

Земцова А.В., Кузнецова И.А.

**Спутниковая система  
межевания земель  
Алматинской области**

Предложен проект спутниковой системы межевания земель Алматинской области на основе сети референчных станций. Рассмотрены проблемы, связанные с использованием пунктов существующей опорной межевой сети, этапы построения спутниковых опорных межевых сетей. Приведен расчет количества необходимых референчных станций с учетом необходимости покрытия большей части территории Алматинской области, особенно районов с наивысшей хозяйственной активностью, и наличия инфраструктуры. Выполнено исследование преобразования систем координат на территории г. Алматы по масштабному коэффициенту с использованием двенадцати пунктов, координаты которых известны в СК-42, СК-63 и местной (городской) Алматинской системе координат, а также вычислены из наблюдений в WGS-84. Получена низкая сходимости параметров  $m$  и  $g$ , устанавливающих связь WGS – 84 с СК-42 и местной системой координат, что указывает на необходимость создания единой системы координат на основе спутниковых технологий.

**Ключевые слова:** сеть референчных станций, опорная межевая сеть, координатные системы.

Zemtsova A., Kuznetsova I.

**The satellite system land survey  
Almaty region**

This paper considers the boundary land survey satellite system of Almaty region based on a reference stations network. There are investigated the problems associated with the use of the existing reference points of landmark network, stages of the satellite reference network construction. Furthermore, there are given the calculation of the required number of reference stations which cover most of the territory of Almaty region, particularly areas with high economic activity, and the availability of infrastructure. There is done research of the coordinate systems of Almaty based on the scale factor  $m$ , and twelve points, the coordinates of which are known in the CS-42, CS-63 and the local (city) Almaty coordinate system, and calculated from the observations in the WGS-84. There is obtained lowest possible convergence of the parameters  $m$  and  $g$ , which links WGS – 84 with the CS-42 and the local coordinate system, thus indicates the need for a unified coordinate system based on satellite technology.

**Key words:** reference stations network, boundary control network, coordinate systems.

Земцова А.В., Кузнецова И.А.

**Алматы облысының жер  
межеуінің зымырандық  
жүйесі**

Референц станцияларының желісі негізінде Алматы облысының жерлерін межеуеде зымыран жүйесінің жобасы ұсынылды. Межелік тірек торабтар пункттерін қолдану, зымырандық межелік тірек торабтарын құру этаптарына байланысты мәселелер қарастырылған. Алматы облысының әсіресе жоғарғы шаруашылық аудандарын және инфрақұрылымға байланысты көптеген бөліктерін жабу қажеттілігінде неше референц станциялардың керектігіне байланысты есептер келтірілген. Координаталары СК-42, СК-63 белгілі 12 пункттерді және жергілікті (қалалық) Алматылық координата жүйесінде масштаб коэффициенті бойынша Алматы қаласының аумағында координата жүйесін түрлендіру зерттеліп орындалды, сонымен қатар WGS-84 бақылауынан есептелген. WGS – 84 тен СК-42 және жергілікті жердің координата жүйесімен байланысты бекітетін  $m$  және  $g$  параметрлерінің төменгі ұқсастығы алынған. Ол зымырандық технология негізінде бірдей координата жүйесін құру қажеттілігін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** референц станциялар желісі, межелік тірек торабы, координаталар жүйесі.

**СПУТНИКОВАЯ  
СИСТЕМА МЕЖЕВАНИЯ  
ЗЕМЕЛЬ  
АЛМАТИНСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

**Введение**

Обеспечение достоверной и полной земельно-кадастровой информации, в том числе картографических данных на земельные участки, всем заинтересованным пользователям является одной из приоритетных задач, указанных в Стратегическом плане Агентства Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами на 2011 – 2015 годы [1].

В условиях реформирования земельных отношений осуществляется значительное перераспределение земли. Земельные участки объединяются, подвергаются делению, меняется их конфигурация. Для решения задач земельного кадастра изменения ситуации на местности должны оперативно отображаться на картографической основе. Для этого проводятся топографо-геодезические и картографические работы, выполнение которых базируется на надежной геодезической основе.

