиты по среднесрочным договорам сроком не более 3 лет, однако со временем предприятия стали искать пути снижения своих рисков. На данный момент, имея буферную лизинговую организацию, которая остается собственником оборудования, поставщики значительно снижают свои риски. Другими словами, данный финансовый механизм позволяет лизинговым организациям разделить риски с поставщиками, которые частично изыскивают финансирование. Например, по поставкам техники «Caterpillar» Райффайзенбанк обеспечивает 1/3 финансирования, остальное разделяют ЕБРР и «Caterpillar».

Единственным ограничением является установленная Банком России норма риска на одного заемщика. С точки зрения Банка России, заемщиком является сама лизинговая компания, а не конечные лизингополучатели. Такой подход ограничивает доступ лизинговой компании к ресурсам учредителя. В то же время, это ограничение заставляет лизингодателя искать новые источники финансирования, т. е. становиться более независимым от материнской компании. Поэтому лизинговые компании, созданные при иностранных банках, имеют все

предпосылки для того, чтобы в ближайшем будущем стать значительным каналом притока иностранных инвестиций в экономику России [1, с. 19].

Лизинговые организации при производителях или поставщиках оборудования являются основателями международной лизинговой отрасли. Любая лизинговая организация, которая имеет стабильные отношения с поставщиками оборудования, получает значительные конкурентные преимущества, что касается и предоставления коммерческого кредита, и обязательства обратного выкупа лизингового объекта, а также продажи его на вторичном рынке, скидок и сервисного обслуживания.

На данном сегменте лизингового рынка работает несколько лизинговых организаций при зарубежных производителях, имеющих значительные собственные средства, а также доступ к иностранному финансированию. Наиболее известные из них – это «Даймлер-Крайслер Лизинг Автомобили», «Вольво трак файненс», «Zeppelin Russland» (при «Caterpillar»). Лизинговыми объектами приведенных производителей является наиболее ликвидный транспорт и оборудование.

В России существуют аналогичные российские лизинговые организации, но по причине ограниченного доступа к финансированию они недостаточно развиты. На российском лизинговом рынке заметны такие компании, которые созданы при производителях самолетов, а именно «Ильюшин Финанс Ко» и «Авиационная лизинговая компания "Туполев"». Отличительной особенностью является то, что если лизинговая организация при производителе может оказать влияние только на спрос, то данные лизинговые организации могут оказать влияние и на спрос, и на предложение. Недостаток долгосрочных финансовых ресурсов является наиболее актуальной проблемой в отрасли самолетостроения, но при создании лизинговой организации акционеры могут финансировать данное производство.

Самолеты являются классическим объектом международного лизинга, что обусловлено, прежде всего, их высокой ценой, длительным сроком амортизации и относительной ликвидностью на вторичном рынке. До 50 % всех продаж самолетов в мире осуществляется через различные формы финансирования, в том числе лизинг, поэтому перспективы роста авиационных лизинговых компаний вполне оправданы [1, с. 20].

Лизинговые организации, созданные при поддержке государства, образовывались в основном для реализации разнообразных программ поддержки малого и среднего бизнеса. Однако значительные объемы вложенных средств в лизинговые проекты в сельскохозяйственной промышленности стали формой безвозвратных дотаций. С 2002 г. в России действует компания «Росагролизинг», которая намерена применять в сельскохозяйственной отрасли международные лизинговые схемы. Главным препятствием для развития лизинга в данной отрасли является получение предприятиями, работающими в сельском хозяйстве, государственных субсидий.



Государственная поддержка направлена тем организациям малого бизнеса, которые не могут получить банковское финансирование, вследствие чего финансирование посредством лизинга является трудоемким и затратным. Лизинговое оборудование, полученное малым предприятием, является активом, которое образует большую часть основных средств данного предприятия. Однако для лизинговой организации осуществление лизинговых сделок сопряжено с высокими рисками.

В данном случае единственным выходом для лизинговой организации является приближение лизинга к основным принципам кредитной деятельности. Большие объемы лизинговых операций позволяют организации диверсифицировать риски и снизить расходы, при этом поставить обработку заявок клиентов на поток. Лизинговые организации стараются специализироваться на лизинговых объектах, которые имеют наиболее ликвидный вторичный рынок: транспорт и оборудование. Обязательные ежемесячные лизинговые платежи позволяют организации контролировать состояние платежеспособности клиента.

Вследствие высоких рисков лизинговых операций организации сталкиваются со сложностями при привлечении дополнительного финансирования, поэтому главными источниками для развития лизинговых организаций являются собственные средства. Государственное финансирование зависит от политической конъюнктуры, поэтому многие лизинговые организации стали ориентироваться на рынок.

Основными мотивами приобретения оборудования в лизинг для малых предприятий является возможность расширения и легализации бизнеса. При консультировании клиентов лизинговые организации предоставляют возможность легализовать бизнес, а далее – обеспечивают создание лизинговой кредитной истории. При этом предприятие становится заемщиком лизинговой организации, а в дальнейшем также имеет возможность получить финансирование как в банковском учреждении, так и от сторонних инвесторов.

«Московская лизинговая компания» является первой российской лизинговой организацией, которая смогла осуществлять при помощи лизинга эффективную финансовую деятельность. Аналогичным образом действуют негосударственные лизинговые организации, которые стали заметными игроками на российском лизинговом рынке для малого бизнеса, такие как «КМБ-Лизинг» и «Дельта-Лизинг».

Созданная по инициативе государства компания «Ильюшин Финанс Ко» и финансируемая в значительной степени государственными банками также имеет все основания стать рыночной лизинговой организацией. Процесс обретения самостоятельности будет происходить посредством расширения количества поставщиков и источников финансирования: кредиты сторонних банковских учреждений, выпуск ценных бумаг, привлечение средств пенсионного фонда. Таким образом, созданная для реализации государственной программы компания может стать рыночной.

Созданные при ФПГ лизинговые компании служат для перераспределения финансовых ресурсов внутри группы с использованием налоговых льгот. В настоящее время при крупных ФПГ обязательно создается лизинговая организация, при этом очевидна их «нерыночность», однако это не всегда означает использование лизинга в качестве «серой» схемы. Как правило, это касается случаев приобретения оборудования, которое является неликвидным на вторичном рынке, в лизинг.

Основной тенденцией наиболее крупных лизинговых организаций, образованных при ФПГ, является явное тяготение к универсальной рыночной нише. Преимуществом лизинговой организации, созданной при ФПГ, является ее специализация, которая позволяет снизить риски за счет глубокого знания специфики данной отрасли и способности к точному прогнозированию ликвидационной стоимости оборудования, приобретенного посредством лизинга.

Большое число российских лизинговых организаций являются посредниками либо со стороны производителей, либо финансовых институтов. Главной задачей лизинговых организаций является совмещение нескольких заинтересованных сторон: организаций, которым требуется финансирование, производителей или поставщиков, которые желают реализовать оборудование, и финансового института, который имеет возможность профинансировать данную операцию. Лизинговые организации, образованные при ФПГ, самостоятельно могут финансировать все этапы лизинговой операции, при этом данная способность самофинансирования и обеспечивает им лучшие условия взаимодействия и с производителями, и с инвесторами, и с клиентами.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шабашев, В.А. Лизинг: основы теории и практики [Текст]: учеб. пособие / В.А. Шабашев, Е.А. Федулова, А.В. Кошкин; под ред. проф. Г.П. Подшиваленко. – 2-е изд. – М.: КНОРУС, 2005. – 184 с.
2. Основы лизинговой деятельности [Текст]: пособие для слушателей. – М.: МФК, 1999. – 132 с.
3. Обзор рынка лизинга 2008, Российская ассоциация лизинговых компаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.leasing.uralsib](http://www.leasing.uralsib)
4. Обзор рынка лизинга 2009, Российская ассоциация лизинговых компаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.leasing.uralsib](http://www.leasing.uralsib)

Получено 20.11.2010

© А.Р. Ткачева, 2010

А.Р. Ткачева – ассистент.  
Тел.: 361-04-71.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378

*И.В. Рязанцева*

СГГА, Новосибирск

### КОМПЛЕКСНАЯ МАРКЕТИНГОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АКАДЕМИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ НАБОРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

*I.V. Ryazantseva*

SSGA, Novosibirsk

### INTEGRATED MARKETING ACTIVITY OF THE ACADEMY ON ADMISSION AND TRAINING OF SPECIALISTS

В 2010 г. в Новосибирске существенно сократилось количество выпускников школ, их стало почти на 2 000 меньше и составило 7 800 человек. Сдача ЕГЭ уже второй год подряд стала обязательной для выпускников школ, получающих аттестат после успешной сдачи экзамена по русскому языку и математике. В 2009 г. получить аттестат не смогли 3 % школьников, но получили возможность пересдать ЕГЭ в этом году.

В 2010 г. в Новосибирской области в ЕГЭ приняли участие 16 936 человек, в том числе выпускников текущего года – 15 188 человек (89,7 %). Выбор большинства школьников пал на обществознание, второе место заняла физика. Распределение участников ЕГЭ в Новосибирской области по предметам в 2010 г. выглядит следующим образом (табл. 1).

*Таблица 1*

Распределение участников ЕГЭ в 2010 г.

Предмет	Количество участников, чел.	Доля от количества выпускников, %
Русский язык	16 198	106,6
Математика	15 474	101,9
Физика	3 496	23,0
Химия	1 140	7,5
Информатика и ИКТ	2 046	13,5
География	372	2,4
Английский язык	1 330	8,8
Обществознание	8 222	54,1

Общий прием в вузы по России в 2010 г., с учетом бакалавриата и магистратуры, составил 498 000 человек. Число бюджетных мест на первый курс очной формы обучения в расчете на тысячу выпускников школ осталось на уровне 2009 г. в количестве 418 мест. При этом школу окончили 822 000 выпускников, что на 77 000 человек меньше, чем в 2009 г.

Организация профориентационной работы в академии проводилась в соответствии с планом работы Центра тестирования и профориентации СГГА.

Очередной «День открытых дверей» состоялся 3 ноября 2009 г. Большой интерес вызвала выставка профессиональных приборов. Телескопы, тепловизор, 3Д мониторы, лазерный сканер – все это можно было потрогать руками, узнать устройство, возможности прибора. В актовом зале прошла торжественная часть. Второй «День открытых дверей» состоялся сразу после весенних каникул – 3 апреля 2010 г., его посетили около 250 человек. Проконсультироваться по выбранным специальностям гости могли у представителей выпускающих кафедр.

В ноябре 2010 г. академия приняла участие в 30-й Московской международной выставке «Образование и карьера XXI век». В «Гостином дворе» столицы, где проходила выставка, академия представила стенд, презентации и показала свою визитную карточку – выступление на сцене, вызвавшее большой интерес гостей. Делегация академии смогла достойно заявить о себе, обменялась опытом и привезла памятный диплом «За работу с молодежью и большой вклад в пропаганду образования».

В марте 2010 г. академия приняла участие в Международной образовательной выставке «УчСиб-2010», проходившей в МВЦ «ITE Сибирская ярмарка». В выставке приняли участие более 250 образовательных учреждений и производственных предприятий России, а также представители Чехии, Швейцарии, Франции, Германии, Великобритании, Болгарии и Канады. Обширная программа выставки «УчСиб-2010» включала научно-практические конференции, семинары, круглые столы, мастер-классы, презентации и конкурсы. На стенде академии была представлена разнообразная информация по специальностям академии. Наши представители консультировали школьников и их родителей по всем интересующим вопросам. По итогам выставки академия была награждена дипломами в номинациях «Учебная книга», «Развитие инновационной инфраструктуры вуза» и большой золотой медалью за «Разработку и реализацию модели профессиональной школы в инженерно-технической сфере».

В течение всего года Центр тестирования и профориентации проводил выезды в школы города Новосибирска и области, знакомил будущих абитуриентов со специальностями академии, возможностями и перспективами обучения и трудоустройства. Школьники имели возможность получить квалифицированную консультацию у сотрудников приемной комиссии по вопросам поступления и подготовки к вступительным испытаниям, ознакомиться с презентациями специальностей.

Традиционно в академии проводились семимесячные, шестимесячные, четырехмесячные и летние подготовительные курсы. В этом году на курсах обучалось

110 слушателей. Для проведения занятий привлекались высококвалифицированные сотрудники профессорско-преподавательского состава академии и Технического лицея при СГГА, которые работают как по программе подготовки к экзаменам в форме ЕГЭ, так и по материалам вступительных испытаний СГГА.

В апреле 2010 г. академией была проведена Открытая межвузовская олимпиада школьников Сибирского Федерального округа «Будущее Сибири». По дипломам призеров и победителей олимпиады в академию было зачислено 19 человек.

В период приема документов приемная комиссия СГГА ежедневно размещала на официальном сайте СГГА и на информационном стенде приемной комиссии информацию для абитуриентов и их родителей о количестве поданных заявлений и конкурсе.

Уже второй год обратную связь с абитуриентами приемная комиссия осуществляет в социальной сети «ВКонтакте.ru». Группа «Абитура СГГА» администрируется студентами академии. Группа является безусловным инструментом воздействия на абитуриентов в процессе профориентации и продвижения вуза среди целевой аудитории, и, что немаловажно, эта работа позволяет совершенствовать процесс приема абитуриентов и разрабатывать рекомендации для вуза в целом.

В 2009/10 уч. г. Сибирская государственная геодезическая академия проводила работу по выполнению государственного контракта с Областной администрацией № ГК-Н-11-16 от 25 ноября 2009 г. «Разработка и реализация модели профессиональной школы в сфере геоинформационных систем» и государственного контракта № ГК-Н-11-15 от 25 ноября 2009 г. «Разработка и реализация модели профессиональной школы в сфере приборостроения». Работа по этим государственным контрактам велась с Департаментом науки, инноваций, информатизации и связи Новосибирской области.

Модель профессиональной школы интересна тем, что она открывает возможности применения предложенной модели «вуз – школе» в реальной практике взаимодействия общего среднего и высшего образования. В рабочую группу по выполнению контроля вошли представители профессорско-преподавательского состава академии, аспиранты и студенты. Со стороны школы в реализации совместных мероприятий принимали участие администрация школы, учителя, школьники, родители. Активное участие принимали потенциальные работодатели, руководители крупных предприятий.

На экспериментальных площадках были организованы профильные классы. Была разработана исходная теоретическая модель довузовского обучения на основе комплексного подхода, выявлены педагогические условия реализации идеи непрерывного образования в системе «школа – вуз», обеспечивающие обучающемуся возможность профессионального выбора, достижение готовности к поступлению в вуз и успешного обучения в нем.

Учащиеся профильных классов имели возможность регулярно посещать лаборатории и кафедры академии, компьютерные классы, где они под руково-

дством преподавателей академии изучали современные программные продукты. В модель были включены различного рода лектории, семинары, консультации для учащихся и учителей, направленные на ознакомление их с научными направлениями академии.

Во время летней приемной кампании представители институтов давали квалифицированную консультацию об особенностях обучения и трудоустройства по конкретным специальностям вуза. Прием и оформление документов абитуриентов проводились в аудитории, оснащенной 8 компьютерами. Информация об абитуриенте заносилась техническими секретарями в специально адаптированную для этого базу данных. В период работы приемной комиссии в академии с визитом был губернатор Новосибирской области Виктор Александрович Толоконский, который высоко оценил техническую оснащенность приемной комиссии академии и организацию работы.

Набор в академию проводился в соответствии с контрольными цифрами приема. Сравнительная характеристика контрольных цифр приема за 2008, 2009 и 2010 г., количество абитуриентов и граждан, зачисленных в академию на очную форму обучения, приведены в табл. 2, 3, 4. Соответствующие изменения хорошо видны на рис. 1, 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика контрольных цифр приема (2008–2010 гг.)

