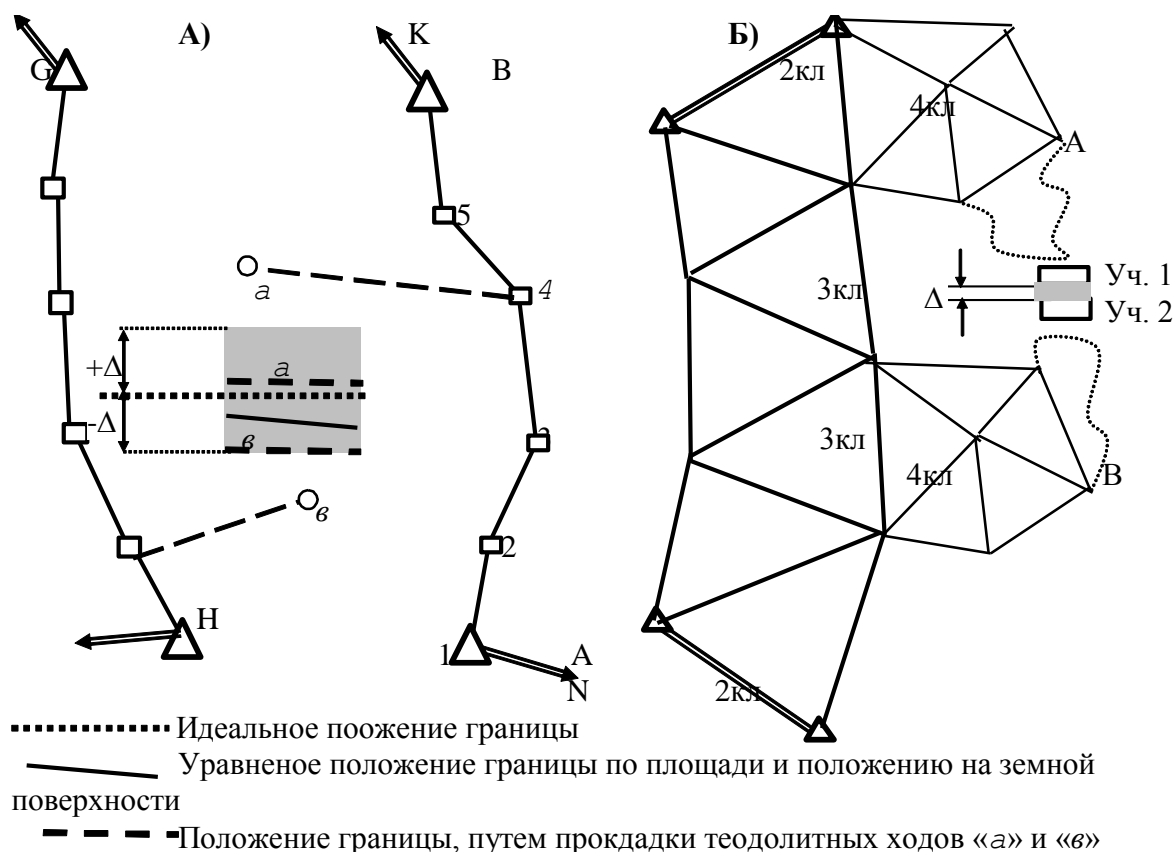


Ю.Ф. КРЕНИДА, д-р техн.наук, проф., Д.Б. ЧУГАНСКИЙ, магистр, (Донецкий национальный технический университет), А.С. ЖАТКИНА, инж. (КП «Хозрасчетный земельно-кадастровый центр»)

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ВЕРШИН УГЛОВ ПОВОРОТА ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА

*Обоснована экономическая целесообразность заданной точности определения координат границ земельного участка. Повышение точности определения координат границ необходимо согласовывать с затрами на ее обеспечение.*

Нормативными документами Украины [1, 2] регламентируется допустимая ошибка определения координат вершин углов поворота границ земельного участка, которая не должна превышать  $\pm 0,1$  м относительно съемочного обоснования. На рис. 1 показана принципиальная возможность возникновения такой погрешности при разреженной сети ГГС [3].