Мировой опыт ведения геодезических и кадастровых работ показывает, что возможности использования традиционных методов и средств для ведения этих работ практически исчерпаны и для решения данных задач должна быть создана опорная межевая сеть, ориентированная на спутниковые методы определения координат с использованием новейших спутниковых технологий [2-6].

Одним из основных преимуществ спутниковой системы межевания земель является возможность вычисления координат в режиме реального времени (RTK).

Сеть референцных станций в состоянии заменить собой опорные межевые сети на территории Республики Казахстан, понизить требования к плотности любой исходной геодезической основы. Такая сеть является однородной по точности, внутренне согласованной, привязка её к другим системам координат не представляет принципиальных трудностей.

В Республике Казахстан в настоящее время существует ряд проблем, связанных с использованием пунктов опорной межевой сети. Это – частичная утрата пунктов, несоответствие точности и плотности сети при проведении землеустроительных работ современными технологиями – GPS-наблюдениями, электронными тахеометрами, наличие нескольких систем коор-

динат на одной и той же территории. Возможности использования традиционных методов и средств для ведения этих работ практически исчерпаны.

Одной из наиболее существенных причин ошибок в координатах земельных участков, зафиксированных при оформлении госактов, является существование в Казахстане большого количества систем координат, в которых ведутся землеустроительные работы.

Для решения данных проблем должна быть создана опорная межевая сеть, позволяющая построить объединенную опорную геодезическую сеть, удовлетворяющую запросам всех заинтересованных организаций.

### Результаты и обсуждения

Формирование сведений государственного земельного кадастра обеспечивается проведением топографо-геодезических, картографических, аэрокосмических, землеустроительных работ, почвенных, геоботанических обследований и изысканий, работ по мониторингу земель, количественного и качественного учета земель, составлением земельно-кадастрового дела на конкретный земельный участок, изготовлением земельно-кадастровых карт и идентификационного документа на земельный участок [7].

Состав геодезических работ зависит от назначения кадастра и степени его автоматизации. Для ведения государственного земельного и других кадастров создают специальную геодезическую сеть, которую называют опорной межевой сетью (ОМС).

Опорная межевая сеть позволяет решать следующие основные задачи:

- установление координатной основы на территориях кадастровых округов, районов, кварталов;

- проведение работ по государственному земельному кадастру, землеустройству, межеванию земельных участков, мониторингу земель и др.;

- информационное обеспечение государственного земельного кадастра данными о количественных и качественных характеристиках и местоположении земель для установления их цены, платы за пользование, экономического стимулирования и рационального землепользования;

- инвентаризация земель различного целевого назначения и др.

Такая опорная межевая сеть была создана на территории Республики Казахстан и ее облас-

тей. В настоящее время существует ряд проблем, связанных с использованием пунктов этой сети:

- многие опорные знаки разрушились сами либо уничтожены людьми, что создает в работе землеустроителей большие трудности: без достаточного количества опорных знаков определить местоположение объекта, участка земли в пространстве и времени крайне сложно;

- точность и плотность ОМС не соответствует требованиям при проведении землеустроительных работ современными технологиями – GPS-наблюдения, электронные тахеометры;

- наличие районных, городских, поселковых систем координат и необходимость определения параметров перехода от данных систем координат к СК-42 и WGS 84. Полученные координаты пунктов при трансформировании в отдельных случаях имеют ошибки метровой величины;

- при определении пунктов ОМС, которые привязываются к пунктам ГГС, к ошибкам привязки добавляются ошибки взаимного положения пунктов ГГС и требования по точности ОМС, как правило, не выполняются.

Для решения данных проблем должна быть создана опорная межевая сеть, ориентированная на спутниковые методы определения координат с использованием новейших спутниковых технологий. При этом геодезические спутниковые технологии дополняют классические технологии и повышают их эффективность.

*Проект спутниковой межевой сети на территории Алматинской области.* Спутниковые технологии определения координат объектов на основе глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) нашли широкое применение в мире, в том числе и в Казахстане. Их основные преимущества по сравнению с традиционными технологиями триангуляции и полигонометрии общеизвестны и заключаются в высокой точности и высокой производительности. Кроме того, спутниковые технологии обладают высокой степенью автоматизации [8, 9, 10].