Перечень укрупненных групп специальностей	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Естественные науки	40	40	50
Экономика и управление	60	53	20
Информационная безопасность	15	20	20
Геодезия и землеустройство	185	214	254
Оружие и системы вооружения	20	25	25
Приборостроение и оптотехника	100	110	100
Информатика и вычислительная техника	35	35	40
Безопасность жизнедеятельности	20	25	25
Всего	475	522	529

Таблица 3

Количество абитуриентов, зачисленных в академию на очную форму обучения (2005-20010 г.)

Форма обучения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Бюджет	471	473	468	475	522	529
Контракт	606	506	625	423	310	274
Итого	1077	979	1032	898	832	808

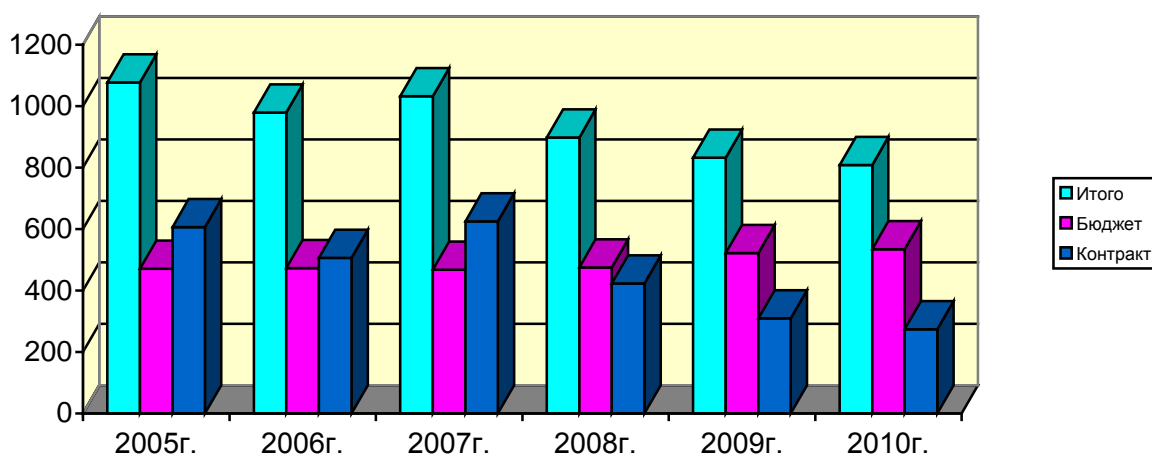


Рис. 1. Количество абитуриентов, зачисленных в академию на очную форму обучения (2005-2010 г.)

Таблица 4

Количество зачисленных на очную форму обучения граждан из особых категорий (2008–2010 гг.)

Категория граждан	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Лица с медалью	31	9	21
Целевой набор	59	36	64
Технический лицей при СГГА	61	48	45
Льготная категория	23	15	20

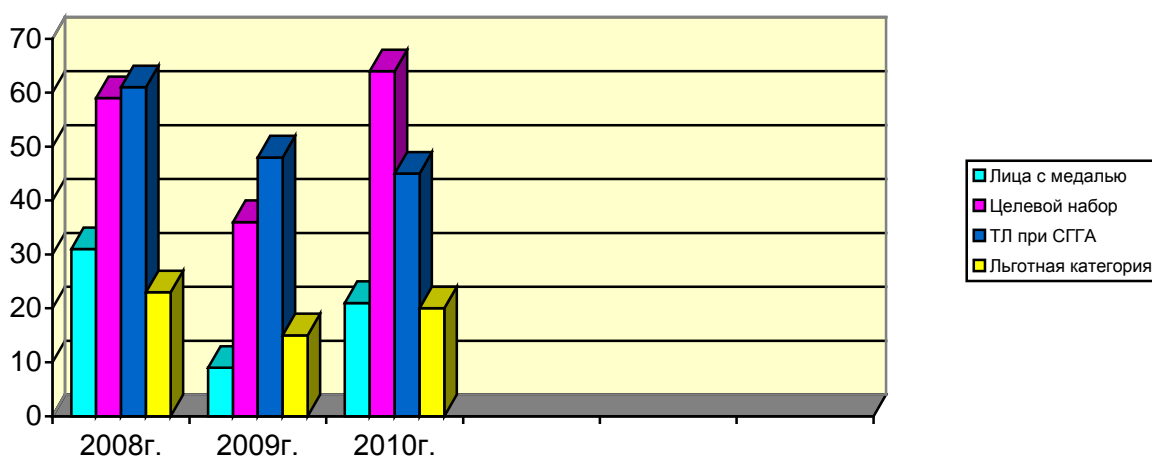


Рис. 2. Количество зачисленных на очную форму обучения граждан из особых категорий (2008–2010 гг.)

В 2010 г. количество лиц, поступающих по целевому набору, увеличилось на 28 человек. Количество выпускников Технического лицея при СГГА, поступивших в академию, сократилось на 3 человека, что составило 47 % от общего количества выпускников лицея. Почти в 2,5 раза возросло количество выпускников, окончивших школу с золотой или серебряной медалью, поступивших в СГГА. На 5 человек больше поступило в академию в этом году лиц, имеющих право на внеконкурсное зачисление (по различным льготным категориям).

Анализируя статистические данные по итогам работы приемной комиссии, можно сделать следующие выводы.

Средний конкурс в академии за последние 2 года по данным заявлениям (первый приоритет) держится на уровне 3,8 и 3,9 человек на место. Конкурс по общим заявлениям в 2009 г. был 14,2, в 2010 г. – 10,2 человек на место. Максимальный конкурс традиционно наблюдается на специальностях «Экономика и управление на предприятии (туризма и гостиничного хозяйства)» (113 человек на место) и «Экономика и управление на предприятии (в операциях с недвижимым имуществом)» (97 человек на место). Такой большой конкурс на эти специальности сформировался в связи с небольшим количеством бюджетных мест. Из инженерно-технических специальностей самый большой конкурс в 2010 г. был на специальностях: «Городской кадастр» (12 человек на место), «Организация защиты информации» (12 человек на место) и «Информационные системы и технологии» (8 человек на место). На сегодняшний день специальности инженерно-технического направления пользуются меньшей популярностью у школьников, чем специальности экономического направления.

Из-за минимального количества бюджетных мест на специальности экономического направления и проходной балл на эти специальности был самым высоким (190–203 балла). Самый низкий проходной балл был на специальностях «Испытание и эксплуатация техники (электроника)» (107 баллов), «Оптико-электронные приборы и системы» (103 балла), «Оптотехника (бакалавр)» (98 баллов).

По итогам проведения приемной кампании в Сибирской государственной геодезической академии можно сформулировать следующие выводы и предложения:

1. Исходя из прогноза снижения числа выпускников школ Новосибирской области, в 2010 г. необходимо усилить профориентационную работу в школах города и области.

2. Следует регулярно обновлять ассортимент рекламной продукции об академии.

3. Необходимо активнее привлекать к профориентационной работе преподавателей, студентов, аспирантов и магистрантов институтов.

4. Целесообразно усилить профориентационную работу с учениками Технического лицея при СГГА, выпускающим кафедрам регулярно проводить встречи с лицеистами для введения их в мир профессий СГГА.



5. Предлагается ввести с этого года «Недели профессий СГГА» (приглашать на площадку академии 2-3 раза в году школьников и проводить для них тематические встречи с деканами, консультации по правилам приема в вузы).

6. Следует провести семинар или конференцию с учителями общеобразовательных школ на площадке СГГА, так как это мероприятие позволит с самой лучшей стороны позиционировать СГГА.

7. Продолжить работу по проекту «Профессиональные школы в инженерно-технической сфере», так как этот проект дает возможность более тесно работать со старшеклассниками.

8. Надо более широко использовать интернет-ресурсы, в частности, организовывать конкурсы для абитуриентов через Интернет.

*Получено 11.11.2010*

*© И.В. Рязанцева, 2010*

*И.В. Рязанцева – директор Центра тестирования и профориентации, ответственный секретарь приемной комиссии.  
Тел.: 343-37-01.*

## ХРОНИКА

---



УДК 528.34:629.783

*Ю.В. Сурнин*

СГГА, Новосибирск

### **ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ МЕЖКАФЕДРАЛЬНОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ (ВОСПОМИНАНИЯ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ ЛАБОРАТОРИИ)**

*Yu. V. Surnin*

SSGA, Novosibirsk

### **THE HISTORY OF INTER-DEPARTMENT RESEARCH LABORATORY DEVELOPMENT OF SPACE GEODESY (MEMOIRS OF LABORATORY'S RESEARCH SUPERVISOR)**

Зарождение Научно-исследовательской лаборатории космической геодезии СГГА (далее НИЛ КГ, или Лаборатория) произошло летом 1972 г. по инициативе профессора Константина Леонтьевича Проворова. В это время на правительственном уровне было принято решение подключить к исследованиям в области спутниковой геодезии в помощь предприятиям военно-промышленного комплекса гражданские организации и, в частности, Центральный НИИ геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК). Директор ЦНИИГАиК попросил К.Л. Проворова, как бывшего ректора НИИГАиК (теперь СГГА), привлечь кого-нибудь из молодых преподавателей НИИГАиК к решению задач космической геодезии, поставленных перед центральным НИИ. В то время в институте я был одним из тех, кто защитил диссертацию по новому направлению в геодезии и вел преподавание по двум дисциплинам этого профиля: небесной механике и космической геодезии. К этому направлению, когда я поступил в аспирантуру к проф. Г.А. Мещерякову в 1963 г., меня привлек все тот же профессор К.Л. Проворов. Константин Леонтьевич предложил мне сформулировать несколько тем и взяться за их решение. После долгого и довольно сложного согласования тематики между ЦНИИГАиК и НИИГАиК, 12 февраля 1973 г., наконец, был заключен Договор № 124-73 на проведение научно-исследовательской работы по теме «Исследование точности определения координат наземных пунктов орбитальным методом».

В разработке технического задания по этому договору со стороны ЦНИИГАиК принимали участие: профессор Леонард Павлович Пеллинен (начальник отдела

теоретической геодезии), профессор Александр Александрович Изотов (руководитель лаборатории космической геодезии ЦНИИГАиК), научные сотрудники Николай Лукич Макаренко (ныне директор ЦНИИГАиК), Анатолий Михайлович Микиша, Владимир Иванович Зубинский, Глеб Викторович Демьянов, Олег Николаевич Остач, Виктор Янович Иодис. Формировать тематику и согласовывать техническое задание мне помогали профессор Виталий Вячеславович Бузук, как проректор по научной работе НИИГАиК, и профессор К.Л. Прворов.

Заключение Договора № 24-73 можно считать официальным началом создания НИЛ КГ со статусом межкафедральной лаборатории. Теперь нужно было собрать «команду» для решения поставленной в договоре задачи. Но подготовленных специалистов в нашем институте непосредственно по новому научному направлению тогда еще не было. Пришлось собирать тематическую группу из студентов и сотрудников НИИГАиК, работающих на различных кафедрах, а также научных работников из внешних организаций города Новосибирска. К работе были привлечены: научный сотрудник Института прикладной физики СО АН СССР Валентин Семенович Пыхалов, преподаватели кафедры вычислительной математики НИИГАиК: доцент Игорь Георгиевич Вовк и ассистенты Владислав Андреевич Ащеулов и Юрий Викторович Дементьев (бывшие мои дипломники), а также студенты специальности «Астрономогеодезия» Анатолий Михайлович Токарев (V курс), Сергей Владимирович Кужелев (III курс) и Николай Никитович Егоров (III курс) – (рис. 1).



Рис. 1. 1974 год. Станция ИСЗ (к. 637).  
Слева направо сидят: В.А. Ащеулов, Ю.В. Сурнин, Н.Н. Егоров,  
стоят: С.В. Кужелев, Ю.В. Дементьев, А.М. Токарев

Молодому коллективу, состоящему из одних совместителей, не имеющему опыта работы, было нелегко создавать орбитальный метод в достаточно короткий срок, определенный договором. Мне многие наши преподаватели говорили: «Зачем мы – геодезисты – беремся за решение несвойственных геодезии задач? Ведь ими занимаются уже многие годы институты академии наук, НИИ министерства обороны и военно-промышленного комплекса?». Однако мы считали, что в геодезии появилось новое средство для решения традиционных координатных задач и его надо внедрять самим геодезистам. Поэтому новый (орбитальный) метод должны разрабатывать сами геодезисты, и разрабатывать также тщательно и изобретательно с учетом геодезической специфики, как это они уже делали ни один раз в подобных ситуациях, когда в геодезию проникали методы астрономических и гравиметрических определений, методы аэрофото съемки и фотограмметрии.

Идет уже второй год работы над темой, близится срок сдачи, а у нас комплекс программ, реализующий орбитальный метод, представляет собой «нечто рыхлое» – набор отдельных блоков (процедур), воспроизводящих траекторию ИСЗ со скоростью полета космического аппарата! На один оборот спутника (а нужно обрабатывать десятки оборотов!) затрачивается 1-2 часа машинного времени (ЭВМ ODRA-1204, М-220)! В этой критической ситуации мне и моей семье пришлось пожертвовать отпуском. В течение двух летних месяцев 1974 г. я, не «вставая» и не отвлекаясь ни на какие дела, написал заново весь комплекс программ орбитального метода от первого до последнего оператора. В сентябре–октябре молодежь НИЛ КГ (см. рис. 1) отладила комплекс программ и в конце года мы успешно и в срок сдали работу по договору, защитив ее на Техническом совете ЦНИИГАиК. Разработанный комплекс программ мы назвали «ОРБИТА-74».

В 1975 г. это был первый комплекс программ, который по своей эффективности (точности, быстродействию, составу измерений, длине орбитальных дуг) превзошел отечественные программы орбитального метода, существовавшие в то время в Институте теоретической астрономии (ИТА) АН СССР, в Астрономическом совете АН СССР, в Государственном астрономическом институте им. Штернберга (ГАИШ), в 29 НИИ МО. Высокая эффективность комплекса «ОРБИТА-74» была достигнута благодаря трем принципам, положенным в основу программы. Первый принцип заключался в создании адекватной измерениям математической модели движения ИСЗ, учитывающей все известные к тому времени возмущающие орбиту факторы: гравитационное поле Земли (ГПЗ) до заданной (пользователем) степени разложения по шаровым функциям, притяжение Луной и Солнцем с заданной точностью, атмосферное торможение, прямое и отраженное от Земли давление солнечного света, тепловая радиация Земли. Второй принцип заключался в применении численного интегрирования (вместо аналитического интегрирования, наиболее популярного в то время метода за рубежом и в СССР). Для численного интегрирования была применена так называемая регулярная система дифференциальных уравнений движения в оскулирующих элементах, в которых численный процесс становился более устойчивым к накоплению погрешностей машинных вычислений для

геодезических орбит (с малыми эксцентриситетами и наклонами). Использованный метод численного интегрирования позволял гибко (на уровне входных управляющих параметров) настраивать комплекс программ на заданную точность расчета разнообразных орбит ИСЗ (высоких, низких, круговых, полярных, экваториальных и др.). Третий принцип – использование всех видов (существовавших в то время) высокоточных траекторных измерений для определения элементов орбит ИСЗ и координат наземных станций. Состав измерений включал: 1) топоцентрические расстояния между наземными станциями слежения и космическими аппаратами (КА), получаемые лазерными дальномерами, 2) радиальные скорости, измеряемые радиотехническими средствами на основе эффекта Доплера и 3) прямые восхождения и склонения, получаемые по фотографиям спутников на фоне звездного неба.