**Рис. 1.** Схема для определения погрешности взаимного положения земельных участков с использованием: а) – сети полигонометрии; б) – сети триангуляции

Ущерб от возникновения такой ошибки на протяжении 1 погонного метра границы по нормативным ценам города Донецка на момент покупки земельного участка может колебаться от  $\$ \pm 4-5$  до  $\$ \pm 50$ . На протяжении границы в один километр ущерб может достигать от  $\$ \pm 4-5$  тыс. до  $\$ \pm 50$  тыс., что весьма существенно даже для

крупных и успешных предприятий. Кроме того, в течение эксплуатации на смежных участках возникают не соответствия в формировании прибыли ( $\pm\Pi$ ). Один из участков получает перебор прибыли, а второй ее недобор.

По снижению подобного ущерба от возникновения возможных ошибок целесообразно иметь ввиду три пути:

1. принять свободные цены на геодезические услуги [3],
2. определять координаты границ земельных участков двумя, независимыми способами, традиционным и с помощью ИСЗ,
3. повышать точность геодезических измерений.

При свободных ценах на геодезические услуги вопросы не точности положения границ решаются на уровне собственников земельных участков. При наличии неточности границ собственники могут согласиться, либо опротестовать полученное положение. Во втором случае положение границ может быть уточнено двумя следующими путями.

Что касается спутниковых измерений, то в пределах густой городской застройки определение координат вершин углов поворота границ земельных участков сталкивается с существенными помехами, которые приходится преодолевать дополнительными промерами от съемочного обоснования. Эти промеры приводят к дополнительным случайным погрешностям, что не всегда обеспечивает снижение погрешности, а значит и приближению границ к идеальному положению. Уровень затрат на создание такого геодезического обеспечения также весьма высок (табл. 1).

**Табл. 1.** Результаты расчетов оценки затрат на создание пунктов ГГС

Триангуляция				Спутниковые измерения	
Класс	Относ. точность	Затраты (грн)	Примечания	Класс, разряд	Цена $Цена = (ЗУКР[4]) \times 1,61 \times 4$
Лаплас		7932	Только геодезические измерения		
I	1:400000	21732	1 пункт	I	14567,28
II	1:300000	16432	3 пункта	II	7071,12
III	1:200000	12160	9 пунктов	III	2492,28
IV	1:200000	5578	30 пунктов	IV	1989,96
1-й	1:10000	2404		1-й	1951,32
2-й	1:5000	1300		2-й	1667,96
T/x	1:2000	540			

Примечания: в определении «Цены»: 1) – 1,61 – коэффициент дисконтирования, 2) 4 – примерное количество пунктов, необходимых для создания съемочного обоснования участка земли с  $\Pi = 100$  м

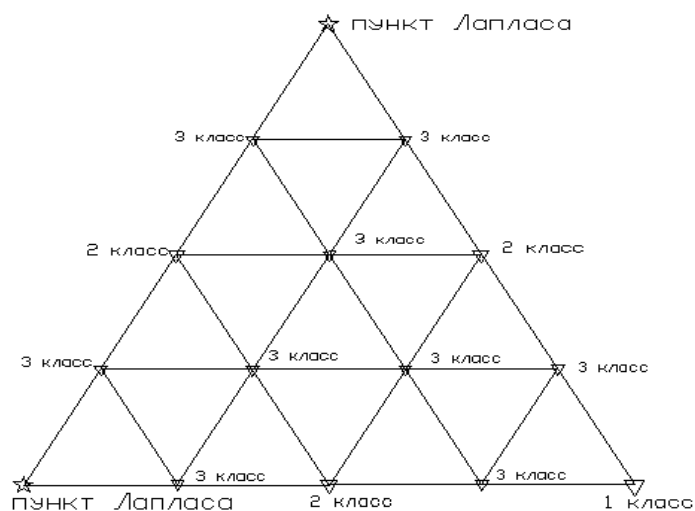
Повышение точности геодезических измерений приводит к удорожанию геодезического обеспечения определения координат. Это может превысить ущерб, возникающий от наличия погрешности, что является экономически не оправданным. В этой связи возникает необходимость установления такой точности геодезических измерений, которая бы не приводила к излишним расходам на геодезические услуги, а также не обуславливала лишнего ущерба. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

При определении координат вершин углов поворота границ земельного участка в общегосударственной системе используется государственная геодезическая сеть (ГГС) от I-го до IV-го классов и сети сгущения 1-го и 2-го разрядов, которые являются основой съемочного обоснования, а также непосредственное съемочное обоснование точности 1:2000 или 1:3000 [1, 2]. Они включают следующие производственные процессы[3, 4]:

- Рекогносцировка пунктов сетей.
- Изготовление центров и знаков для закрепления пунктов сети на местности.