На территориях, где активно выполняются точные измерения и съемки, до последнего времени наиболее распространенной была технология постоянно действующих спутниковых базовых референцных станций (РС).

В настоящее время прогрессивной технологией геодезического обеспечения на больших по площади территориях является технология постоянно действующих референцных станций, объединенных в сеть с субсантиметровой точностью взаимного положения в геоцентрических системах координат (WGS-84, ITRF) – Спутни-

ковая система межевания земель (ССМЗ). Сети референсных станций спутниковых наблюдений существуют во многих странах Европы и других частях света. Они эффективно решают проблему создания геодезического обеспечения для землеустроительных, инженерно-геодезических и картографических работ [11, 12, 13, 14].

Такая технология имеет более широкие возможности и преимущества по сравнению с традиционными технологиями и спутниковой технологией на основе отдельных автономных базовых станций. При этом пользователь может исключить из состава своих работ подготовку и использование исходной основы в виде пунктов Государственной геодезической сети (ГГС) или ОМС.

Кадастр и учет ведутся в локальной (местной) системе координат, распространенной на территорию одного административного района или на территорию площадью до 5000 кв. км. Средняя квадратическая ошибка взаимного положения пунктов опорной межевой сети (ОМС), поворотных точек границ земельных участков на этой территории не должны превышать первых единиц сантиметров. Это обеспечит однозначное представление границ объектов землеустройства в одной системе координат.

Построение спутниковых опорных межевых сетей выполняется поэтапно и включает следующие действия, указанные на рис. 1.



Рисунок 1 – Этапы построения Спутниковых опорных межевых сетей

Нами предложен проект создания спутниковой системы межевания земель на территории Алматинской области в виде сети постоянно действующих референсных станций. Такая сеть позволит создать единую высокоточную координатную основу области, обеспечит пространственными данными субъекты хозяйственной деятельности, позволит сократить затраты на производство земельно-кадастровых работ и т.п.

Планируемая конфигурация сети была обоснована количеством станций, с учетом уже соз-

данных станций на территории области с площадью 224 тыс. км<sup>2</sup>.

Для предварительного расчета необходимого количества спутниковых базовых станций для охвата территории была использована формула

$$N = \frac{L \cdot W}{(2 \cdot R - O)^2} \quad (1)$$

где N – количество станций; L – длина области (км); W – ширина области (км); R – радиус

охвата одной станцией (80-100 км); О – область перекрытия между станциями.

Расчет количества референчных станций приведен в таблице 1.

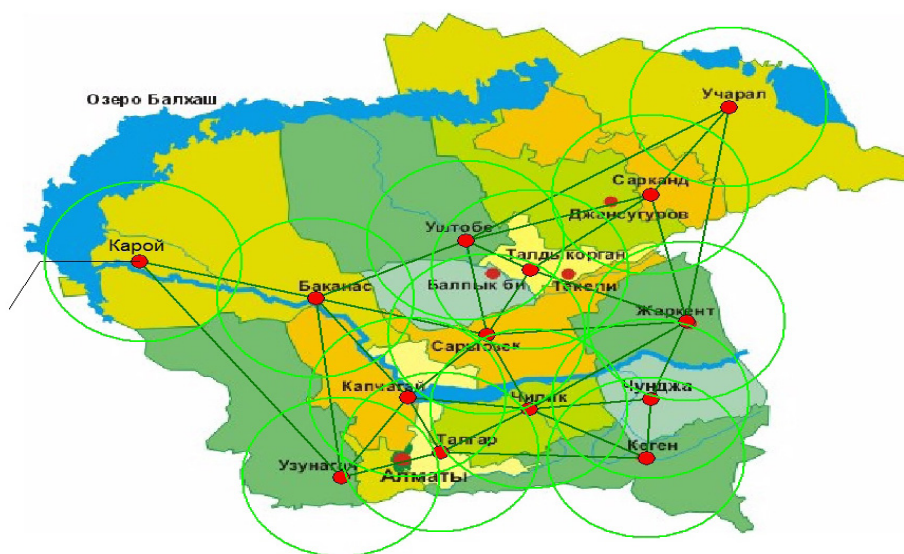
**Таблица 1** – Расчет количества референчных станций