Факт создания комплекса «ОРБИТА-74» был замечен (благодаря старшему научному сотруднику ЦНИИГАиК А.М. Микише) в 29 НИИ Министерства обороны и в Астрономическом совете АН СССР (ныне Институт астрономии РАН). Руководители Астрономического совета (профессор Алла Генриховна Масевич, старший научный сотрудник Сурия Керимовна Татевян) пригласили нас принять участие в решении актуальной в то время практической задачи. Нужно было определить координаты пунктов, расположенных на океанических островах в Индийском и Атлантическом океанах, имевших большое стратегическое значение. К этому времени уже в течение нескольких лет в различных научных учреждениях пытались решить эту задачу методом космической триангуляции (одним из самых точных на тот период способов) по синхронным фотографическим наблюдениям ИСЗ со станций в СССР и со станций, размещенных с большими трудностями за рубежом: в Африке, Америке и Антарктиде. Это проекты: «Большая хорда», «Восток-Запад», «Космическая триангуляция» (проект «Икосаэдр» профессора ИТА АН СССР Ивана Даниловича Жонголовича). Однако передать координаты с континентов на острова с нужной точностью не удавалось. Главная причина – зависимость фотографических наблюдений от времени суток и погодных условий (необходима темная и ясная ночь одновременно, как минимум, на двух станциях, разделенных тысячами километров). Делалось большое количество фотографий, но образовывать из них синхронные пары можно было с большим трудом\*. Это приводило к пересечению малого количества плоскостей

---

\* Как вспоминает профессор К.М. Антонович, в эти годы на станции ИСЗ НИИГАиК по заданию Астрономического совета АН СССР проводилась астрометрическая обработка спутниковых фотоснимков, полученных с большими трудностями в Африке (г. Афгой). Из-за жаркого климата и отсутствия нормальных условий (холодильников) для хранения фотопленки ценные снимки покрывались вуалью, которая скрывала и без того очень слабые изображения спутников. Распознать на фотопленке точечные изображения спутника и звезд, а затем правильно их отождествить казалось для Астрономического совета безнадежным делом. Однако старший инженер Светлана Иннокентьевна Антонович, благодаря своей природной настойчивости и профессиональному мастерству, все-таки сумела такие «тяжелые» снимки полностью обработать и отправить в Астрономический совет на дальнейшее использование для решения координатных задач космической геодезии орбитальным методом.

синхронизации и, к тому же, под очень острыми углами, что резко увеличивало погрешность геометрической засечки плоскостями и не давало возможности достичь требуемой точности в определении координат наземных пунктов.

Решить эту проблему позволил орбитальный метод. С помощью комплекса программ «ОРБИТА-74» удалось связать орбитальными дугами многолетние и разрозненные (не обязательно синхронные!) наблюдения. Связать в одной орбитальной дуге не только фотографические направления на ИСЗ, но и лазерные дальности. В результате по орбитальным дугам нескольких спутников были переданы координаты от опорных пунктов, расположенных на континентах, на удаленные океанические острова с точностью, которая на порядок превосходила прежние результаты космической триангуляции. Эксперимент проводился в Вычислительном центре на Звенигородской научной базе Астрономического совета в марте–апреле 1976 г. Со стороны Астрономического совета в эксперименте участвовали С.К. Татевян и О.М. Булыгина, со стороны НИЛ КГ Ю.В. Сурнин, В.А. Ащеулов, Ю.В. Дементьев, С.В. Кужелев. С легкой руки С.К. Татевян новосибирских участников эксперимента стали тогда называть «орбитальной группой». Это название сохраняется за коллективом НИЛ КГ в общении новосибирцев и москвичей до сих пор. Достижения НИЛ КГ и Астрономического совета были оценены научной общественностью и, по материалам этого и других экспериментов, была проведена в 1976 г. на базе НИИГАиК Всесоюзная научная конференция «Динамика ИСЗ». По результатам этого эксперимента защитили кандидатские диссертации О.М. Булыгина (Астрономический совет, 1979 г.) и В.А. Ащеулов (НИИГАиК, 1980 г.) по теме «Определение координат пунктов земной поверхности орбитальным методом».

Продолжением сотрудничества НИЛ КГ с Астрономическим советом стало решение новой задачи. К этому времени (1978 г.) на геостационарной орбите находилось довольно большое число спутников (как американских, так и советских), почти «неподвижно висящих» над одной и той же точкой земной поверхности. Среди этого множества спутников часть уже прекратила активное существование и стала плохо контролируемой. Нужно было по фотографическим наблюдениям геостационарных ИСЗ (ГИСЗ) определять орбиты и производить отождествление спутников по наблюдениям, разделенным большими промежутками времени (несколько лет). Мы адаптировали комплекс программ «ОРБИТА-74» для решения этой задачи. Система регулярных элементов орбиты оказалась как будто специально создана для ГИСЗ. Орбиты ГИСЗ имеют весь набор особенностей, какие только могут иметь эллиптические орбиты: нулевой эксцентриситет и нулевое наклонение. В этих условиях не может работать ни одна программа, основанная на классической шестерке кеплеровых элементов, так как положения и линии апсид и линии узлов орбиты ГИСЗ становятся неопределенными. Нам удалось решить эту задачу в короткий срок и сдать новый комплекс программ под названием «ОРБИТА-ГИСЗ» Астрономическому совету для опознавания геостационарных спутников. В разработке этого комплекса принимали участие Ю.В. Сурнин (теория орбитального метода и

блок распознавания спутников, структура алгоритма, анализ экспериментов), Ю.В. Дементьев и А.В. Седаков (модификация и отладка программы, проведение численных экспериментов в Астрономическом совете на реальных ГИСЗ), Н.В. Осипков (отладка программы). Комплекс программ «ОРБИТА-ГИСЗ» в течение нескольких лет использовался самостоятельно Астрономическим советом, а потом был передан в Уральский госуниверситет в лабораторию ИСЗ, где успешно эксплуатировался более десяти лет до тех пор, пока работали ЭВМ ЕС. С его помощью уральцам удавалось опознавать ГИСЗ по фотографическим наблюдениям, разделенным интервалами в 5–10 лет! По материалам экспериментов с ГИСЗ защитили кандидатские диссертации В.Н. Русаков (Астрономический совет) и Г.Т. Кайзер (Уральский госуниверситет, 2000 г.). Мог защитить диссертацию на этом материале и наш сотрудник НИЛ КГ А.В. Седаков. Но я тогда не увидел, что эта работа (комплекс программ «ОРБИТА-ГИСЗ» плюс эксперимент) вполне могла бы послужить основой для его кандидатской диссертации, что, возможно, исключило бы происшедшую с ним трагедию. Другой участник ГИСЗ-экспериментов – Ю.В. Дементьев – в 1984 г. защитил кандидатскую диссертацию по теме «Разработка алгоритмов и исследование параллактического способа определения тангенциального ускорения для динамического метода спутниковой геодезии». Эта тема являлась дальнейшим развитием моей кандидатской диссертации, но уже на основе орбитального метода и комплекса программ «ОРБИТА-74».

В эти годы одновременно с экспериментами Астрономического совета мы продолжали работу по техническим заданиям ЦНИИГАиК. С помощью комплекса программ «ОРБИТА-74» мы исследовали: 1) точностные возможности орбитального метода определения координат наземных пунктов и элементов орбит в зависимости от погрешностей измерений и их состава (топоцентрических направлений, расстояний и радиальных скоростей), от взаимного расположения опорных и определяемых станций слежения (1975–1976 гг.); 2) влияние на точность прогнозирования траекторий ИСЗ учета различных возмущающих факторов: аномалий ГПЗ, притяжения Луной и Солнцем, торможением атмосферы, давлением света (1976–1977 гг.); 3) влияние тропосферы и ионосферы на распространение электромагнитного сигнала и на результаты измерения дальностей в радио- и оптическом диапазонах длин волн (1977–1978 гг.). Результаты этих исследований в виде комплексов программ с описаниями и результатами расчетов по проведенным экспериментам передавались в ЦНИИГАиК и докладывались на Международных и Всесоюзных научных конференциях в Ольштыне, Софии, Потсдаме, Москве, Ленинграде, Рязани, Южно-Сахалинске.

Таким образом, на протяжении первых восьми лет (1973–1980 гг.) НИЛ КГ одновременно тесно сотрудничала с двумя организациями – ЦНИИГАиК и Астрономическим советом АН СССР. Но в конце этого взаимного и полезного сотрудничества, примерно к 1978 г. в научном взаимодействии между ЦНИИГАиК и НИИГАиК начали зреть разногласия. Я стремился к дальнейшему развитию орбитального метода, к переработке орбитального метода в динамический

метод, который является наиболее строгой и обобщающей основой всех способов извлечения геодезической информации из спутниковых измерений. В этом направлении шло развитие спутниковой геодезии у нас в стране и за рубежом. Но ЦНИИГАиК стал давать технические задания на отдельные разноплановые темы, в которых нам приходилось начинать работу «с нуля». Например, исследовать экономическую эффективность спутниковых способов определения координат наземных пунктов. Это вынуждало нас развиваться «не вглубь, а вширь». А.А. Изотов своевременно предупредил меня, что надо готовиться к тому, что следующий двухлетний договор заключен, скорее всего, не будет. Договоры же с Астрономическим советом были кратковременными и недостаточно финансируемыми. К этому времени в НИЛ КГ работали уже шесть штатных сотрудников (В.А. Ащеулов, Ю.В. Дементьев, С.В. Кужелев, А.В. Седаков, В.И. Дударев, Н.А. Дорофеева). Отсутствие финансовых договоров автоматически приводило к необходимости увольнения сотрудников НИЛ КГ (о чем, скорее всего, сотрудники Лаборатории тогда даже не догадывались!).

В складывающейся ситуации нужно было не растерять подготовленные кадры и сохранить научный задел Лаборатории. Пришлось искать нового заказчика на наши существующие и перспективные разработки. Я решил написать письмо (сентябрь 1978 г.) на одно из предприятий ВПК, созданное по инициативе Сергея Павловича Королева. Через месяц в НИИГАиК приехал представитель Научно-производственного объединения прикладной механики (НПО ПМ, ныне ООО ИСС имени академика М.Ф. Решетнева), руководитель сектора Анатолий Николаевич Никитенко по поручению начальника отдела Владимира Афанасьевича Бартенева. В результате переговоров мы заключили первый договор с НПО ПМ с 1 января 1979 г. Так было положено начало новому семнадцатилетнему сотрудничеству НИЛ КГ с головным разработчиком отечественной системы глобального позиционирования ГЛОНАСС. Так были сохранены кадры и продолжена научная деятельность Лаборатории уже совместно с НПО ПМ, вплоть до 1995 г. (до года, когда финансирование военно-промышленного комплекса резко сократилось).

Для НПО ПМ в первые два года (1979–1980 гг.) НИЛ КГ разработала комплекс программ ТОМ – «точность орбитального метода» – с целью математического моделирования орбитальной структуры глобальной навигационной системы ГЛОНАСС и оценки точности прогнозирования движения космических аппаратов в условиях действия погрешностей геодезических данных: координат контрольно-измерительных пунктов, параметров гравитационного поля Земли, полярного движения оси и неравномерности вращения Земли. С помощью комплекса программ ТОМ были построены доверительные эллипсоиды по вектору положения и вектору скорости космических аппаратов. Эллипсоиды иллюстрировали влияние погрешностей геодезических данных на точность расчёта эфемериды космического аппарата. В разработке комплекса программ ТОМ принимали участие Ю.В. Сурнин (теория и структура алгоритма, метод Монте-Карло построения ковариационных матриц, доверительных эллипсоидов, про-



ведение и анализ вычислительных экспериментов в НПО ПМ), С.В. Кужелев (разработка алгоритма и программы, применение метода Якоби для построения доверительных эллипсоидов, проведение и анализ экспериментов в НПО ПМ) и Н.К. Шендрик (участие в отладке комплекса программ ТОМ). По материалам ТОМ-экспериментов, а также по результатам последующей разработки целого ряда новых блоков комплекса программ для динамического метода решения задач космической геодезии, С.В. Кужелев в 1983 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Разработка и исследование алгоритмов построения и оценки точности спутниковых траекторий в орбитальном методе космической геодезии».

В 1981–1985 гг. мы, наконец, приступили непосредственно к разработке динамического метода космической геодезии, к которому упорно шли около восьми лет. Мы получили техническое задание от НПО ПМ на разработку комплекса программ по определению и прогнозированию орбит космических аппаратов ГЛОНАСС, по уточнению координат наземных станций слежения, по определению параметров сдвига и наклона референц-эллипсоида, по уточнению параметров внешнего гравитационного поля Земли, по определению параметров полярного движения оси и неравномерности вращения Земли, по определению параметров модели светового давления и активных сил в радиальном, трансверсальном и нормальном направлениях. Исходной измерительной информацией для этого комплекса программ являлись: лазерные и радиотехнические дальности и псевдодальности, радиальные скорости, а также топоцентрические направления на спутники. В разработке комплекса принимали участие: А.М. Токарев (учет влияния Луны, Солнца и планет на движение КА, сингулярное разложение, формирование системы уравнений наблюдений), С.В. Кужелев (учет аномалий ГПЗ, расчет частных производных от измеряемых функций по гармоническим коэффициентам ГПЗ, по параметрам моделей светового давления и активных сил, методы численного интегрирования Булирша – Штёрра, Рунге – Кутты, Эверхарта, Адамса, модель светового давления с гладкой функцией тени), В.А. Ащеулов (определение параметров вращения Земли, составление системы уравнений наблюдений), А.В. Елагин (методы численного интегрирования), Е.В. Михайлович (учет приливов твердой и жидкой оболочек Земли, сжатие информации о траекториях Луны и Солнца полиномами Горнера и Чебышева), Н.К. Шендрик (формирование и решение системы уравнений наблюдений по отдельным орбитальным дугам с помощью сингулярного разложения, разработка управляющей всеми блоками программы, отладка комплекса в целом). Моя роль была подобна роли «архитектора», который проектирует и одновременно участвует в сооружении «здания» под названием «динамический метод космической геодезии».

Первый вариант динамического метода (комплекс программ «ОРБИТА-84») был завершён к концу 1984 г. Он прошёл испытания в НПО ПМ на обработке модельных и реальных наблюдений КА ГЛОНАСС и показал более высокую эффективность (по быстродействию, точности, составу оцениваемых параметров и составу измерений), чем имевшийся к тому времени комплекс программ в НПО ПМ.

Как показали многолетние дальнейшие испытания комплекса «ОРБИТА-84», алгоритм и методика описания движения КА в регулярных (неособенных) переменных (иными словами, математическая модель движения и ее программная реализация) сохраняют до сих пор достаточно высокие характеристики по быстродействию и точности расчета траекторий искусственных спутников Земли. Эти качества программного комплекса «ОРБИТА-84» послужили основанием для использования его в НПО ПМ в решении задач проектирования по системе ГЛОНАСС. Методика и алгоритм модели движения КА, предложенные впервые НИЛ КГ НИИГАиК в 1973 г. и реализованные в программе «ОРБИТА-84», были использованы в программных комплексах, создаваемых в НПО ПМ, в части определения орбит различных КА по результатам радиотехнических и лазерных измерений. В настоящее время математическая модель движения КА (методика и алгоритм), являющаяся центральным блоком программы «ОРБИТА-84», заложена НПО ПМ в бортовую модель движения КА ГЛОНАСС-М и используется штатным образом.

