

**Московский Государственный Университет Геодезии и Картографии
(МИИГАиК)**

На правах рукописи

Альмунайзел Наим

**Построение и математическая обработка измерений в кадастровых
сетях (на примере Сирийской Арабской Республики)**

Специальность 25.00.32 «Геодезия»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 2013

Работа выполнена в Московском Государственном Университете Геодезии и Картографии на кафедре геодезии

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
Маркузе Юрий Исидорович

Официальные оппоненты: **Ярмоленко Александр Степанович**,
доктор технических наук, профессор,
Новгородский государственный университет
им. Ярослава Мудрого, кафедра управления
земельными ресурсами, заведующий кафедрой.
Калинова Елена Владимировна,
кандидат технических наук, доцент,
Государственный университет по землеустройству,
кафедра информатики, доцент.

Ведущая организация: Московский государственный университет путей
сообщения.

Защита состоится «24» декабря 2013 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д.212.143.03 в Московском государственном университете геодезии и картографии по адресу: 105064, Москва, К-64, Гороховский пер. 4, МИИГАиК, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета геодезии и картографии.

Автореферат разослан «23» ноября 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Вшивкова О.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

История и современная земельная политика всех государств мира убедительно доказала, что проблемам управления земельным фондом страны, ее регионов в настоящее время уделяют большое внимание ученые и практики многих отраслей. Для защиты своей территории государство должно сформировать и осуществить четкую земельную и переселенческую политику, построить и наладить систему государственного управления земельными ресурсами, сделать земельно-ресурсный потенциал основным звеном подъема экономики страны.

Современная кадастровая система Сирийской Арабской Республики (САР) была основана во время французского мандата в 1926 году. В статье 8 закона о кадастровом регистре (издан согласно приказу номер 188 от 15.03.1926г.) говорится о том, что кадастровый план будет считаться принятым, если разница между площадями (площадь участка, указанная в документах/картах, и площадь, рассчитанная на местности) не превышает нижеуказанных показателей:

1/50 для площадей менее 2.5 га

1/75 для площадей от 2.5 до 5 га

1/100 для площадей от 5 до 10 га

1/200 для площадей более 10 га

В САР произошел огромный прорыв в использовании земли: применяются современные методы аграрной реформы, внедряется планировка городов.

На данный момент более 96% территории САР охвачено кадастровой съемкой. Однако кадастровые записи, с помощью которых можно создавать планы, содержат много ошибок (более чем 30% записей).

Это приводит к судебным разбирательствам, количество которых уже превысило 24000. Из-за несоответствия плана участка и реального плана, возникает большая погрешность, которая не изменилась с двадцатых годов прошлого века. Также не изменились и законы, регулирующие работу главного управления кадастра.

В САР вопросами собственности и недвижимости занимается Государственное учреждение по кадастру (ГУК), в функции которого входит также мониторинг за всеми изменениями, связанными с ними, что гарантирует населению их права и защиту земельной собственности.

В САР, как и в большинстве развивающихся стран, наблюдается рост населения. Как следствие этого возрос спрос на приобретение земельных участков и, в связи с этим, на первый план выдвигается потребность в оценке точности определения площадей участков и недвижимости.

Цель и задачи. Цель диссертационной работы состояла в анализе существующей геодезической сети САР, состояния кадастровых работ в стране, в уравнивании кадастровых сетей, определении площадей участков со строгой оценкой точности с учётом и без учёта корреляции координат исходных пунктов.

Реализация поставленной цели потребовала решения следующих научно-методических задач:

1. разработка метод определения площадей земельных участков с учётом и без учёта корреляции координат исходных пунктов, при котором границы участков были определены двумя способами: с различных пунктов сети и с одного пункта сети;
2. Предложенный метод опробован на модели геодезической сети и на конкретном кадастровом объекте САР. Апробация доказала эффективность данного метода определения площадей и повышение точности в сравнении с традиционными методами;

Научная новизна работы.