L (км)	W (км)	Площадь (кв.км)	R (км)	О (км)	N
670	430	224 000	80	5	12

Приведенная формула может быть использована только для предварительного расчета необходимого количества станций сети, поскольку она учитывает равномерное расположение станций по всей территории. Окончательное решение о количестве необходимых станций должно быть принято исходя из требуемой плотности в отдельных областях и, конечно, из бюджета проекта по созданию сети базовых станций.

С учетом необходимости покрытия большей части территории Алматинской области, особенно районов с наивысшей хозяйственной активностью, и наличия инфраструктуры

предлагается установить минимум 11 постоянно действующих референчных станций в населенных пунктах: Ушарал, Баканас, Карой, Уштобе, Сарканд, Талдыкурган, Сарыозек, Жаркент, Узынагаш, Чунджа, Кеген. Необходимо будет включить и существующие станции области (г. Алматы, г. Талгар, г. Капчагай, с. Шелек), что позволит улучшить геометрию сети, а значит качество сетевого решения и покрытие. Размещение РС на территории Алматинской области показано на рис.2. Вычислительный центр предположительно расположен в г. Талдыкурган.



**Рисунок 2** – Выбор мест расположения референчных станций

При размещении РС на территории Алматинской области были выбраны экономически развитые регионы, где больше всего сосредоточено потенциальных пользователей, ведется хозяйственная и производственная деятельность, больше плотность населения. На части территорий Балхашского, Каратальского, Аксуского,

Саркандского, Алакольского районов, ввиду редкочисленности (пески) и не востребованности сети референчных станций, менее развитой хозяйственной деятельности, размещение РС не запроектировано.

Схема и геометрия сети спутниковых базовых станций напрямую зависит от формы необ-

ходимой области охвата территории и рельефа местности, геометрической формы области. Схема сети проектировалась исходя из требований:

- треугольники в сети должны быть по возможности равноугольными;
- минимальное значение угла в сети должно быть не менее  $20^\circ$  и не более  $160^\circ$ .

Станции будут располагаться на крышах зданий районных акиматов или подведомственным им структур (например, Управление Архитектуры, РГП «НПЦзем»), на специально создаваемых пилонах, обеспечивающих возможность закрепления оборудования (антенн и приемников), подведения линий связи и электропитания, с учетом обеспечения сохранности и неподвижности спутниковых антенн.

Реализация проекта по созданию Спутниковой опорной межевой сети Алматинской области будет включать следующие мероприятия:

- Разработка технического задания создания системы.
- Рекогносцировочные работы по определению мест установки референчных станций и центра управления.
- Выбор и согласование мест установки РС и ЦУ с местными исполнительными органами.
- Подготовка мест установки РС и ЦУ.
- Выбор оборудования и его установка.
- Настройка и отладка оборудования.
- Рекогносцировка пунктов ГГС.
- Проведение измерений на пунктах ГГС, привязка РС к пунктам ГГС.
- Обработка и уравнивание измерений, создание каталога координат РС, вычисление параметров перехода в Государственную и Местные системы координат.

*Исследование преобразования систем координат на территории г. Алматы.*

Одной из главных проблем при проведении землеустроительных и кадастровых работ в Республике Казахстан является существование большого количества разрозненных систем координат. Это служит причиной наложений и разрывов границ смежных земельных участков и, соответственно, земельных споров при составлении единой схемы расположения земельных участков.

Усугубляет ситуацию наличие районных, городских, аульных систем координат.