В последующую пятилетку (1986–1990 гг.) сотрудничество НИЛ КГ и НПО ПМ, совпавшее с начальным этапом перестройки, достигло своего расцвета. В этот период мы поднялись на одну из небольших вершин познания природы – практически реализовали динамический метод космической геодезии – и теперь могли решать с помощью комплекса «ОРБИТА-84» и современных спутниковых средств измерений разнообразные научные и производственные задачи геодезии, что мы, по возможности, и делали. Так, помимо НПО ПМ, наша лаборатория сотрудничала с 29 НИИ и Баллистическим центром Министерства обороны, где мы определяли координаты станций, орбиты спутников, некоторые параметры ГПЗ по спутникам ЛАГЕОС, ЭТАЛОН, ГЛОНАСС. Участники экспериментов: С.В. Кужелев, Н.К. Шендрик, В.И. Дударев, А.В. Елагин, Е.В. Михайлович, М.М. Михалицын. Для Восточно-Сибирского филиала ВНИИФТРИ мы адаптировали комплекс «ОРБИТА-84» с целью обработки доплеровских измерений спутниковой системы ТРАНЗИТ (В.И. Дударев, Е.В. Михайлович, Н.К. Шендрик). Сотрудники НИЛ КГ выступали с докладами на Международных конференциях и научных семинарах в Киеве, Ленинграде, Москве. По материалам этих исследований защитил кандидатскую диссертацию В.И. Дударев (1990 г.) на тему «Исследование и разработка алгоритмов определения геодезических параметров орбитальным методом по результатам радиотехнических наблюдений космических аппаратов».

Актуальную работу (на ЭВМ ЕС с помощью комплекса программ ERDA) по определению глобальных параметров внешнего гравитационного поля Земли на основе спутниковых наблюдений и наземных гравиметрических измерений ускорений силы тяжести выполняли старшие инженеры Сергей Юрьевич Масликов, Николай Валентинович Осипков, Нелли Андреевна Дорофеева и Елена Алексеевна Луговская. Однако завершение этой работы не состоялось. Отсутствие своего жилья, наличие двоих детей и низкая заработная плата вынудили способного и перспективного в научном плане молодого специалиста С.Ю.

Масликова отказаться от завершения этой диссертационной темы и перейти на работу в другую организацию. Ушел на другую, более высокооплачиваемую работу Н.В. Осипков. Это лишило нас ключевых исполнителей по теме ERDA и вынудило постепенно свернуть ценную работу.

Одновременно по новому техническому заданию от НПО ПМ мы занимались в это пятилетие дальнейшим развитием и совершенствованием динамического метода. В него включались обработка новых видов измерений – спутниковой альтиметрии и других средств наблюдений, новые методы математической обработки совокупности многих орбитальных дуг, с анализом сингулярности решаемых систем уравнений. Основные исполнители на этом этапе: С.В. Кужелев, Н.К. Шендрик, А.В. Елагин, Е.В. Михайлович, М.М. Михалицын. Добросовестно помогали нам в оформлении и печатании научно-технических отчетов лаборанты Татьяна Григорьевна Жукова и Наталья Васильевна Варновская, успешно совмещавшие с работой получение высшего образования заочно. Сотрудничество с НПО ПМ было для нас основным, поскольку оно давало работу двенадцати штатным сотрудникам НИЛ КГ (рис. 2).



Рис. 2. 1983 год. НИЛ КГ (к. 540<sup>В</sup>).

Слева направо: нижний ряд – Т.Г. Жукова, Н.А. Дорофеева, Ю.В. Сурнин, Н.В. Варновская, средний ряд – В.А. Ащеулов, А.М. Токарев, Н.К. Шендрик, В.И. Дударев, А.В. Седаков, верхний ряд – С.В. Кужелев, Ю.В. Дементьев, А.В. Елагин

Если предыдущая пятилетка была, образно говоря, «расцветом» в деятельности лаборатории, то следующая пятилетка (1991–1995 гг.) стала «закатом» как в эпохе сотрудничества между НИЛ КГ и НПО ПМ, так и в активной дальнейшей деятельности Лаборатории. Перестройка, конверсия и ликвидация в НИИГАиК универсальной ЭВМ Единой серии постепенно начали разрушать научные и хозяйственные связи НИЛ КГ с предприятиями военно-промышленного комплекса. Разработав для НПО ПМ усовершенствованный вариант модели высокоточного прогнозирования движения КА ГЛОНАСС (исполнитель А.В. Елагин), мы завершили семнадцатилетнее сотрудничество с этой организацией в 1995 г. С этого года наступил двенадцатилетний перерыв в работе над комплексом программ «ОРБИТА-84». Только в 2005–2007 гг. этот разрыв был частично ликвидирован Е.В. Михайлович, которая восстановила (для персональных компьютеров) некоторые усеченные (и не лучшие) версии комплекса программ с шифром «ОРБИТА-89» и заменила современными моделями такие блоки программы «ОРБИТА-89», как модели движения Луны и Солнца (DE200/LE200), модели прецессионно-нутационного вращения Земли (IAU 2000), модели приливов жидкой и твердой оболочек Земли, а также адаптировала обновленный программный комплекс к обработке кодовых измерений псевдодальностей КА ГЛОНАСС/GPS. По результатам этих исследований Е.В. Михайлович защитила в 2011 г. кандидатскую диссертацию на тему «Методика учета возмущающих сил и преобразования координат в динамическом методе космической геодезии». В настоящее время работу по совершенствованию комплекса программ ОРБИТА-СГГА продолжает аспирант Леонид Алексеевич Липатников.

Таким образом, одним из самых существенных результатов семнадцатилетнего сотрудничества с Научно-производственным объединением прикладной механики стало, как уже отмечалось выше, использование НПО ПМ в течение двух последующих десятилетий методики и алгоритма движения искусственных спутников Земли в разработке НИЛ КГ и в установке их в бортовой модели движения КА ГЛОНАСС-М в штатном режиме. Другим результатом этого сотрудничества стали защиты кандидатских диссертаций С.В. Кужелевым (1983 г.), В.И. Дударевым (1990 г.), М.М. Михалицыным (1995 г., на тему «Определение трансформант возмущающего потенциала с применением циркулянтных матриц») и Е.В. Михайлович (2011 г.).

В этот сложный для всей страны период (1991–1995 гг.), продолжая сотрудничество с НПО ПМ, я пытался спасти положение поиском новых заказчиков. Мне удавалось заключать договоры с разными организациями (Баллистическим центром МО, Центром управления полетами, НИИ космического приборостроения, НИИ измерительной техники, Институтом метрологии времени и пространства и др.). В отдельные годы этого отрезка времени нам приходилось выполнять работу одновременно для 3-4 организаций. Но все эти договоры были краткосрочными и мало финансируемыми, без какой-либо гарантии перспективного сотрудничества. К тому же нужно учесть, что заработную пла-

ту мы все получали только по какой-либо одной теме. Это не соответствовало затрачиваемым усилиям и никак не стимулировало наш труд. Штатные научные сотрудники НИЛ КГ вынуждены были постепенно переходить на другую работу вне Лаборатории. В результате, начиная примерно с 1995 г., в НИЛ КГ не осталось ни одного штатного сотрудника.

Этот год стал переломным в развитии Лаборатории. Двадцать три года (1973–1995 гг.) НИЛ КГ представляла собой коллектив честных, одержимых молодых людей, нацеленных на конечный результат единомышленников. В Лаборатории царил дух доверия и общения, обмена информацией и опытом, взаимодействия и профессионального развития каждого сотрудника. Этому способствовали также регулярные научные семинары как по текущим проектам, так и по различным проблемам. Например, цикловые семинары по изучению книг Ю.В. Линника «Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений», Р.В. Хемминга «Цифровые фильтры», С.К. Годунова «Решение систем линейных уравнений», Г. Брукса «Как создаются и проектируются большие программные комплексы». На семинарах кто-то из сотрудников выступал с докладом. Остальные активно обсуждали, спорили, вносили свои предложения, устраивая иногда «мозговой штурм» решения какой-либо проблемы. Благодаря такой атмосфере, в Лаборатории быстро росли профессиональный уровень молодых ученых, самостоятельность в принятии решений и, как следствие, увеличивалась отдача в итоговых результатах работы коллектива.

Все изменилось после 1995 г., и следующий шестнадцатилетний период (1996–2011 гг.) деятельности Лаборатории стал представлять полную противоположность предыдущему этапу (1973–1995 гг.). Естественно, без штатных научных сотрудников темпы работы Лаборатории снизились. Изменились актуальность тематики и характер работы. Она перестала быть, как прежде, наукоёмкой и превратилась в значительной степени в производственно-техническую работу, которую выполняли преподаватели кафедры астрономии и гравиметрии, на правах совместителей, как по Заказ-нарядам Министерства образования России, так и по мелким хозяйственным договорам с предприятиями г. Новосибирска, области и Сибирского региона. Не стало единого научного руководителя по всему спектру работ. Каждая работа стала выполняться в основном одним или несколькими исполнителями, либо по их собственной инициативе, либо по инициативе проректора по НИР, минуя научного руководителя НИЛ КГ. Ушли в прошлое общение и обмен опытом, коллективизм в принятии решений. Каждый исполнитель стремился показать, что он может сам сделать порученную ему работу. Сделать не хуже, а может быть, даже лучше, чем другие. Амбиции мешали лишней раз задать вопрос более опытному коллеге, чтобы не обнаружить свой в чем-то недостаточный (что вполне естественно!) уровень знаний.

Однако, несмотря на негативные изменения, произошедшие в Лаборатории, работа в новом качестве (без штатных сотрудников) продолжалась. В этот период (1995–2011 гг.) мне удалось «наткнуться» на идею органичного и есте-

ственного соединения координатной основы и локального гравитационного поля Земли с помощью спутниковых и традиционных видов геодезических измерений. Эта идея была навеяна монографиями М.С. Молоденского (1961 г.), Г. Морица (1985 г.) и Hofmann-Wellenhof и др. (рукопись перевода А.А. Генике, 1993 г.). Развитие идеи происходило постепенно. Вначале, в 1993 г., соединительным элементом координатного пространства и гравитации служила, как у всех предшественников, плоскость, касательная к поверхности квазигеоида, затем, в 1995 г., – кусок криволинейной поверхности квазигеоида, и далее, в 2000–2011 гг. – уже, не имеющие пока аналогов, трехмерная и четырехмерная (геодинамические) модели локального гравитационного поля Земли. Реализация этой идеи дает возможность существенным образом (с помощью спутниковой аппаратуры и локальной модели ГПЗ) автоматизировать процессы определения различных трансформант поля силы тяжести, начиная от координатных параметров (плоские прямоугольные координаты в проекции Гаусса – Крюгера и др.) и заканчивая гравитационными трансформантами (нормальными высотами, аномалиями высот квазигеоида, составляющими отклонения отвеса, астрономическими долготами, широтами и азимутами), используя только спутниковые приемники (без нивелиров, дальномеров, астрономических и гироскопических теодолитов).

С помощью основной моей помощницы в этот период 1995–2007 гг. – доцента Елены Геннадьевны Гиенко – мы разработали основы теории и ряд компьютерных программ. Провели успешные испытания первых вариантов идеи на реальных измерениях. Это позволило применить разработки к созданию двух физических объектов, обладающие качественно новыми характеристиками по сравнению с существующими аналогами. Один объект – полевой астрогравиметрический эталон СГГА (2005–2007 гг.) и другой объект – активная спутниковая геодезическая сеть Новосибирской области (2007–2011 гг.). Несколько подробнее об этих проектах будет сказано ниже.

Параллельно с развитием и реализацией в НИЛ КГ идеи соединения координатного и гравитационного частей в единой модели внешнего потенциала силы тяжести проводился ряд других производственно-технических работ (в основном преподавателями кафедры астрономии и гравиметрии), которые лишь условно можно отнести непосредственно к деятельности Лаборатории. В 1992 г. в НИЛ КГ появились первые GPS-приемники: Transpak и Pathfinder. С этого времени в работе НИЛ КГ начинается новая эпоха приложения ГЛОНАСС/GPS-технологий к решению геодезических и топографических задач в народном хозяйстве Сибирского региона. Так, в 1993–1994 гг. в Тогучинском и Каргатском районах Новосибирской области по договору с Областным земельным комитетом были проведены топографические работы по паспортизации фермерских хозяйств с использованием работающей по кодовым измерениям спутниковой системы Pathfinder в дифференциальном режиме. Это был один из первых опытов использования спутниковой технологии для целей земельного кадастра. В этих работах участвовали К.М. Антонович, В.А. Ащеулов, А.В. Елагин,

С.В. Кужелев, Н.К. Шендрик, Г.С. Шептунов. Когда в 1994 г. в СГГА появилась на два порядка более точная (фазовая) спутниковая аппаратура (Leica Geosystem 200 и Trimble 4000 SST), стали выполняться и точные геодезические работы по обновлению геодезических сетей в Тюмени и в других городах Западной Сибири (С.В. Кужелев, Ю.Н. Нагорный, Е.И. Паншин). В последующие годы (1995–2006 гг.) НИЛ КГ принимала участие в выполнении (с помощью спутниковых средств) различных топографических и геодезических работ. Это были: съемка рельефа дна на реках Обь и Иртыш в местах пересечения их продуктопроводами; инвентаризация и паспортизация автомобильных дорог Новосибирской области (Н.К. Шендрик, К.М. Антонович); создание геодезического, геодинамического и съемочного обоснования на объектах Крайнего Севера: Верхне-Салымский, Губкинский, Муравленковский, Ноябрьский, Салехардовский, Спорышевский и др. (А.И. Каленицкий, Н.К. Шендрик, В.В. Яхман, И.О. Сучков и др.).

НИЛ КГ принимала участие в реконструкции первой очереди Новосибирской городской геодезической сети: в разработке методических материалов для проектирования каркасной сети из 7 пунктов, геодинамической сети из 18 пунктов, в рекогносцировке этих пунктов, в спутниковых измерениях на них, в уравнивании спутниковой геодезической каркасной сети и привязке ее к общеземной системе координат (ITRF 2000) и к государственной координатной основе (СК-42, БСВ-77). В этих работах принимали участие: К.М. Антонович, Е.Г. Гиенко, Д.Н. Голдобин, А.И. Каленицкий, А.Н. Клепиков, В.А. Скрипников, Ю.В. Сурнин, Е.К. Фролова, Н.К. Шендрик, В.В. Яхман. Эти полевые геодезические работы послужили толчком к решению новых проблем, возникших на стыке спутниковой и традиционной геодезии. Так, например, встала проблема «согласования» геодезических сетей (спутниковых и традиционных) в условиях неточного знания высот квазигеоида и координат опорных государственных пунктов при плохой обусловленности задачи, вызванной малыми размерами локальных геодезических построений. В результате в НИЛ КГ была разработана регулярная методика оценивания параметров трансформирования геодезических сетей, которая позволила повысить точность преобразования координат как в пространстве измерений, так и в пространстве оцениваемых параметров. Повысилось качество интерпретации параметров трансформирования за счет введения в решение физической и алгебраической декомпозиции, сингулярного анализа и регуляризации как матрицы коэффициентов, так и правой части. Это дало возможность более обоснованно производить оценку точности решения, определять количество и состав оцениваемых параметров трансформирования. На основе выполненных в НИЛ КГ исследований создана локальная спутниковая геодезическая сеть на Верхне-Салымском нефтяном месторождении в условной системе координат с привязкой к государственной плановой и высотной координатной основе с требуемой в техническом задании точностью. Определены параметры взаимного трансформирования Новосибирской городской спутниковой геодезической сети (первая очередь,

2000–2004 гг.). Защищена кандидатская диссертация Е.Г. Гиенко (2002 г.) на тему «Регулярная методика оценивания параметров взаимного трансформирования локальных спутниковых геодезических сетей и государственной координатной основы».