- впервые реализован метод определения площадей земельных участков с учётом и без учёта корреляции координат исходных пунктов, который предоставляет возможность выбора одного из двух способов определения границ участков- с различных пунктов сети и с одного пункта сети, обеспечивая в обоих случаях учет ошибок исходных данных и сплошную оценку точности;

Практическая ценность работы. заключается в том что, впервые для САР произведено определение площадей земельных участков с использованием

предложенного метода, позволившего выполнить строгую оценку точности, и оценить текущее состояние кадастровых сетей и земельных участков на территории Сирийской Арабской Республики.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались автором на 67-ой научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных МИИГАиК в рамках проводимого в Российской Федерации Года Российской истории (Москва 2012 г.).

Публикации по теме диссертации. Количество опубликованных научных статей-3, из них 2 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы, 3 приложений. Общий объем диссертации составляет 97 страниц машинописного текста, включая 15 таблиц и 13 рисунков. Список использованных источников состоит из 67 наименований.

Краткое содержание диссертации.

Во введении рассмотрено состояние исследуемого вопроса, обосновывается актуальность темы для социально-экономического развития САР, формулируются цели и задачи исследований, характеризуется научно-методическая и практическая значимость работы.

В главе 1 рассматривается топографо-геодезическая изученность САР.

В разделе 1.1 рассмотрены географическое положение Сирии, её природные и экономические условия.

САР расположена в Юго-Западной Азии или, как принято называть, – на Ближнем Востоке. Территория ее равна 185,2 тыс. кв. км. На севере САР граничит с Турцией (протяженность границы 845 км) (таб.1), на западе – с Ливаном (356 км) и Израилем (74 км), на востоке – с Ираком (596 км), на юге – с Иорданией (356 км). На северо-западе на протяжении 183 км территория страны омывается Средиземным морем. Максимальная протяженность с востока на запад – 793 км, с юга на север – 431 км.

Большая часть САР представляет собой возвышенное плато, высота которого над уровнем моря колеблется от 200 до 700 м.

Исходя из многообразия форм рельефа, а также особенностей природы и климата, в пределах страны можно выделить 4 природные зоны:

- прибрежную;
- горную;
- внутренние степные районы;
- полупустыни и пустыни.

В разделе 1.2 выполнено исследование истории и современного состояния геодезической сети в САР. Французские колониальные власти совместно с сирийскими специалистами начали создавать национальную геодезическую сеть. В период с 1920 по 1926 год создаваемая геодезическая сеть охватывала территорию САР от южной границы Палестины до границы с Турцией, и от реки Евфрат на востоке до Средиземного моря на западе. Работы включали геодезические и астрономические измерения.

Использовался эллипсоид Кларка 1880 г. и равновеликая проекция Ламберта. Измерения начинались в Бикаа, недалеко от Ксара, расположенного среди Ливанских гор. Эти измерения были проведены осенью 1920 года и дали такие результаты:

широта пункта Ксара: $\varphi = 33^{\circ} 49' 25,66''$,

долгота пункта Ксара: $\lambda = 35^{\circ} 53' 25,20''$.

Картографические проекции:

1. Проекция Ламберта и её параметры, соответствующие территории САР для топографических карт 1 : 50000. Центр проекции $\lambda_0 = 41^{\circ}.5$, $\varphi_0 = 38^{\circ}.5$; коэффициент масштабирования $K_0 = 0.9996256$; эллипсоид Кларка 1880 г, с $K_0=1$ используется при $36^{\circ}.5 \leq \Delta\varphi \leq 41^{\circ}.6$ $38^{\circ}.6 \leq \Delta\lambda \leq 42^{\circ}.6$

2. Стереографические проекции, совпадающие с эллипсоидом Кларка 1880 г.