Параметры связи между координатными системами и другие топографические сведения засекречены. Это усложняет работу и не отвечает нынешним требованиям. Сейчас подавляющее число точек поворота границ земельных

участков определяется по результатам выполнения геодезических измерений в системе координат WGS-84. Любые пересчеты (трансформирование) метрической информации (координат точек поворота границ земельных участков) из WGS-84 или любой местной системы координат к государственной системе координат (СК-42) непременно приведет к методическим погрешностям трансформирования [15]. Эти погрешности повлекут изменения в площадях и длинах линий границ земельных участков, отраженных в действующих правоустанавливающих документах и внесенных в базу данных государственного земельного кадастра. В связи с этим на систему координат опорной межевой сети следует наложить условие, обеспечивающее минимальное искажение площадей участков на территории района.

Вместе с тем, преобразование координат пунктов из одной координатной системы в другую – это самая массовая геодезическая задача в спутниковой геодезии. В современной практике геодезических работ формальное преобразование координат из одной прямоугольной системы в другую для площадных объектов, особенно протяженных вдоль параллели, могут привести к методическим погрешностям трансформирования, превосходящим и точность спутниковых измерений, и точность ранее созданных классических геодезических построений.

Наиболее критичным и одновременно наиболее спорным параметром в преобразовании координат является масштабный коэффициент  $m$ . Опираясь на строгие математические связи различных систем координат, используемых на территории Алматинской области, были рассчитаны физические величины несоответствия расстояний и дирекционных углов сторон между центральным пунктом и пунктами, входящими в обработку в соответствии с рис. 4.

Для примера использовались системы координат, применяемые в городе Алматы: СК-42, СК-63, Местная Алматинская городская система координат г. Алматы (МСК), WGS -84 (локальная). На основе сравнения длин сторон, полученных в разных системах координат, исследовался масштабный коэффициент  $m$  и разности дирекционных углов  $\gamma$ . Для определения  $\gamma$  и  $m$  использовались одни и те же стороны, вычисленные по координатам совмещенных пунктов в разных системах координат.

Обработка выполнялась в программе Credo\_Dat.

В качестве исследуемых были взяты 12 пунктов, приведенных на рис. 3, координаты которых

известны в СК-42, СК-63 и МСК, а также вычислены из наблюдений в WGS-84. Выполнено сравнение длин линий и дирекционных углов, вычисленных по координатам пунктов в различ-

ных системах, относительно одного пункта, играющего роль центрального.

Анализ вычисленных значений  $m$  и  $\gamma$  позволяет сделать следующие выводы.

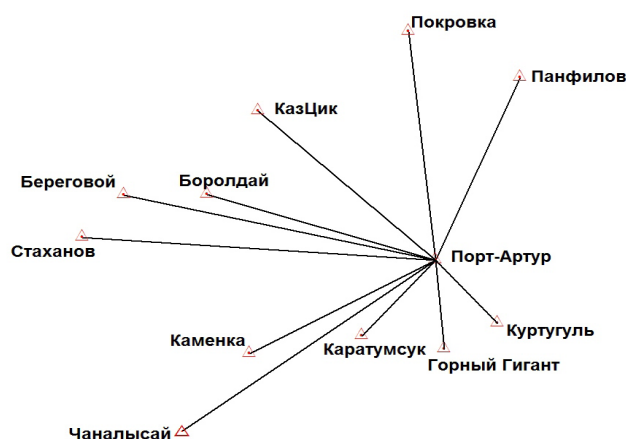


Рисунок 3 – Схема расположения пунктов триангуляции

При не строгом переходе от одной системы координат к другой значения масштабного коэффициента для линий на рассматриваемой территории должны сходиться в пятом знаке после запятой. Такая сходимость наблюдается примерно в 54%. Наибольшие отклонения масштабного коэффициента наблюдаются на коротких линиях с дирекционными углами  $139^\circ - 180^\circ$ .

Расхождения в разностях дирекционных углов имеют минимальное значение  $-2^\circ 07' 14''$ , максимальное  $-2^\circ 31' 41''$ . Если рассматривать эти значения с точностью до десятка секунд, то процент сходимости составит 73%.

По расчетам, полученным для систем СК-42 и МСК, получаем:

- значения масштабных коэффициентов с учетом до 5 знака после запятой сходятся на 100%;

- сходимость в разностях дирекционных углов составляет 73%.