В период 1994–1996 гг. в НИЛ КГ началась разработка первого проекта и методики метрологических испытаний, а затем практическое создание Геодезического эталонного полигона СГГА (далее ПГЭ-СГГА, или Полигон) для исследований и поверок спутниковой аппаратуры, принимающей сигналы КА систем глобального позиционирования ГЛОНАСС и/или GPS. В создании Полигона в первые три года принимали также участие Производственное объединение «Инжгеодезия» и Сибирский НИИ метрологии. В результате в 1996 г. состоялась первая аттестация Полигона в качестве рабочего эталона 2-го разряда. Новой отличительной характеристикой ПГЭ-СГГА стала его пространственность – способность полигона хранить и передавать не только меру длины (как это делается до сих пор на существующих геодезических полигонах этого же назначения), но и ориентировку эталонов длины в трехмерном пространстве, т. е., приращения координат, которые непосредственно «измеряются» испытываемой спутниковой аппаратурой. В создании Пространственного полигона СГГА в этот период принимали участие: К.М. Антонович, В.А. Ащеулов, С.В. Кужелев, Л.Г. Куликова, В.Д. Лизунов, А.Л. Рогов, В.А. Середович, Ю.В. Сурнин, О.П. Сучков, Н.К. Шендрик, Г.С. Шептунов.

В период с 1997 по 2000 г. в НИЛ КГ были продолжены исследования по развитию Полигона СГГА для метрологических испытаний более широкого спектра геодезической аппаратуры. В основу были положены результаты разработки в НИЛ КГ, комплексной технологии (которая упоминалась выше) определения геодезических, астрономических и гравиметрических трансформант гравитационного поля Земли по спутниковым и традиционным геодезическим данным. Измерения спутниковой приемной аппаратурой являются в высокой степени автоматизированными, мало зависящими от времени суток и погодных условий и, главное, от геодезической и астрономической рефракции. Поэтому совместная математическая обработка спутниковых и классических геодезических измерений (геометрического нивелирования, астрономических и гравиметрических определений) позволила построить поверхность квази-геоида на Полигон с точностью, на порядок более высокой, чем известная до сих пор поверхность квазигеоида в районе г. Новосибирска, полученная методом М.С. Молоденского в ЦНИИГАиК. Это дало возможность получить целый ряд новых метрологических параметров Полигона, таких как: нормальные высоты, астрономические долготы, широты и азимуты для испытания нивелиров, астрономических и гироскопических теодолитов в полевых условиях, приближенных к эксплуатационным. Вторая аттестация Полигона, произведенная в 2000 г. (с качественно новыми метрологическими параметрами), частично закрепила эти достижения НИЛ КГ.



В дальнейшем, в период с 2001 по 2007 г. лаборатория космической геодезии продолжила развитие комплексной технологии определения геодезических, астрономических и гравиметрических трансформант на локальном участке земной поверхности путем разработки трехмерной модели локального гравитационного поля Земли взамен двумерной (в виде квазигеоида). Исследования выполнялись в НИЛ КГ по инициативной тематике кафедры астрономии и гравиметрии СГГА. Научный руководитель – Ю.В. Сурнин, ответственный исполнитель – доцент Е.Г. Гиенко, исполнители: аспирантка Н.В. Ротова и студенты П.В. Перков, Е.А. Лукина, И.В. Карпов, Результаты разработки трехмерной модели локального ГПЗ использованы для третьей аттестации Полигона в 2005–2006 гг. при метрологических испытаниях Геодезического эталонного полигона СГГА как полевого астрогравиеталона. В создании Полигона с новым качеством непосредственное участие принимали: В.А. Середович – научный руководитель проекта; Ю.В. Сурнин – разработчик теории трехмерной модели локального ГПЗ и методики преобразования пространственного Полигона в полевой астрогравиеталон; К.М. Антонович – поверитель и обработчик спутниковых измерений, разработчик каталога координат и технического паспорта на Полигон; Л.Г. Куликова – разработчик нормативной документации; Е.Г. Гиенко – вычислитель метрологических астрогравигеодезических параметров Полигона; А.Н. Клепиков и Е.К. Фролова – измерители и обработчики спутниковых сигналов; Г.С. Шептунов – закладчик фундаментальных центров на Полигоне и наблюдатель космических аппаратов GPS; В.И. Кузьмин – измеритель ускорений силы тяжести на пунктах Полигона. Материалы измерений на Полигоне были использованы в докторской диссертации К.М. Антоновича «Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии» и в кандидатских диссертациях Е.К. Фроловой «Методика учета влияния тропосферы на точность спутниковых координатных определений» и А.В. Елагина «Методика определения конечно-элементной модели гравитационного поля Земли», защищенных в 2007 г.

В период с 1993 по 2007 г. параллельно с полевыми работами и созданием Геодезического эталонного полигона СГГА лаборатория космической геодезии проводила научные исследования по новому актуальному направлению современной геодезии в соответствии с госбюджетными темами: № 1.8.95 «Разработка автоматизированной технологии координатно-временного обеспечения Сибирского региона (Новосибирской области) с использованием космических систем» (Научные руководители: В.А. Середович, Ю.В. Сурнин); № 615-98/1.2 «Разработка и исследование перспективной технологии создания активных опорных геодезических сетей на основе спутниковых систем» в рамках межвузовской научно-технической программы ГЕОИНФОКАД (Научные руководители: И.В. Лесных, Ю.В. Сурнин); № 1.17.99 «Мониторинг геопространства на основе современных и перспективных технологий» (Научные руководители: И.В. Лесных, Ю.В. Сурнин). Результатом работы по этой тематике стало предложение и эскизный проект создания на базе СГГА «Региональной сети актив-

ных базовых станций и регионального центра координатно-временного обеспечения потребителей» на основе спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS (Ю.В. Сурнин, ноябрь 1994 г.). И только через десять лет в 2005 г. этот проект стал частично реализовываться под руководством сначала профессора В.А. Середовича, затем профессора А.П. Карпика, но уже без участия НИЛ КГ. С конца 2005 г. начала регулярно работать одна активная базовая станция (Новосибирск западный – NSKW), организованная в СГГА. Она ведет круглосуточные GPS-измерения космических аппаратов с помощью высокоточной спутниковой аппаратуры и предоставляет файлы измерений заинтересованным организациям г. Новосибирска (исполнитель А.Н. Клепиков). В результате пользователи спутниковой аппаратуры не тратят средства как на приобретение дополнительного спутникового оборудования, так и на производство дополнительных измерений. Они получают готовые файлы измерений от активной базовой станции СГГА.

Дальнейшим развитием новой технологии построения геодезических сетей, качественно отличающейся от традиционной, стал Эскизный проект (2007 г.) создания активной сети геодезических станций для Новосибирской области, основанный как на ГЛОНАСС/GPS-измерениях, так и на традиционных геодезических наблюдениях различных трансформант ГПЗ. Разработчики проекта – К.М. Антонович, А.И. Каленицкий, А.П. Карпик, Н.А. Клепиков, Ю.В. Сурнин. Под руководством профессора А.П. Карпика за счет внутренних ресурсов СГГА и при финансовой поддержке города и области первая очередь проекта из 19 постоянно действующих базовых станций, охватывающих всю Новосибирскую область, реализована в 2008-2010 годах.

Подводя итог тридцатидевятилетней деятельности НИЛ КГ, можно отметить следующие главные научные и практические достижения Лаборатории:

- разработка теории и комплексов программ «ОРБИТА» динамического метода, завершённые практическим решением реальных задач космической геодезии в интересах организаций военно-промышленного комплекса;

- разработка теории, методики и практическое создание Эталонного геодезического полигона СГГА с качественно новыми (не имеющими аналогов) метрологическими параметрами для испытаний широкого спектра геодезической аппаратуры;

- разработка новой концепции (у которой пока нет отечественных и зарубежных аналогов) и эскизного проекта геодезического обеспечения территорий (в частности, Новосибирской области) на основе активных геодезических сетей, создающих информационное координатно-гравитационное поле в пространстве и во времени, с помощью спутниковых и традиционных геодезических средств измерений;

- вклад в открытие новой специальности «Космическая геодезия» в СГГА и в подготовку преподавательских и инженерных кадров по актуальному направлению современной геодезии (рис. 3).



Рис. 3. 2008 год. «Воспитанники» НИЛ КГ.

Слева направо стоят: Н.К. Шендрик – заведующий учебной лабораторией космической геодезии, к.т.н.; А.В. Елагин – доцент кафедры высшей геодезии; проф. Ю.В. Дементьев – директор Института дистанционного зондирования и природопользования; проф. В.А. Ащеулов – проректор по учебной работе, к.т.н.; С.В. Кужелев – директор ООО «ГеоПлан плюс». Сидят: Е.А. Луговская – директор Учебно-методического центра «Планетарий СГГА»; Е.Г. Гиенко – доцент кафедры астрономии и гравиметрии, к.т.н.; Ю.В. Сурнин – профессор кафедры астрономии и гравиметрии, к.т.н.; Т.Г. Жукова – методист Института дистанционного обучения; Е.В. Михайлович – старший преподаватель кафедры вычислительной математики

*Получено 15.12.2010*

*© Ю.В. Сурнин, 2010*

*Ю.В. Сурнин – канд. техн. наук, профессор кафедры астрономии и гравиметрии.  
Тел.: 361-01-59.*

*К.М. Антонович*  
СГГА, Новосибирск

## **ПЕРВЫЕ GPS/ГЛОНАСС ИЗМЕРЕНИЯ В СГГА**

*К.М. Antonovich*  
SSGA, Novosibirsk

## **THE FIRST GPS/GLONASS POSITIONING AT THE SIBERIAN STATE ACADEMY OF GEODESY**

*Светлой памяти  
Геннадия Спиридоновича Шептунова*

Американская спутниковая радионавигационная система NAVSTAR (GPS) начала работать с 1980 г., российская система ГЛОНАСС – с 1982 г. Применение этих систем в геодезии коренным образом изменило технологию построения геодезических сетей.

В СГГА первый спутниковый приемник появился летом 1992 г., почти сразу после того, как был разрешен ввоз зарубежной аппаратуры в Россию. Это был кодовый приемник Transpak-II американской фирмы Trimble Navigation, предназначенный для навигации. Приемник позволял определять положение на земной поверхности с погрешностью 30–100 м в общеземной системе WGS-84. Он имел небольшой вес (около 1 кг), был достаточно удобен в эксплуатации, результаты получались практически моментально, не нужно было делать никаких вычислений. Однако сразу же выяснилось, что выдаваемые прибором координаты из системы WGS-84 необходимо трансформировать в российскую систему СК-42, причем поправки за переход значительно превышали ошибки позиционирования, а параметры преобразования в открытой печати тогда ещё отсутствовали.

Позже выяснилась еще одна коварная особенность нового метода геодезии, с которой первым у нас столкнулся заведующий лабораторией космической геодезии Н.К. Шендрик. Осенью 1994 г. его командировали на север продемонстрировать летчикам гражданской авиации возможности навигационных GPS приемников. Николай Кириллович договорился с авиаторами г. Нефтеюганск о демонстрации возможностей прибора Transpak-II. Но уже в диспетчерской, включив прибор, заподозрил неладное. Прибор отказывался работать. Подумал, что приемник сломался. Обескураженный, Николай Кириллович вернулся в гостиницу, начал разбираться с прибором, и выяснил, что он в абсолютном порядке и прекрасно наблюдает спутники. Почему же в гостинице прибор работал, а на аэродроме – отказал? Оказалось, виноват радиолокатор, который глушил сигналы спутников. После того, как причина была выявлена, демонстрация прошла с огромным успехом. В дальнейшем мы не раз сталкивались с радиопомехами, которые не давали аппаратуре нормально работать. Да-

же на крыше лабораторного корпуса СГГА находились места, где аппаратура работала нормально, а всего в одном метре сбоила из-за помехи.

В конце 1992 г. на кафедре астрономии и гравиметрии появился еще один комплект аппаратуры. Теперь это была дифференциальная система Pathfinder из базового и мобильного приемников. Базовый приемник должен устанавливаться на пункте с известными координатами. У него 8 каналов, он наблюдает практически все спутники, начиная с некоторого угла высоты. Сравнивая имеющиеся координаты с найденными по измерениям, приемник формирует поправки, которыми исправляются координаты мобильного приемника. У мобильного приемника 6 каналов, но измерения производятся по четверке спутников, имеющих наилучшую геометрию для засечки пункта. В дифференциальном режиме обеспечивалось определение координат с ошибкой 2–5 м, в зависимости от удаления мобильного приемника от базовой станции. Допускалось удаление до 500 км.

Зима 1992/93 г. ушла на изучение системы, пробные измерения. Вся документация к системе была на английском языке. Пришлось вспомнить забытые навыки перевода. К началу полевых работ был готов перевод «Руководства по работе с приемником» и часть «Руководства по работе с программным обеспечением». Позднее, следующей зимой, я закончил перевод всей документации, 960 страниц текста.

Летом 1993 г. выполнялась первая с истории СГГА хоздоговорная НИР с использованием спутниковой аппаратуры. Был заключен договор с Областным земельным комитетом на определение границ фермерских хозяйств в Тогучинском районе Новосибирской области. Работы выполняла кафедра астрономии и гравиметрии. Было организовано несколько выездов в Сурковский совхоз. Кроме автора этих строк, в них участвовал С.В. Кужелев, наш главный теоретик по работе со спутниковой аппаратурой. Н.К. Шендрик обеспечивал техническую поддержку аппаратуры. Кроме того, выезжали на полевые работы А.В. Елагин, В.А. Ащеулов, а в сентябре мы взяли с собой Диму Михайлова, студента специальности «космическая геодезия». Г.С. Шептунов занимался организационными вопросами. Наша работа заключалась в нахождении границ хозяйств в соответствии с дежурным планом Райкомзема, закладке межевых знаков, определении их координат в системе СК-42, вычерчивании планов и оформлении Государственных актов, согласовании границ хозяйств с соседями. Для перевозки столбов межевых знаков использовался мотоцикл, на котором лихо гонял Сергей Кужелев. Ну а мы с Г.С. Шептуновым (а потом и с Д. Михайловым) предпочитали передвигаться на велосипедах.

Хорошо помню, как пошел в первый раз на маршрут с приемником. У него простенькая операционная система (удаленные файлы не восстанавливаются!), память 180 килобайт. Первую точку отстоял нормально. А на второй точке приемник «заснул», никак не записывает наблюдения. Я знаю, что аккумулятор разряжается, всего 2–3 часа работы. А вот что можно делать с приемником во время наблюдений, я тогда еще не представлял. Просто прекратил наблюдения,

а минут через 20 снова включил приемник, вижу, работает нормально. Причина непонятного поведения приемника была в том, что у него оказалось мало спутников в зоне радиовидимости (обычно достаточно четыре спутника). Впоследствии я освоил все премудрости зарубежного приемника и с удовольствием выполнял на нем любые операции.



К.М. Антонович (слева) и Г.С. Шептунов  
на полевых работах (сентябрь 1993 г.)

Своеобразно происходила сдача материалов измерений. Заказчик привез на объект работ тахеометр и сверял измеренные расстояния с результатами вычислений по выданным нами координатам. На сдачу работ ездил Г.С. Шептунов. Я посоветовал ему брать межевые знаки, расположенные по широте, поскольку обработка четко показывала, что долготы получаются почти в два раза точнее, чем широты. Геннадий Спиридонович прислушался к моему совету, и сдача материалов прошла успешно. Почти все расхождения уложились в один метр.

Несмотря на то, что эта аппаратура была современной, нас не устраивала ее точность. Поэтому в 1994 г. во время выполнения хоздоговорных работ по определению границ фермерских хозяйств в Каргатском районе спутниковый метод применялся очень мало. Эта кодовая аппаратура для геодезических работ больше не применялась, только для навигации и для учебных практик. К примеру, система Pathfinder использовалась в учебных практиках по морской геодезии вплоть до 2003 г.