- Закладка центров, установка знаков сети, закрепление точек непосредственного съемочного обоснования.
- Измерение углов и длин линий в сети.
- Камеральные работы.
- Затраты на производственные процессы по созданию ГГС определяют сумму расходов на геодезическое обеспечение.

Упрощенные расчеты затрат на создание съемочной основы для определения координат вершин углов поворота границ земельного участка целесообразно осуществить путем накопления расходов по созданию сетей из пунктов от I-го до IV-го классов и сетей сгущения от 1-го до 2-го разрядов (рис. 2).

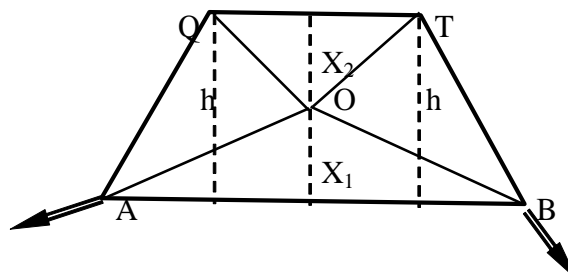


**Рис. 2.** Упрощенная схема сгущения треугольников триангуляции различных классов

Для получения координат одного пункта 2 класса триангуляции должны быть известны координаты двух пунктов Лапласа и одного пункта триангуляции 1 класса. В результате внутри треугольника триангуляции 1 класса может быть образовано четыре треугольника триангуляции 2 класса и определено три пункта триангуляции 2 класса.

Внутри полученной сети может быть получено девять пунктов триангуляции 3 класса. То есть, на создание одного пункта триангуляции 3 класса приходится девятая часть всех предыдущих затрат.

Таким же образом рассчитываются затраты на один пункт триангуляции 4 класса – данная сеть может быть сгущена до 30 пунктов триангуляции 4 класса. То есть, на один пункт триангуляции 4 класса приходится тридцатая часть всей совокупности предыдущих затрат на создание сети.



**Рис. 3.** Геометрическая схема для определения погрешностей взаимного положения пунктов ГГС

Количество пунктов сетей полигонометрии определялись, исходя из необходимой плотности пунктов на территории, что обуславливало предельные длины ходов и сторон.

Расчеты затрат осуществлялись в соответствии [3, 4] с приведением к настоящему времени (ставка дисконтирования 0,10). Результаты расчетов оценки затрат на создание пунктов ГГС приведены в таблице 1.

$$M^2 = m_{AQ}^2 + m_{QT}^2 + m_{TB}^2 + \left(\frac{m_{\beta}}{\rho}\right)^2 [D_{0i}^2];$$

$$mI = \sqrt{m_{AQ}^2 + m_{QT}^2 + m_{TB}^2};$$

$$mII = \sqrt{\left(\frac{m_{\beta}}{\rho}\right)^2 [D_{0i}^2]};$$
(1)

Расчет максимально возможных погрешностей, возникающих при создании съемочного обоснования, осуществлялись по методике, приведенной в [5]. При этом принималось, что пункты «А» и «В» (рис. 1) непосредственно не связаны между собой. В общем случае эти пункты связаны с «Q» и «Т» (рис. 3) так, что в простейшем случае четырехугольник AQTВ представляет собой равнобедренную трапецию. Для определения средней квадратической погрешности положения пункта «В» относительно «А» ( $M$ ) воспользуемся формулой для расчетов погрешностей в полигонометрическом ходе

$$M = \sqrt{mI^2 + mII^2},$$
(2)

где  $m_{AQ}$ ;  $m_{QT}$ ;  $m_{TB}$  - погрешности определения сторон,  $m_{\beta}$  - погрешность измерения углов,

$$[D_{0i}^2] = A Q^2 + \left(\frac{AB + QT}{2}\right)^2$$
(3)

В расчете  $M$  для определения погрешностей сторон и углов принимались допустимые их значения в соответствии с классом или разрядом (табл. 2). При этом погрешность  $m_{QT}$  принималась на класс точности выше нежели  $m_{AQ} = m_{TB}$ .