Для СК-42 и WGS-84:

- значения масштабных коэффициентов с учетом до 5 знака после запятой сходятся на 36%;

- сходимость в разностях дирекционных углов составляет 27%. Минимальное значение

- $-1^\circ 16' 04''$ , максимальное  $-1^\circ 46' 51''$ ; разность  $-0^\circ 30' 47''$ ;

Для МСК и СК-63:

- значения масштабных коэффициентов с учетом до 5 знака после запятой сходятся на 45%; Минимальное значение  $-0.9999760$ , максимальное  $-1.0000797$ ; разность  $-0,00010$ ; максимальное отклонение от среднего  $(-0,0000596)$

- сходимость в разностях дирекционных углов составляет 54%. Минимальное значение  $-0^\circ 31' 57''$ , максимальное  $-0^\circ 57' 19''$ ; разность  $-0^\circ 25' 22''$ ;

Для МСК и WGS-84:

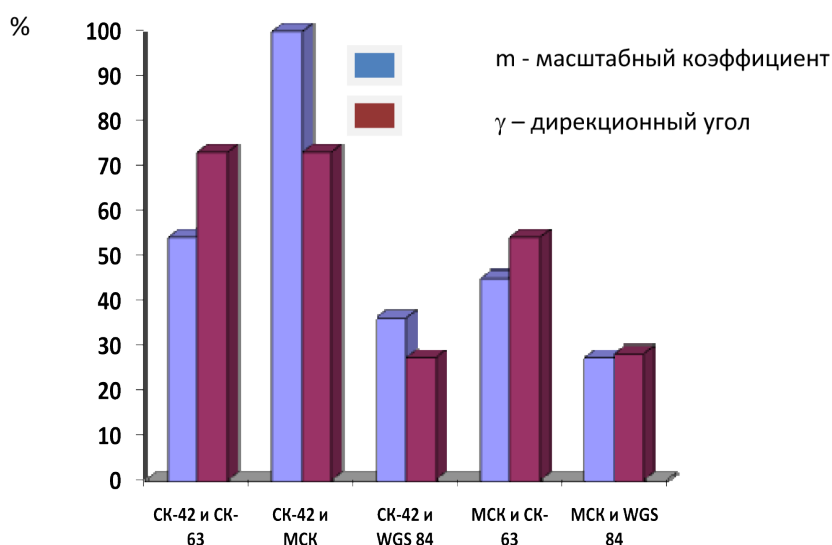
- значения масштабных коэффициентов с учетом до 5 знака после запятой сходятся на 27%; Минимальное значение  $-1.0001304$ , максимальное  $-1.0002057$ ; разность  $-0,00008$ ; максимальное отклонение от среднего  $(-0,0000384)$

- сходимость в разностях дирекционных углов составляет 28%. Минимальное значение  $-0^\circ 07' 12''$ , максимальное  $-0^\circ 21' 53''$ ; разность  $-0^\circ 14' 41''$ .

Данные, полученные из сравнения  $m$  и  $\gamma$  в различных системах координат, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение  $\gamma$  и  $m$ 

Системы координат	Сходимость в %		Максимальное отклонение	
	$m$	$g$	$m - m_{ср.}$	$g - g_{ср.}$
СК-42 и СК-63	54	73	0.0000599	- 0°18'35»
СК-42 и МСК	100	73	-0.0000128	0°17'26»
СК-42 и WGS – 84	36	27	- 0000293	0°18'16»
МСК и СК- 63	45	54	-0,0000596	- 0°21'04»
МСК и WGS – 84	27	28	-0,0000384	0°09'48»

Рисунок 4 – Сравнительный анализ сходимости  $m$  и  $\gamma$ 

Сравнительный анализ сходимости  $m$  и  $\gamma$  по системам координат в процентном соотношении приведен в соответствии с рис. 4.