Академии была нужна фазовая спутниковая аппаратура, но эта аппаратура в несколько раз дороже кодовой навигационной и топографической аппаратуры. Нужно сказать, что руководство академии в лице ректора И.В. Лесных и проректора по НИР В.А. Середовича понимало важность обеспечения академии геодезическими приемниками и принимало соответствующие меры. В 1995 г. в академии появилась швейцарская аппаратура Leica GPS System 200, а следом – американская 4000 SST фирмы Trimble Navigation. В каждом комплекте было по два двухчастотных приемника, позволявших наблюдать одновременно до 8 спутников. Эта аппаратура уже позволяла измерять расстояния на сантиметровом уровне точности. Программное обеспечение этих комплектов работало только с ключами (специальные заглушки, вставлявшиеся в порт компьютера). Ключ от GPS System 200 был передан на кафедру инженерной геодезии, а от 4000 SST – на кафедру астрономии и гравиметрии. Соответственно стали появляться специалисты по работе с соответствующими приемниками, поскольку у каждого из них были свои особенности и по архитектуре, и по интерфейсу, и по программному обеспечению. На кафедре инженерной геодезии таким специалистом стал В.А. Скрипников, на кафедре кадастра – И.М. Долганов, а на кафедре астрономии – Н.К. Шендрик, С.В. Кужелев, Г.С. Шептунов, Ю.В. Сурнин, А.Н. Клепиков. Начались работы по построению геодезических сетей в Новосибирской области, в Тюмени и других местах Сибири.

С 1995 г. в академии начались работы по созданию геодезической сети Эталонного пространственного полигона ПГЭ-СГГА. На нем предполагалось делать метрологические поверки спутниковой аппаратуры, и поэтому требования к точности были очень высокие. Часть пунктов геодезической сети полигона была совмещена с пунктами высотной и плановой Государственной геодезической сети. Но кроме них, было заложено еще пять пунктов, как этого требовала геометрия сети. Они имели устройства для принудительного центрирования, специально предназначенные для работы со спутниковой аппаратурой. Три столба появилось на крыше лабораторного корпуса СГГА. В создании всех этих пунктов ведущую роль сыграл Г.С. Шептунов. Здесь во всей силе проявились организационные способности Геннадия Спиридоновича. После его смерти в 2002 г. один из пунктов получил название Шептуновский.

Первая наблюдательная кампания на сети ПГЭ-СГГА началась 30 мая 1996 г. сеансом из 4 приемников на Бердском базисе и длилась почти до середины июля. Конечно, у наблюдателей не хватало опыта, и допускались «детские» ошибки. Обработка первых наблюдений показала, что точность новой сети на порядок уступает паспортной точности приемников, причем наихудшие наблюдения получаются на тех пунктах, где сохранились металлические пирамиды. На этих пунктах ошибки наблюдений увеличивались в несколько раз и вызывались дифракцией сигналов, огибающих ноги пирамид, в результате чего измеренные расстояния до спутников оказывались немного длиннее. Когда пирамиды на время сеанса стали удалять, точность заметно повысилась.





К.М. Антонович во время сеанса наблюдений с приемником 4000SST на пункте Коченево. Металлическая пирамида удалена на время сеанса (май 1997 г.)

Интересный случай произошел у меня с Н.К. Шендриком во время гидрографических съемок в районе Нижне-Вартовска и Лангепаса. Измерение глубин производилось электронным эхолотом, координатная привязка показаний эхолота выполнялась фазовой аппаратурой 4000 SST. С помощью этих приемников мы также строили съемочное обоснование для тахеометрической съемки прибрежной полосы, а гидрологи использовали эти же точки для определения отметок урезов воды. Для этого полученные при построении спутниковой сети геодезические высоты преобразовывались в принятую в России систему нормальных высот по результатам привязки к нивелирной сети. Но на этом объекте высотная привязка была выполнена только в начале сети, а дальше реперов на берегах Оби просто не было, их смыла река. И вот гидрологи забеспокоились: Обь «потекла» в обратную сторону. Это означало, что отметки урезов, расположенных ниже по течению, оказались выше, чем у тех, что были выше по течению Оби. На поиски дополнительной высотной точки для привязки у нас ушла неделя. Только после того, как мы нашли этот репер, почти за 100 километров от начала сети, отнаблюдали его и включили в уравнивание, река «потекла», как положено, на север.

Постепенно накапливался опыт выполнения геодезических работ спутниковым методом геодезии. С 1996 г. в СГГА начался выпуск инженеров специальности «космическая геодезия», прозорливо предусмотренный академиком В.В. Бузуком. Дисциплина «GPS-технологии» была включена в учебные планы специальностей «астрономо-геодезия», «прикладная геодезия», «информационные системы», «аэрофотогеодезия», «исследование природных ресурсов». Не-



сколько раз проводились курсы повышения квалификации для преподавателей. Появились специалисты по спутниковому методу в ПО «Инжгеодезия» (В.В. Яхман, В.М. Селянинов, В.А. Ушаров, Л.И. Баталова и др.). По крупицам накапливался опыт. Но даже сейчас, спустя много лет после начала этих работ, я не могу сказать, что мне известно все по GPS/ГЛОНАСС геодезии. Постоянно появляется новая аппаратура, новые технологии. Очень быстро развивается спутниковая геодезия. Она стала одним из основных методов определения координат.



Ю.В. Сурнин с приемником 4000SE на привязке скважины на Салымском нефтегазовом месторождении (март 1999 г.)

*Получено 15.12.2010*

*© К.М. Антонович, 2010*

*К.М. Антонович – докт. техн. наук, профессор.  
Тел.: 361-01-59.*

*Е.А. Луговская, И.В. Парко*  
СГГА, Новосибирск

## **МЫ ДЕЛАЕМ ЗВЕЗДЫ БЛИЖЕ**

*Е.А. Lugovskaya, I.V. Parko*  
SSGA, Novosibirsk

## **WE DO THE STARS MORE CLOSE**

Новый совместный проект Сибирской геодезической академии и ФГУП ПО НПЗ (Новосибирский приборостроительный завод) – это продолжение многолетней работы в области популяризации астрономии и оптического приборостроения.

В течение шести лет проходят Дни астрономии для горожан на разных площадях Новосибирска, превращая их в яркие запоминающиеся события. В сентябре 2010 г. состоялся юбилейный 5-й Сибирский астрономический форум (Сибастро), гостями которого стали более 450 человек, приехавших к нам на форум из Красноярска, Омска, Таганрога, Томска, Москвы и других городов России, а так же из Казахстана и Украины.

Летом студенты НГУ продолжили начатую нами в 2009 г. работу в загородных детских лагерях. Они привозили телескопы, устраивали астрошоу для детей, проводили дневные наблюдения Солнца и ночные наблюдения ярких астрономических объектов.

Эти и некоторые другие наши проекты постоянно обновлялись. Оргкомитет Сибастро, состоящий из сотрудников НПЗ и СГГА, последние шесть лет работает на постоянной основе, и реализуя целый ряд интересных мероприятий.

Некоторое время назад возникла идея проведения Дней астрономии в районах нашей области, определившая поездку оргкомитета в Краснозерский район.

Все началось с выставки «Город астрономии», которую оргкомитет открыл в музее города Новосибирска. На эту выставку мы пригласили удивительного человека – директора школы и преподавателя физики с. Колыбелька Анатолия Васильевича Максименко. Нашли мы его, посетив сайт, автором которого является Александр Васильевич. Этот сайт [astro.websib.ru](http://astro.websib.ru) поражает своей глубиной, он рекомендован Министерством образования к использованию в школах в качестве учебного пособия.

В ходе беседы на открытии выставки ректора СГГА Александра Петровича Карпика и Анатолия Васильевича Максименко было получено приглашение, которое мы с удовольствием приняли, – провести в с. Колыбелька День астрономии. А затем Анатолий Васильевич приехал к нам на Сибастро 17–19 сентября и мы согласовали сроки нашего «астрономического десанта». В ходе дальнейшей переписки, стало очевидно, что День астрономии нужно провести для всего района, в районном центре Краснозерское. Оргкомитет Сибастро и адми-

нистрация Краснозерского района составили программу проведения астрономических мероприятий. По поручению главы администрации всю работу по согласованию планов проводил А.В. Максименко, он же и встречал оргкомитет Сибастро в составе 14 человек, среди которых директор УЦ «Планетарий» Е.А. Луговская, старший преподаватель кафедры оптики Парко Ирина Владимировна, аспирант В.Л. Парко.

С помощью и при участии ректора академии А.П. Карпика были решены все организационные вопросы: транспорт, питание, оснащение приборами. Приборостроительный завод использовал свои телескопы и подготовил призовой фонд.

На астрономический праздник в центре пос. Краснозерское пришли вечером 15 октября около 500 человек, а ближе к ночи на нашей площадке уже было около тысячи человек. Участники наблюдали Луну и Юпитер, украшенный четырьмя спутниками, звездное небо и окрестности Краснозерска, когда небо закрывалось облаками.

Активно участвовали в празднике школьники астрономического отряда с. Колыбелька.

Сотрудники музея города Новосибирска провели астрономическое шоу, а атмосферу праздника создала прекрасно организованная программа, в которой участвовали лучшие творческие коллективы района. Ярким и красочным было выступление танцевальной студенческой группы СГГА.

Мы услышали много восторженных отзывов о телескопах, о лазерных указках, которыми мы пользовались при показе звездного неба, и в целом о представленной программе. Нашу площадку посетили глава администрации района Баев Александр Викторович, его заместитель по социальным вопросам Рыбель Валентина Амбросиевна, начальник отдела образования Дулуба Светлана Андреевна, директора школ района.

На площадке было много детей и молодежи, для каждой возрастной категории проводились различные конкурсы и викторины.

Программа была продолжена на следующий день в районном доме культуры. 200 старшеклассников школ района были разделены на 7 команд, которые боролись за главный приз. По итогам соревнований телескоп ТАЛ-2, изготовленный НПЗ, достался Колыбельской средней школе, команду которой возглавил Комисаренко Павел Евгеньевич. Все участники конкурсов были награждены подарками, дипломы и благодарственные письма получили также все руководители школьных команд и организаторы праздника астрономии.

При подведении итогов мероприятия было принято решение о дальнейшем сотрудничестве его организаторов и продолжении данного образовательного проекта в других районах области.

Глава администрации района наградил грамотами УЦ «Планетарий», НПЗ и музей города Новосибирска.

8 ноября 2010 г. в гости в СГГА приехали старшеклассники из с. Колыбелька Краснозерского района.

Ребята посетили звездный зал планетария, где послушали рассказ об истории Новосибирского планетария и лекцию «Прогулка по звездному небу». Сотрудники планетария ответили на вопросы школьников. О голографии интересно рассказал профессор СГГА Шойдин Сергей Александрович и показал выставку работ своей лаборатории. И.В. Парко и В.Л. Парко провели мастер-класс по телескопам и оптико-электронным приборам, а сотрудники Центра тестирования и профориентации подробно рассказали об академии, ее специальностях, социальных условиях студентов.

Было очень приятно встретиться с открытыми и любознательными людьми. Мы благодарны жителям с. Колыбелька за интерес к нашей академии в целом и к астрономии в частности. Дальнейшее сотрудничество будет продолжено в следующем году, так как мы планируем проведение совместных астрономических мероприятий на территории Краснозерского района.

*Получено 15.12.2010*

*© Е.А. Луговская, И.В. Парко, 2010*

*Е.А. Луговская – директор УЦ «Планетарий».*

*И.В. Парко – ст. преподаватель кафедры оптических приборов.*

*И.А. Мусихин*  
СГГА, Новосибирск

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ ФОРУМ «ГЕОМИР 3S 2010»  
В СИБИРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ**

*I.A. Musikhin*  
SSGA, Novosibirsk

**THE INTERNATIONAL SUMMER STUDENT SEMINAR “3S-2010”  
AT SIBERIAN STATE ACADEMY OF GEODESY**

Одним из важнейших элементов подготовки высококвалифицированных кадров является развитие международных научно-исследовательских связей, цель которых – интеграция инфраструктурных возможностей партнеров данного сотрудничества, вовлечение в совместную работу молодых ученых и специалистов с мировым именем. Мировой и передовой российский опыт показывают, что одной из эффективных форм мотивирования молодежи к занятию научно-исследовательской деятельностью являются международные проекты и гранты, нацеленные на развитие тесного сотрудничества между различными научными школами.

Целью выполнения проекта являлось расширение международных молодежных научно-исследовательских контактов между студентами старших курсов, магистрами и аспирантами, специализирующимися в области дистанционного зондирования, фотограмметрии и науках, связанных с обработкой пространственных данных, для принятия управленческих решений в кризисных ситуациях.

Предварительный формат форума был оговорен на рабочем совещании, прошедшем 25 апреля 2010 в г. Новосибирске, между представителями:

- 1) ISPRS (Международное общество фотограмметрии и дистанционного зондирования), в лице второго вице-президента, профессора А. Пеледа;
- 2) Сибирской государственной геодезической академии, в лице проректора по инновационной деятельности, профессора В.А. Середовича и директора международного центра образования И.А. Мусихина;
- 3) Московского государственного университета геодезии и картографии, в лице первого проректора А.В. Майорова;
- 4) Уханьского университета, в лице профессора Лиу Лянмина, руководителя службы международных отношений Ши Лайт;
- 5) представителей Международного клуба «Белых слонов», в лице проф. Г. Конечного (Германия), профессора Ли Дерена (КНР), профессора И.Т. Антипова (Россия), профессора Шюнжи Мюраи (Япония).

В результате работы совещания между тремя вузами (Московский государственный университет геодезии и картографии, Сибирская государственная геодезическая академия, Уханьский университет) был подписан меморандум об

организации и проведении ежегодных студенческих семинаров с привлечением ведущих специалистов ISPRS.

В мае 2010 г. СГГА проводила консультации с представителями ISPRS и сторонами, подписавшими меморандум, целью которых было сформировать круг проблем, представляющих научный интерес для потенциальных участников семинара. В ходе консультаций в качестве основных направлений были выбраны следующие:

- дистанционное зондирование и фотограмметрия;
- геодезия;
- картография;
- ГИС.

В связи с этим в качестве лекторов и экспертов семинара была определена группа специально приглашенных специалистов:

- 1) ISPRS (Международное общество фотограмметрии и дистанционного зондирования), в лице второго вице-президента профессора А. Пеледа, Израиль;
- 2) ISPRS, профессор С. Златанова, Нидерланды;
- 3) ISPRS, ASPRS, профессор Е. Левин, США;
- 4) ISPRS, профессор А. Аджмар, Италия;
- 5) ISPRS, профессор Д.Ф. Тоноло, Италия.

В ходе реализации проекта были решены следующие задачи:

1. Созданы условия для поддержки и реализации совместных научно-исследовательских проектов в вузовской среде и их последующей коммерциализации.
2. Повышен уровень профессиональной и языковой компетенции педагогов, студентов и молодых ученых, активизирована их творческая деятельность.
3. Созданы условия, обеспечивающие интеграцию образовательного, научно-исследовательского и инновационных процессов различных научных школ.
4. Усовершенствована система образования в сфере дистанционного зондирования, фотограмметрии и науках, связанных с обработкой пространственных данных, для принятия управленческих решений в кризисных ситуациях.

Во время подготовки, проведения мероприятия и работы форума был выполнен следующий объем работ:

1. Создана экспериментальная площадка для разработок, связанных с беспилотными летательными аппаратами.
2. Осуществлен сбор и анализ зарубежных и отечественных требований, предъявляемых к профессиональным компетенциям специалистов.
3. Проведен анализ зарубежных и отечественных направлений развития технологий в сфере дистанционного зондирования, фотограмметрии и науках, связанных с обработкой пространственных данных, для принятия управленческих решений в кризисных ситуациях.

4. Проведены практические занятия по разработке подходов при принятии управленческих решений в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, предложены учебные 4D модели кризисных ситуаций.

Результаты проведения Международного студенческого форума «ГЕОМИР 3S 2010»:

1. Внедрено использование учебных 4D моделей кризисных ситуаций в учебном процессе вузов и центров переподготовки МЧС.

2. Встроена система отбора и поддержки талантливой молодежи и ее закрепления в науке.