**Табл. 2.** Результаты расчета ущерба при возникновении возможных ошибок геодезического обеспечения (для периметра площади земельного участка 100м)

Класс, разряд	Исходные данные					Ущерб от возможной погрешности (грн)				
	S, (км)	m $\beta$ ,сек	1/Г	З (грн)	M	Ц=20	Ц=100	Ц=200	Ц=300	Ц=500
т/х	2,0	5	1:2000	540	0.000738	1470	7348	14697	22045	36742
2 раз.	2,5	5	1:5000	1300	0.000319	600	3000	6000	9000	15000
1 раз.	5,0	5	1:10000	2404	0.000227	294	1470	2939	4409	7348
IV кл.	6,0	2,0	1:25000	5578	0.000122	114	570	1139	1708	2848
III кл.	8,0	1,5	1:150000	12159	0.000121	21	106	212	318	529
II кл.	12,0	1,0	1/200000	16431	0.000116	15	75	150	225	375
I кл.	25,0	0,7	1/400000	21732						

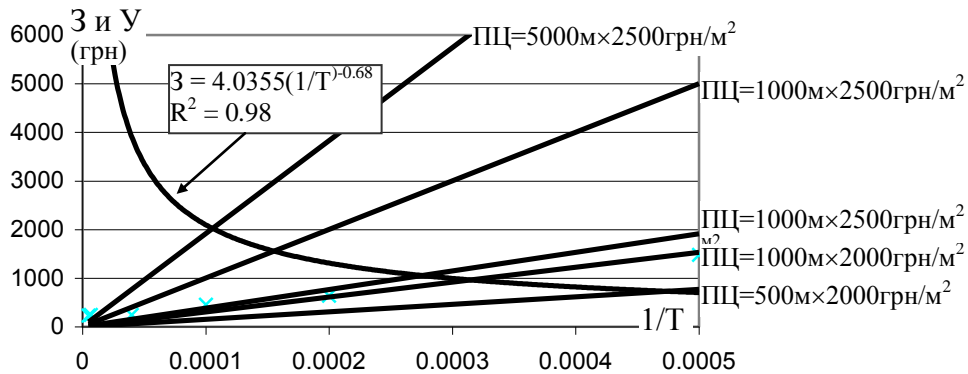
Величина ущерба определялась по формуле

$$У = M \times П \times Ц(\text{грн}),$$
(4)

где  $P$  - периметр участка,  $C$  - цена квадратного метра земли (грн/м<sup>2</sup>).

По результатам расчетов (таблицы 1 и 2) построены некоторые графические зависимости затрат и ущерба (рис. 4), возникающего при возможном возникновении погрешностей определения координат вершин углов поворота границ земельного участка.

По результатам расчетов (таблицы 1 и 2) построены некоторые графические зависимости затрат и ущерба (рис. 4), возникающего при возможном возникновении погрешностей определения координат вершин углов поворота границ земельного участка.



**Рис. 4.** Характер ущерба от возможных погрешностей и затрат на геодезическое обеспечение

Из таблиц 1 и 2 и рис. 3 следует, что с повышением точности геодезических измерений вырастают затраты на обеспечение этого уточнения, а ущерб от возможных погрешностей положения границ уменьшается.

Оптимальную точность определения координат вершин углов поворота границ земельного участка целесообразно оценить через равенство затрат на геодезическое обеспечение и ущерба от возможного образования погрешностей.

Зависимость затрат ( $Z$ ) на геодезическое обеспечение от точности ( $\frac{1}{T}$ ) определения координат границ имеет вид

$$Z = 4 \left( \frac{1}{T} \right)^{-0.68} \quad (5)$$

Зависимость ущерба ( $Y$ ) от возможного появления ошибок геодезического обеспечения может быть найдена из условия похождение прямой через две точки, начало координат и точку с координатами  $\frac{1}{T} = 0,0005$ ;  $Y_{0,0005} = 0,00074 \times P \times C$ .

В соответствии с этими условиями оптимальную точность геодезических работ следует определять по эмпирической формуле

$$\frac{1}{T} = 1,68 \sqrt{\frac{1}{0,37 \times P \times C}} \quad (6)$$

В соответствии с (6) недостаток точности определения координат границ земельного участка начинает сказываться при  $P_{\text{мх}}C_{\text{грн/м}^2}=1250000\text{грн/м}$ . ( $C=2500$  грн/м<sup>2</sup>,  $P=500\text{м}$ ) А границы земельного участка площадью 600м<sup>2</sup> могут определяться с точностью 1/1000, при цене на землю \$500. При этом ущерб от возможного появления погрешностей не превысит затрат на геодезическое обеспечение.