### Заключение

Выполненные исследования систем координат на территории г. Алматы позволяют сделать следующие выводы:

– наиболее корректный переход прослеживается в системах МСК и СК-42. Это, на наш взгляд, объясняется локализацией системы на ограниченной территории г. Алматы и пригородов, началом системы в центральной части города. Меридиан, проходящий через этот пункт, принимался за осевой. В результате искажения проекции были минимальными, и обеспечивалась связь с ГСК. За среднюю уровенную поверхность принималась средняя отметка территории города;

– масштабный коэффициент, определенный по координатам систем СК-42 и СК-63 имеет худшую сходимость по сравнению с первым случаем. Это объясняется созданием системы на всю территорию бывшего СССР с разбивкой на регионы сложной формы с 3° зонами, со смещенными началами координат;

– параметры  $m$  и  $\gamma$ , устанавливающие связь WGS-84 с СК-42 и МСК, имеют низкую сходимость. Это вызвано тем, что координаты пунктов через спутниковые наблюдения определялись методом одиночной референцной станции различными организациями и не увязаны в единую уравниваемую сеть. Трансформирование координат в СК-42 выполнялось с использованием координат пунктов, удобных для выполнения работ.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод о необходимости создания единой системы координат на территории области, поз-



воляющей решать задачи геодезического обеспечения кадастра объектов недвижимости, мониторинга земель и землеустройства. Такую высокоточную координатную основу области

можно реализовать через сеть постоянно действующих референчных станций, образующих спутниковую систему межевания земель на территории Алматинской области.

### Литература

- 1 «О Стратегическом плане Агентства Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами на 2011 - 2015 годы», Постановление Правительства Республики Казахстан от 1 марта 2011 года № 208.
- 2 Бойков В.В., Пересадыко Е.С. Опыт эксплуатации спутниковой системы межевания земель (проект «Москва»), // Геопрофи. 2005. – № 6. – С. 58–61.
- 3 Кислов В.С. Спутниковая система межевания земель Москвы и Московской области /Кислов В.С., Самратов У.Д., Мельников А.В., Бойков В.В.// Информационный бюллетень ГИС-ассоциации. – №1(33). – 2(34). – 2002.
- 4 Савчук С., Сеть активных референчных GNSS-станций ZAKPOS и участие Украины в EUPOS // Геопрофиль. – №5/2010, – С-40-46.
- 5 Бойков А.В. О координатном обеспечении референчных станций Спутниковой системы межевания земель //Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2007. – №1.
- 6 Rosenthal, G., Milev, G., Rokahr, F. und Vassileva, K.(2001): SAPOS49 TECHNOLOGII DGNSS Reference Station System in Germany and its Analogue in Bulgaria. United Nations/United States of America Workshop on the Use of Global Navigation Satellite Systems.
- 7 Постановление Правительства Республики Казахстан от 20 сентября 2003 года № 958, «Об утверждении правил ведения земельного кадастра в Республике Казахстан».
- 8 Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS. — М.: ЦНИИГАиК, 2003.
- 9 Мельников А.В. Техническая реализация спутниковых систем, межевания земель /Мельников А.В., Бойков В.В., Пересадыко Е.С.// Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2004. – №1.
- 10 Земцова А. В., Горлов Б. Спутниковые системы межевания земель, проблемы и перспективы// Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе, их научное и кадровое сопровождение». – Алматы, 2014. – С.436 – 439.
- 11 Höggerl Norbert. APOS – Austrian Positioning Service. Echtzeitpositionierung mit Satelliten. BEV. URL: [http://www.vorarlberg.at/pdf/02\\_hoeggerl.pdf](http://www.vorarlberg.at/pdf/02_hoeggerl.pdf).
- 12 Ahrer, H. & H. Döllner (1997).: AREF-1 –Das GPS-Grundnetz von Österreich als Basis der modernen telematischen Geodäsie. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation, Heft 2/97, Wien.
- 13 Rosenthal G., Milev G., Rokahr F., Vassileva K.: SAPOS DGNSS Reference Station System in Germany and its Analog in Bulgaria. UN/USA Workshop on the Use of Global Navigation Satellite Systems. Austria Centre Vienna. Vienna, Austria, 26–30 November 2001, 10.
- 14 Cheng P. Wen H. Cheng Y., Wang H. Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100039, China, 2009. China Geodetic Coordinate System 2000.
- 15 Земцова А. В., Кузнецова И. А., Плотникова Е. В. Вопросы преобразования координат при решении маркшейдерско-геодезических задач с использованием GPS // Маркшейдерия и недропользование. – 2014. – № 4. – С. 51-54.