3. Получен опыт применения 4D моделей в ГИС для прогнозирования развития чрезвычайных ситуаций.

4. Под руководством профессора кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования СГГА Т.А. Широковой были подготовлены четыре научных доклада аспирантов и студентов старших курсов для их представления на международном семинаре-конференции форума «ГЕОМИР 3S 2010», которые вошли в сборник материалов форума:

– GROUND POINTS CLASSIFICATION USING MOLDING FILTER IN TERRASOLID (Andrey Antipov, PhD student; Olga Martemyanova, student);

– ACCURACY ASSESSMENT OF GEOEYE-1 IMAGE ORTHORECTIFICATION (Aleksandr Chermoshentsev, PhD student; Anastasiya Pinegina, student);

– AUTOMATIC DISAFFORESTATION DETECTION IN MULTITEMPORAL SPACE IMAGES (Maksim Altyntsev, PhD student);

– IMPLEMENTATION OF AUTOMATED INTERPRETATION AND INCREASING OF HIGH RESOLUTION IMAGES GEOMETRICAL PROPERTIES WHEN MAPPING URBAN TERRITORIES (Stanislav Arbuzov, PhD student).

5. Помимо вошедших в сборник докладов, на семинаре-конференции было сделано 2 доклада, подготовленных под руководством доцента кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования В.Н. Никитина (БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ (Калинин Александр, студент гр. Ф-51)) и под руководством профессора кафедры экологии и природопользования Л.Н. Трубиной (ENVIRONMENTAL ASSESSMENT (Шарикалов А.Г., аспирант)).

6. В ходе работы семинара студенты прослушали следующие лекции:

– «Когнитивно-интерактивный подход к геопространственным технологиям для целей реагирования на чрезвычайные ситуации»;

– «ГИС-управление в кризисных ситуациях»;

– «Автоматическое обновление пространственных баз данных на основе ГИС и ДЗ»;

– «Роль геоматики в управлении в кризисных ситуациях».

По окончании форума его участники дали высокую оценку формату проведенного мероприятия:

*1. East-Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbaev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan*

«Our delegation of lecturers from East-Kazakhstan State Technical University had a great pleasure to visit the International summer student seminar "GeoWorld - 3S 2010", held 21-25 September 2010 in Novosibirsk, Russia. This event was organized by International Society of Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), Siberian State Academy of Geodesy (SSGA), Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), and Wuhan University (WU) as a combined international students event within the frames of the INTERRA seminar and conference supported by the administration of the Novosibirsk region.

The seminar brought together over 70 students, masters, PhD students and professionals in the sphere of Remote sensing, photogrammetry and GIS from 10 countries across the world, to share their experiences, to learn from one another and to debate the future development of geo-sciences. The seminar was designed in the form of well organized lectures and presentations allowing all participants to enter into practical discussions. Special master classes of professionals from the USA, Italy, and Netherlands provided particularly interesting insights into how geo-sciences can be used in everyday life and crisis situations.

The seminar was a part of activity for Interra 2010, as the introduction of new and growing network of professionals interested in new approaches to geo-sciences. It also helped to expand the borders of traditional understanding of the problems of Photogrammetry, GIS, Remote sensing and to learn from the diversity of experiences that participants brought to the conference.

Our feedbacks of the seminar are only positive. We all greatly enjoyed the chance to meet like-minded people from so many countries, the opportunity to network and to learn from one another, and the chance to explore ideas.

The next seminar, to be held in 2011 in Wuhan, China is now eagerly awaited.

On behalf of East Kazakhstan State Technical University, we would like to express our sincere gratitude to the seminar organizers and facilitators. Special thanks we want to express to Musikhin Igor Alexandrovich for making this event special and extremely interesting. Everything was organized with a great hospitality and ambience. The five days were lively and varied.

The group of Chinese delegates brought the piece of Asian warmth and oriental hospitality to our discussions and environment. Many thanks to all of them for that.



We want to show our respect and acknowledgement to all the lecturers who came to this event with their ideas and courses to enrich our knowledge and better understanding of our specialty. These people are Mrs. Zlatanova, Dr. Eng from Netherlands, who provided us with the new view on Crisis management; Dr., Professor Ammatzia Peled, who delivered very informative lecture on GIS-Driven RS-Based Automatic Updating of spatial Data Bases; Dr. Eugene Levin with his experiment on eye-tracker calibration, which drew everyone's attention, and also Dr. Fabio Giulio Tonolo and Dr. Andrea Ajmar with their practice session on defining the flooded areas using ESRI software. Thank you for devoting so much energy and intelligence in trying to educate us and share your experience.

I would like personally thank Dr., Professor Ammatzia Peled for his active participation and critical judgments, which were so helpful in evaluating ourselves and growing us as future professionals.

And more thanks to everyone who attended for giving so freely of themselves and making the seminar a memorable and successful occasion. All of us made new friends and contacts and this can only contribute to the international development of youth scientific and research cooperation.

Sincerely, Natalya Khairudinova and department of Geodesy, Land management and Cadastre, East-Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbaev».

## *2. Research & Lab Assistant - Surveying Engineering - Michigan Tech*

«I was extremely happy to have experienced the week of lectures and activities with such a diverse group that is all interested in the same topics as I am. It was mind opening to learn what differences and similarities we have. As I said before in Novosibirsk, next year can not be better, only different. Every person was open to communicating. While the language barriers are obvious we could still communicate well using our scientific language and some extra explanation. All of us were sad to leave and would certainly like to see each other again. The lectures were informative and maybe should be a bit more entertaining to prevent distraction but the practice time was well used. Working in groups was good for our skills in future industry.

If you need some more specific information please ask and I will do my best to address your interest.

Thank you again,  
Sincerely, Steve Curelli, BS, LSIT».

## *3. ISPRS (International Society of Photogrammetry and Remote Sensing)*

«The SSGA demonstrated a very high and encouraging threshold that will be crossed by the Wuhan University next year.

I am writing to you also to compliment the group of your finest students that took part at the Seminar and to express my appreciation for their merit, enthusiasm, will to learn and share their knowledge and the very positive and proactive attitude that were expressed by them and all other participants from China, USA, Kazakhstan, Israel and of course those from the host University.

I hope they have enjoyed the Seminar and found it worthwhile and stimulating. I would like to thank your students for their comments and advise on how to arrange the next Seminars in a more efficient and attractive manner.

Best regards

Ammatzia Peled

ISPRS Second Vice President».

*Получено 15.12.2010*

© *И.А. Мусихин, 2010*

*И.А. Мусихин – директор Международного центра образования.*

*В.А. Середович*

СГГА, Новосибирск

*К.Б. Хасенов*

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева

*А.Г. Новицкая*

СГГА, Новосибирск

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
СБОРА И ОБРАБОТКИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ  
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ» (3–7 СЕНТЯБРЯ 2010 Г.,  
Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК, ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

*V.A. Seredovich, K.B. Khasenov, A.G. Novitskaya*

**THE INTERNATIONAL WORKSHOP ON “INNOVATIVE TECHNOLOGIES  
FOR AN EFFICIENT GEOSPATIAL MANAGEMENT OF EARTH RESOURCES”  
(3-7 SEPTEMBER 2010, UST-KAMENOGORSK, EASTERN KAZAKHSTAN)**

В период с 3 по 7 сентября 2010 г. в г. Усть-Каменогорске, Восточно-Казахстанской области по инициативе Международной федерации геодезистов и Сибирской государственной геодезической академии (СГГА) была организована и проведена международная конференция «Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами». Знаменательным событием в этот период стал VII ФОРУМ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА КАЗАХСТАНА И РОССИИ с участием президентов Н. Назарбаева и Д. Медведева. В работе данного форума были представлены совместные научно-исследовательские разработки СГГА (Новосибирск) и ВКГТУ им. Д. Серикбаева.

Генеральным спонсором конференции стала компания ООО «Научно-производственное аэрогеодезическое предприятие "Меридиан+"» (НП АГП «Меридиан+»), Россия, г. Москва, а также ТОО «Геокурс», Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ТОО «Геополис», Казахстан, г. Усть-Каменогорск, НПЦ «ГРИД», Казахстан, г. Усть-Каменогорск.

Организаторы конференции: Комиссия МФГ 5 (Определение местоположения и измерения) и Комиссия 6 (Инженерно-геодезические работы), Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами, Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Сибирская государственная геодезическая академия (СГГА), Региональный научно-технологический парк «Алтай», при поддержке ВК ДГП «ГосНПЦзем», г. Усть-Каменогорск, Областной комитет по управлению земельными ресурсами, г. Усть-Каменогорск, Межрегиональная земельная инспекция Агентства Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами по Восточно-Казахстанской и Павлодарской областям, г. Усть-Каменогорск, ТОО «Бассар Электроникс», г. Усть-Каменогорск и Семипалатинский колледж геодезии и картографии, г. Семей.

В конференции приняли участие около 100 участников из Германии, Швейцарии, Бельгии, Чешской республики, Израиля, России и Казахстана. Среди них представители Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования, Международной картографической ассоциации, Международного общества «Цифровая Земля», администрации Восточно-Казахстанской и Новосибирской областей, высших учебных заведений, профессиональных организаций и различных компаний, в том числе: Ганноверский университет им. Лейбница (Германия), Технический университет г. Штутгарта (Германия), Technet GmbH (Германия), Leica Geosystems AG (Швейцария), «Меридиан +» (Российская Федерация), ERDAS (Швейцария), «Гео-Альянс» (Российская Федерация), ООО «ITE Сибирская ярмарка» (Новосибирск), НПЦ «ГРИД» (Казахстан), ВК ДПП «ГосНПЦзем» (Казахстан), Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Карагандинский государственный технический университет, Воронежский государственный аграрный университет (Российская Федерация) и др.

На церемонии открытия конференции участников и гостей приветствовали: ректор ВКГТУ им. Д. Серикбаева, д.т.н., проф. Т.Т. Ипалаков, проректор по инновационной деятельности СГГА, проф. В.А. Середович, доктор-инженер И. Милев (Technet GmbH, Германия), экс-президент Международной картографической ассоциации и вице-президент Международного общества «Цифровая Земля», д.т.н., проф. М. Конечны, заслуженный профессор Ганноверского университета им. Лейбница, почетный профессор СГГА Готтфрид Конечный, председатель Комитета по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан Н.Б. Калабаев, заместитель акима г. Усть-Каменогорска А.А. Брусенцов.

Основными научными направлениями конференции были следующие:

■ Прогнозирование деформаций земной поверхности и инженерных сооружений в тектонически-активных и техногенно опасных зонах по геодезическим данным.

■ Автоматизированные системы геодезического контроля строительства инженерных сооружений и их промышленной эксплуатации.

■ Наземные системы лазерного сканирования, их использование в архитектуре, гражданском строительстве и промышленности.

ГИС-технологии для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных объектов.

■ Геоинформационное обеспечение решения экологических проблем  
Методы изучения, прогноз и картографическое моделирование опасных природных и техногенных процессов.

■ Инфраструктура геопространственных данных.

■ Применение ГНСС в режиме реального времени при разработке инженерных объектов.

Конференция работала два дня и завершилась круглым столом, на котором были подведены итоги, а также обсуждены проблемы подготовки, переподго-

товки и повышения квалификации кадров в области геодезии, кадастра, картографии и землеустройства.

Конференция собрала широкий круг специалистов, занимающихся различными аспектами технологий сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами и решения геодезических задач прикладного характера. Большое внимание было уделено вопросам интегрирования данных, получаемых от различных источников авиационного и космического дистанционного зондирования при решении задач мониторинга природных ресурсов. Перспективным направлением для Республики Казахстан определено развитие ГЛОНАСС-GPS технологий, геоинформатики, воздушного и наземного лазерного сканирования.

*Получено 15.12.2010*

© *В.А. Середович, К.Б. Хасенов, А.Г. Новицкая, 2010*

*В.А. Середович – канд. техн. наук, профессор, проректор по инновационной деятельности.*

*E-mail: v.seredovich@list.ru*

*К.Б. Хасенов*

*E-mail: hasenovkb@gmail.com*

*А.Г. Новицкая*

*E-mail: argina@gmx.de, argina.novitskaya@gmail.com*

*В.Б. Жарников, Е.И. Аврунев*  
СГГА, Новосибирск

**О БИБЛИОГРАФИЧЕСКОМ УКАЗАТЕЛЕ ТРУДОВ УЧЕНЫХ (2003–2008)  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ**

*V.B. Zharnikov, E.I. Avrunyov*  
SSGA, Novosibirsk

**ABOUT THE BIBLIOGRAPHY OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS (2003–2008)  
OF THE STATE UNIVERSITY OF LAND USE PLANNING**

В 2009 г. вышел очередной (третий) выпуск библиографического указателя Государственного университета по землеустройству (г. Москва) [1], включающий почти 2 000 названий научных и учебно-методических работ сотрудников данного вуза за указанный шестилетний период. Первый выпуск указателя вышел в 1999 г., второй – в 2004 г. Таким образом, все три тома подвели итог огромной, почти восьмидесятилетней работы ведущего землеустроительного вуза страны, начиная с 1930 г., когда бывший Константиновский межевой институт был поделен на ММИ и МИИГАиК.

Заинтересованный взгляд на ежегодный перечень издаваемой в ГУЗе литературы, а это более 320 названий в год, сразу выделяет значительный интерес ректора вуза и его ведущих профессоров к анализу исторического пути развития университета, деятельности его музея, популяризации профессий землеустроителя и кадастровика, в том числе на примерах выдающихся представителей отрасли, включая времена далеких от нас XVIII – XIX вв. Замечательной традицией университета является внимание к памятным датам, юбилеям ведущих ученых, педагогов, специалистов, личные обращения к ним ректора ГУЗа и печатные материалы, позволяющие составить представление о становлении, развитии и лучших достижениях наших соотечественников.

Глубокое впечатление производят труды специалистов ГУЗа в профессиональной сфере, имеющей непосредственное отношение к деятельности нашего вуза. Конечно, это, в первую очередь, ставшие уже классическими учебники профессоров С.Н. Волкова, А.А. Варламова, Ю.К. Неумывакина, В.П. Раклова, В.Х. Улюкаева, А.В. Хабарова, А.И. Обиралова. Существенное дополнение к трудам указанных ученых-педагогов вносят методические и научные работы профессоров Н.Г. Конокотина, А.В. Купчиненко, А.В. Севостьянова, В.Н. Баранова, В.В. Косинского, М.И. Перского, А.Э. Сагайдака, И.И. Широкоград и др.

Среди целого ряда направлений и отдельных тем научных исследований ГУЗа выделим следующие:

- теоретические положения землеустройства загрязненных земель (В.В. Вершинин, 2003);
- экономическая оценка земель поселений (А.В. Севастьянов, 2003);
- формирование единого кадастра недвижимости (А.А. Варламов, С.А. Гальченко и др., 2003);

- организация рационального использования и охраны земельных ресурсов северных территорий РФ (Т.А. Емельянова, 2004);
- дистанционные методы государственного мониторинга: теория, методика, практика (А.Н. Лимонов, 2005);
- проблемы деградации сельскохозяйственных земель России, их охраны и восстановления продуктивности (С.Н. Волков, Г.А. Романенко и др., 2005);
- информационное обеспечение кадастров и землеустройства пространственными данными (В.Н. Баранов и др., 2006);
- эффективность управления природопользованием региона (А.А. Мурашова, 2006);
- совершенствование организации территорий поселений в условиях рыночной экономики (Н.Г. Конокотин, О.Р. Дрогицкая и др., 2006);
- состояние и основные направления развития землеустройства в РФ (С.Н. Волков и др., 2006);
- теория и методы управления земельными ресурсами (А.А. Варламов и др., 2006);
- планирование и организация рационального использования земель и их охраны в субъекте РФ (Н.И. Иванов, 2008).