Определение координат квадратного квартала застройки с  $P=4 \times 100\text{м}=400\text{м}$  при стоимости земли 2500грн/м<sup>2</sup>. может быть определены с точностью 1/2000 при  $C=2500$  грн/м<sup>2</sup>.

Вынос в натуру земельного пая площадью 4га ( $P=800\text{м}$ ,  $C=1000\text{грн/м}^2$ ) может выполнено также с точностью  $\sim(1/2000)$ .

Представленные закономерности имеют место в момент создания ГГС. При плате за получение координат (2008 год) в условиях города Донецка в среднем  $\sim 20$  грн/пункт (от 10 до 50грн/пункт). При наличии в Донецке 25 организаций, которые примерно один раз в год потребляют пункты, то восполнение капитальных затрат составляет от 250 до 1250грн. Срок окупаемости капитальных вложений при создании геодезической сети в этом случае от  $t=10$  до  $t \cong 20 \div 25$  лет, что дает норму амортизации примерно от  $i = 4 \div 10\%$  в год.

Поскольку затраты на создание пунктов государственной сети амортизируются, то точность геодезического обеспечения можно округлять.

Одновременно с этим в экономике происходят инфляционные процессы, которые увеличивают цену на земельные участки на величину  $C(1+j)^t$ , где  $j$  - индекс инфляции. Учитывая инфляцию точность геодезического обособления должна увеличиваться.

В общем случае в связи с изложенным можно полагать, что рассмотренные процессы находятся в равновесном состоянии, которое обеспечивает точность геодезического обеспечения в соответствии со следующей закономерностью.

$$\frac{1}{T} = 1,68 \sqrt{\frac{(1+i)^t}{(0,37 \times P \times C)(1+j)^t}} \quad (7)$$

Эмпирические формулы 5, 6, 7 имеют пределы определения

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{200000} \div \frac{1}{2000}$$

Таким образом, затраты на геодезическое обеспечение определения границ земельного участка и ущерб при возможном возникновении погрешности имеют обратную зависимость. Оптимальная точность определения координат целесообразна при равенстве затрат на геодезическое обеспечение и ущерба от возможного возникновения погрешностей.

### Библиографический список

1. Інструкція з топографічного знімання в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500 (ГТНТА-2-04-02-98). – Київ, 198, 131 с.
2. Положення про земельно-кадастрову інвентаризацію земель населених пунктів. Держкомзем України №85 від 26.08.1997р, Зареєстровано у Мінюсті України 31.10.1997 р за №522/2326.
3. Кренида Ю.Ф., Кривоберец Б.И. Выживание геодезической фирмы в рыночных условиях хозяйствования.// Инженерная геодезия, 2002. -№ 46.- К.: -КНУБА. –С. 114-121.

4. Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи. — Київ: 2003. - 158 с.

5. Розмір оплати земельно-кадастрових робіт та послуг. Державний комітет України по земельних ресурсах (Держкомзем України), — Київ: 2001 – 150 с.

6. **Батраков Ю. Г.** Геодезические сети сгущения — М: Недра, 1987. – 354 с.

*Надійшла до редколегії 25.09.2009*

Ю.Ф. КРЕНИДА, Д.Б. ЧУГАНСЬКИЙ, А.С. ЖАТКІНА

**ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАДАНОЇ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ  
ВЕРШИН КУТІВ ПОВОРОТУ ГРАНИЦЬ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ**

*Обґрунтовано економічну доцільність заданої точності визначення координат границь земельної ділянки. Підвищення точності визначення координат границь необхідно погоджувати з витратами на її забезпечення.*

Y. KRENIDA, D. CHUGANSKY, A. ZHATKINA

**THE ECONOMIC FEASIBILITY OF THE ACCURACY OF DEFINING  
THE COORDINATES OF THE BORDERS OF A GROUND AREA**

*Economic feasibility of the accuracy of defining the coordinates of the borders of a ground area is confirmed. The increase in the accuracy of defining the coordinates of the borders should agree with the expenses for its maintenance.*

© Ю.Ф. Кренида, Д.Б. Чуганский, А.С. Жаткина, 2010