### References

- 1 «O Strategicheskome plane Agentstva Respubliki Kazahstan po upravleniju zemel'nymi resursami na 2011 - 2015 gody», Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 1 marta 2011 goda № 208.
- 2 Bojkov V.V., Peresad'ko E.S. Opyt jekspluatacii sputnikovoj sistemy mezhevanija zemel' (proekt «Moskva»), // Geoprofi. 2005. – № 6. – S. 58–61.
- 3 Kislov B.C. Sputnikovaja sistema mezhevanija zemel' Moskvy i Moskovskoj oblasti /Kislov B.C., Samratov U.D., Mel'nikov A.V., Bojkov V.V.// Informacionnyj bjulleten' GIS-associacii. – №1(33). – 2(34). – 2002.
- 4 Savchuk S., Set' aktivnyh referencyh GNSS-stancij ZAKPOS i uchastie Ukrainy v EUPOS // Geoprofil'. – №5/2010, – S-40-46.
- 5 Bojkov A.V. O koordinatnom obespechenii referencyh stancij Sputnikovoj sistemy mezhevanija zemel' //Izvestija vuzov. Geodezija i ajerofotos#jomka. – 2007. – №1.
- 6 Rosenthal, G., Milev, G., Rokahr, F. und Vassileva, K.(2001): SAPOS49 TEHNOLOGII DGNSS Reference Station System in Germany and its Analogue in Bulgaria. United Nations/United States of America Workshop on the Use of Global Navigation Satellite Systems.
- 7 Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 20 sentjabrja 2003 goda № 958, «Ob utverzhdanii pravil vedenija zemel'nogo kadastra v Respublike Kazahstan».
- 8 Rukovodstvo po sozdaniju i rekonstrukcii gorodskih geodezicheskix setej s ispol'zovaniem sputnikovyx sistem GLONASS/GPS. – М.: CNIIGAiK, 2003.

- 9 Mel'nikov A.B. Tehniceskaja realizacija sputnikovyh sistem, mezhevanija zemel' /Mel'nikov A.B., Bojkov V.V., Peresad'ko E.S.// Nauchno- tehniceskij zhurnal po geodezii, kartografii i navigacii Geoprofi. – 2004. – №1.
- 10 Zemcova A. V., Gorlov B. Sputnikovye sistemy mezhevanija zemel', problemy i perspektivy// Sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Innovacionnye tehnologii i proekty v gorno-metallurgicheskom komplekse, ih nauchnoe i kadrovoe soprovozhdenie». – Almaty, 2014. – S.436 – 439.
- 11 Höggerl Norbert. APOS – Austrian Positioning Service. Echtzeitpositionierung mit Satelliten. BEV. URL: [http://www.vorarlberg.at/pdf/02\\_hoeggerl.pdf](http://www.vorarlberg.at/pdf/02_hoeggerl.pdf).
- 12 Ahner, H. & H. Döller (1997).: AREF-1 –Das GPS-Grundnetz von Österreich als Basis der modernen telematischen Geodäsie. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation, Heft 2/97, Wien.
- 13 Rosenthal G., Milev G., Rokahr F., Vassileva K.: SAPOS DGNSS Reference Station System in Germany and its Analog in Bulgaria. UN/USA Workshop on the Use of Global Navigation Satellite Systems. Austria Centre Vienna. Vienna, Austria, 26–30 November 2001, 10.
- 14 Cheng P. Wen H. Cheng Y., Wang H. Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100039, China, 2009. China Geodetic Coordinate System 2000.
- 15 Zemcova A. V., Kuznecova I. A., Plotnikova E. V. Voprosy preobrazovanija koordinat pri reshenii markshejdersko-geodezicheskikh zadach s ispol'zovaniem GPS // Markshejderija i nedropol'zovanie. – 2014. – № 4. – S. 51-54.