Приведенный перечень работ отражает наиболее актуальные направления исследований в сфере землеустройства, кадастра и мониторинга земель, что, кстати, соответствует содержанию одноименного журнала, издаваемого ГУЗом совместно с Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии.

В заключение назовем основные рубрики издания: литература об университете, учебники и учебные пособия, сборники научных трудов ГУЗа, статьи из сборников ГУЗа, статьи из иных сборников, монографии, статьи из периодических изданий, учебно-методические пособия, литература на иностранных языках, именной указатель. Издание оформлено в соответствии со стандартом ГУЗа, в твердом переплете, его объем – 13 усл.-печ. листов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Труды ученых Государственного университета по землеустройству 2003-2008: библиогр. указ. / сост. Е.В. Степанова, М.А. Дудина, В.А. Соколова. – М.: Гос. ун-т по землеустройству, 2009. – 208 с.

*Получено 15.12.2010*

*© В.Б. Жарников, Е.И. Аврунев, 2010*

*В.Б. Жарников – канд. техн. наук, первый проректор.*

*Е.И. Аврунев – канд. техн. наук, зав. кафедрой кадастра.*

## ХРОНИКА ОСНОВНЫХ СОБЫТИЙ СГГА

### THE CHRONICLE OF MAIN SSGA EVENTS

1 сентября.

В СГГА торжественно отмечен день знаний. Праздник прошел в Доме культуры железнодорожников в присутствии студентов первого курса и многочисленных гостей – представителей власти и бизнеса. С поздравлением выступил Губернатор Новосибирской области В.А. Толоконский, отметивший активное участие вуза в формировании инновационной экономики области и города Новосибирска.

21–25 сентября.

На базе СГГА состоялся первый международный студенческий форум «Геомир 2010» под эгидой Международной ассоциации ISPRS с участием представителей российских и зарубежных вузов. Экспертами-руководителями научных направлений выступали зарубежные гости Dr. S. Zlatanova, Prof. E. Levin, Dr. F.G. Tonolo. По результатам работы научных секций выпущен сборник докладов на английском языке. Следующий форум предполагается провести осенью 2011 года в г. Ухань, КНР.

23 сентября.

Студенты и сотрудники СГГА приняли участие в Международной конференции «20 лет программе "Темпус"», проходившей на межвузовской площадке Сибирского университета потребительской кооперации. В конференции приняли участие представители сибирских вузов, а также куратор образовательных проектов представительства Еврокомиссии в России Н. Скарамуццо и заместитель директора национального офиса программы Темпус А.А. Муравьева. Были заслушаны доклады участников программы, в том числе СГГА, а также представлена презентация стипендиальной программы Эразмус Мундус.

Делегация СГГА во главе с ректором академии профессором А.П. Карпином участвовала в очередном Международном форуме «Интергео 2011». Форум, как известно, всегда проходит в Германии, в данном случае в г. Кёльне, привлекает многочисленных специалистов к научному конгрессу и, главным образом, к выставке – одной из наиболее ярких в мире. Специалисты СГГА, и это уже стало традицией, представляли Сибирь Геодезическую. Выставочный стенд СГГА пользовался большой популярностью.

4–6 октября.

На базе Хакасского технического института (г. Абакан) прошла 16-я международная научно-практическая конференция «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири», организованная Международной академией наук высшей школы, Сибирской академией наук высшей школы и их научными центрами, в том числе новосибирским.



В составе академий работают специалисты СГГА, в том числе ректор академии, профессор А.П. Карпик. На конференции академии представлял зав. кафедрой гуманитарных наук, профессор, д.и.н. М.Н. Колоткин.

14 октября.

Началась Всероссийская перепись населения. По просьбе руководителя облстатуправления, д.э.н., профессора А.А. Кисельникова академия выделила около 400 студентов, которые прошли обучение на курсах при СГГА и успешно включились в эту работу, выполнив значительный объем переписных работ в Ленинском и Центральном районах г. Новосибирска под руководством сотрудников СГГА И.А. Барлиани и В.А. Кожемякиной.

22 октября.

Подведены итоги 6-й Всероссийской студенческой олимпиады по оптотехнике (Санкт-Петербург). Команда СГГА по итогам блиц-тура заняла первое место. В общекомандном зачете делегация СГГА была 4-й из 16 участников.

Отличились студенты-оптики во Всероссийской олимпиаде в номинации «Оптические и оптико-электронные приборы и системы» (г. Томск), занявшие 2-е командное место. Руководитель команды – профессор кафедры оптических приборов Т.Н. Хацевич.

12 ноября.

Состоялась встреча студентов и сотрудников академии с участником экспедиции на научно-экспериментальном судне «Академик Фёдоров», доцентом Государственной морской академии им. адмирала Макарова Ю.Г. Фирсовым, выступившим с докладом «Гидрографические технологии для батиметрической съемки рельефа дна Северного Ледовитого океана в интересах определения внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Арктике».

12 ноября.

Состоялась встреча ректоров вузов г. Новосибирска с Губернатором Новосибирской области Юрченко Василием Алексеевичем, сформулировавшим свое видение стратегического развития региона и роль высшего профессионального образования в решении основных задач.

1 декабря.

Прошло очередное заседание научного семинара кафедры экологии и природопользования под руководством заведующего кафедрой, профессора, д.т.н. Л.К. Трубиной. На семинаре выступил научный руководитель центра «Эко-прогноз», академик РАН В.А. Понько с докладом «Методология экопрогнозов в природопользовании», представивший свою оригинальную и хорошо известную специалистам теорию прогнозов в применении к использованию наиболее востребованных в мире природных ресурсов.

9 декабря.

Институт оптики и оптических технологий СГГА провел 2-ю региональную студенческую олимпиаду по технологии приборо- и машиностроения «Технология 2010» с участием 11 команд из вузов СФО, руководитель проекта – доцент СГГА П.В. Петров.

10 декабря.

Состоялось собрание представителей коллектива СГГА, на котором с очередным годовым отчетом о работе выступил ректор академии, профессор А.П. Карпик. Главный итог деятельности академии – достижение требуемых университетских показателей, реализация крупных международных проектов («ГЕО-Сибирь-2010», «Интерра-2010», «Геомир-2010»), активная научно-производственная деятельность в регионе (свыше 100 млн. руб.), совершенствование бренда СГГА, выразившееся, в том числе, в преобразившемся облике академии, ее лабораторий и аудиторий, внешнем виде зданий. По результатам работы вручены награды 30 студентам и 65 сотрудникам академии.

23 декабря.

В большом зале Администрации Новосибирской области Губернатор В.А. Толоконский вручил правительственные награды группе представителей науки и образования г. Новосибирска. Л.К. Зятькова, профессор кафедры экологии и природопользования СГГА, получила медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» 2-й степени; В.А. Середович, проректор по инновационной деятельности – звание «Заслуженный работник геодезии и картографии»; В.В. Чесноков, профессор кафедры физики, и О.К. Ушаков, директор Института оптики и оптических технологий, – звания «Заслуженный работник высшей школы РФ».

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЕОДЕЗИЯ

1. <i>Г.А. Уставич, Н.М. Рябова, В.Г. Сальников, А.Н. Теплых.</i> Исследование штрих-кодовых реек цифровых нивелиров .....	3
2. <i>И.Е. Дорогова.</i> Изучение движений и деформаций земной коры на геодинамическом полигоне Таштагольского железорудного месторождения.....	9
3. <i>Ю.В. Дементьев.</i> Зависимость поправок за плоский и сферический слои в неполной топографической редукции от их толщины и радиуса учитываемой зоны .....	13
4. <i>С.С. Овчинников.</i> Влияние электромагнитных полей на точность показаний электронных геодезических приборов .....	18

### АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ И ФОТОГРАММЕТРИЯ

5. <i>Т.А. Широкова, А.В. Антипов.</i> Методика создания ортофотопланов с применением данных воздушного лазерного сканирования .....	24
6. <i>Т.А. Широкова, А.Ю. Чермошенцев, А.Т. Бармитова.</i> Исследование точности визирования на точки космических снимков высокого и среднего разрешения.....	31

### ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

7. <i>В.Б. Жарников, А.В. Ван.</i> Природный и антропогенный тепловой баланс Земли.....	37
8. <i>К.А. Карпик, А.М. Портнов.</i> Геопортальные решения в сфере предоставления услуг государственного кадастра недвижимости.....	46
9. <i>Г.Г. Шалмина, Т.В. Межуева.</i> Комплексная оценка земельных ресурсов .....	50
10. <i>В.Н. Щукина.</i> Информационное обеспечение рационального использования и охраны северных территорий.....	60

### ОПТИКА, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

11. <i>В.Л. Парко, Т.Н. Хацевич.</i> Алгоритм выбора апохроматических пар стекол в многокомпонентном астрономическом объективе.....	69
12. <i>В.М. Тымкул, Л.В. Тымкул, О.К. Ушаков, Ю.А. Фесько.</i> Метод поляризационного тепловизионного распознавания трехмерной формы объектов .....	74
13. <i>Г.К. Берник, Т.Н. Хацевич.</i> Современные тенденции в развитии оптических прицелов для охотников .....	83

14. <i>А.Н. Серьезнов, Н.Р. Рахимов, Т.В. Ларина, И.Н. Карманов, П.В. Петров.</i> Оптоэлектронная система сигнализации превышения предельно допустимой концентрации углерода в воздухе .....	86
15. <i>Н.Р. Рахимов, А.Н. Серьезнов, О.К. Ушаков, Е.Ю. Кутенкова.</i> Оптоэлектронная многофункциональная автоматизированная система контроля оптических параметров нефти и нефтепродуктов .....	91
16. <i>М.М. Кузнецов, О.К. Ушаков, В.М. Тымкул, М.Ф. Носков.</i> Повышение контраста и информативности изображений на основе спектральной и пространственно-угловой фильтрации излучения.....	96
17. <i>М.А. Завьялова, Ю.В. Обидин.</i> Быстродействующий колориметрический метод для автоматической классификации алмазов по цвету .....	101

## **ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

18. <i>Л.В. Воронина, А.В. Зарубина.</i> Исследование заморозков как экологически опасных явлений .....	107
---	-----

## **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЯМИ**

19. <i>А.Р. Ткачева.</i> Исторические аспекты и современные тенденции развития лизинговых отношений в России .....	113
--	-----

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

20. <i>И.В. Рязанцева.</i> Комплексная маркетинговая деятельность академии по организации набора для подготовки специалистов .....	121
--	-----

## **ХРОНИКА**

21. <i>Ю.В. Сурнин.</i> История создания и развития межкафедральной научно-исследовательской лаборатории космической геодезии (воспоминания научного руководителя лаборатории).....	128
22. <i>К.М. Антонович.</i> Первые GPS/ГЛОНАСС измерения в СГГА .....	146
23. <i>Е.А. Луговская, И.В. Парко.</i> Мы делаем звезды ближе.....	152
24. <i>И.А. Мусихин.</i> Международный студенческий форум «ГЕОМИР 3S 2010» в Сибирской государственной геодезической академии .....	155
25. <i>В.А. Середович, К.Б. Хасенов, А.Г. Новицкая.</i> Международная конференция «Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами» (3–7 сентября 2010 г., г. Усть-Каменогорск, Восточно-Казахстанская область).....	161
26. <i>В.Б. Жарников, Е.И. Аврунев.</i> О библиографическом указателе трудов ученых (2003–2008) Государственного университета по землеустройству.....	164
27. <i>Хроника основных событий СГГА .....</i>	166

## CONTENTS

### GEODESY

1. <i>G.A. Ystavich, N.M. Ryabova, V.G. Salnikov, A.N. Teplykh.</i> Investigations of bar-code rods of digital levels .....	3
2. <i>I.E. Dorogova.</i> The investigation of earth's crust movements and deformations on a Tashtagol's geodynamic ground.....	9
3. <i>Y.V. Dementyev.</i> Dependence of flat and spherical layer corrections in an incomplete topographic reduction on their thickness and radius of a considered zone.....	13
4. <i>S.S. Ovchinnikov.</i> Influence of electromagnetic fields on accuracy of indications of electronic geodetic devices.....	18

### SPACE SURVAYING AND PHOTOGRAMMETRY

5. <i>T.A. Shirokova, A.V. Antipov.</i> Methodic of orthophotoplans' creation by means of lidar data .....	24
6. <i>T.A. Shirokova, A.Yu. Chermoshentsev, A.T. Barmitova.</i> Investigation of sighting accuracy of medium and high resolution satellite images .....	31

### LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

7. <i>V.B. Zharnikov, A.V. Van.</i> Natural and anthropogenic thermal balance of the Earth.....	37
8. <i>K.A. Karpik, A.M. Portnov.</i> Geoportal decisions in the sphere of the state real estate cadastre services .....	46
9. <i>G.G. Shalmina, T.V. Mezhujeva.</i> Integrated assessment of land resources.....	50
10. <i>V.N. Shyukina.</i> Information supply of rational use and protection of northern territories.....	60

### OPTICS, ELECTRO-OPTICAL DEVICES AND SYSTEMS

11. <i>V.L. Parko, T.N. Khatsevich.</i> The algorithm of a choice apochromatic pair of glasses in multicomponent astronomical objective .....	69
12. <i>V.M. Tymkul, L.V. Tymkul, O.K. Ushakov, Yu.A. Fesko.</i> Method for recognition of three-dimensional shape of objects in its polarized thermal radiation.....	74
13. <i>G.K. Bernik, T.N. Khatsevich.</i> Current trends in optical sights for hunters.....	83
14. <i>A.N. Serjoznov, N.R. Rakhimov, T.V. Larina. I.N. Karmanov, P.V. Petrov.</i> Optoelectronic alarm system to excess of maximum permissible concentration carbon in air.....	86

15. <i>N.R. Rakhimov, A.N. Serjoznov, O.K. Ushakov, Ye.Yu. Kutenkova.</i> The multipurpose optoelektronical automated monitoring system of the optical parameters of oil and mineral oil .....	91
16. <i>M.M. Kuznetsov, O.K. Ushakov, V.M. Tymkul, M.F. Noskov.</i> Increase of contrast and information images on the basis of the spectral and spatially-angular filtration of radiation .....	96
17. <i>M.A. Zavjalova, Y.V. Obidin.</i> High-performance colorimetric method for automatic colour classifying diamonds .....	101

## ECOLOGY

18. <i>L.V. Voronina, A.V. Zarubina.</i> Research of frosts as ecologically dangerous phenomena.....	107
--	-----

## ECONOMICS AND TERRITORIAL DOMAINS MANAGEMENT

19. <i>A.R. Tkacheva.</i> Historical aspects and modern trends of leasing development in Russia .....	113
---	-----

## HIGHER EDUCATION MANAGEMENT

20. <i>I.V. Ryazantseva.</i> Integrated marketing activity of the academy on admission and training of specialists .....	121
--	-----

## CHRONICLE

21. <i>Yu.V. Surnin.</i> The history of inter-department research laboratory development of space geodesy (memoirs of laboratory's research supervisor) .....	128
22. <i>K.M. Antonovich.</i> The first GPS/GLONASS positioning at the Siberian State Academy of Geodesy .....	146
23. <i>E.A. Lugovskaya, I.V. Parko.</i> We do the stars more close.....	152
24. <i>I.A. Musikhin.</i> The international summer student seminar "3S-2010" at Siberian State Academy of Geodesy .....	155
25. <i>V.A. Seredovich, K.B. Khasenov, A.G. Novitskaya.</i> The international workshop on "Innovative technologies for an efficient geospatial management of Earth resources" (3-7 September 2010, Ust-Kamenogorsk, Eastern Kazakhstan) .....	161
26. <i>V.B. Zharnikov, E.I. Avrunyov.</i> About the bibliography of scientific publications (2003–2008) of the State University of Land Use Planning .....	164
27. The chronicle of main SSGA events.....	166