Центр проекции $\lambda_0 = 43^{\circ}.5$, $\varphi_0 = 38^{\circ}.0$; коэффициент масштабирования

$K_0 = 0.9995341$; $K_0=1$ используется при расстоянии больше 275км от φ_0 .

Сирийская государственная геодезическая сеть состоит из нескольких частей, каждая из которых построена независимо друг от друга и в разное время (рис.1).

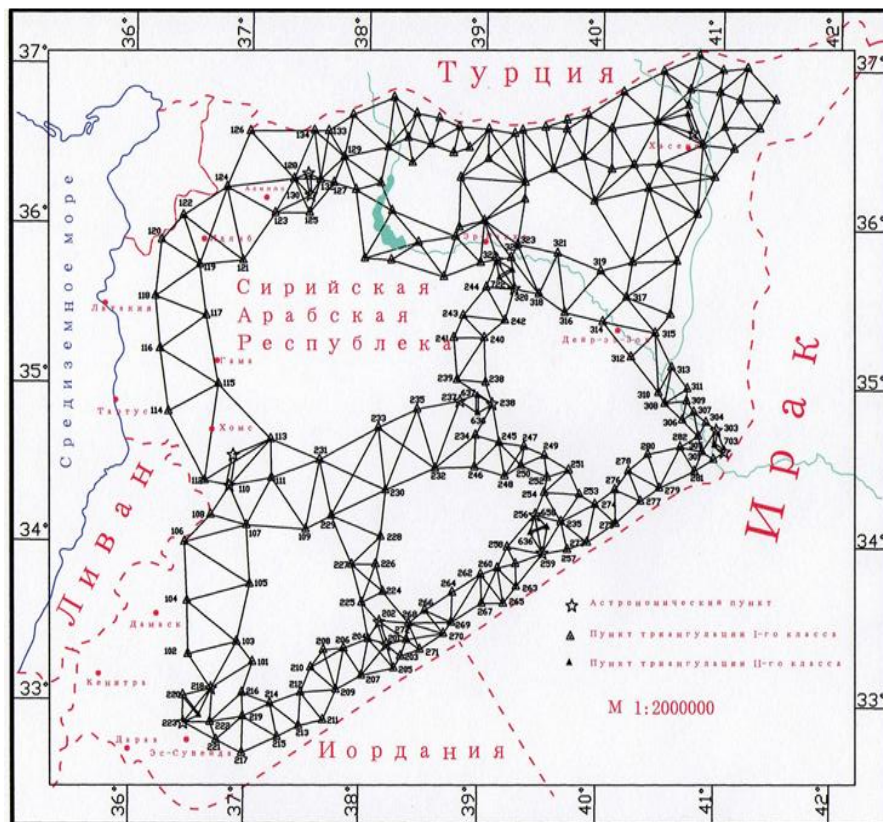


Рис. 1. Сирийская государственная геодезическая сеть

В разделе 1.3 описываются геодезические работы при землеустройстве, а также история кадастра в САР.

История кадастра в САР тесно связана с особенностями исторического развития самого государства. Начиная с 1926 года, можно выделить следующие исторические этапы экономико-политического развития.

С 1916 по 1947 год САР под властью французских колонизаторов.

С 1947 по 1958 год период самостоятельного развития в условиях борьбы между различными политическими силами.

С 1958 по 1961 год был кратковременный период объединения САР и Арабской Республики Египет под властью Каира.

1961–1970 годы вошли в историю как нестабильный период с частыми военными переворотами.

Начиная с 1970 года, происходит устойчивое, прогрессивное развитие страны. На этом историческом фоне кадастр в САР характеризуется несколькими этапами в своем развитии, в которых были интервалы времени с прогрессивным развитием, а также с явными признаками деградации.

В главе 2 рассматриваются способы создания опорной межевой сети и её уравнивания.

В разделах 2.1–2.3 описываются способы создания межевой сети и оценка точности для каждого способа.

Полигонометрия: Средняя квадратическая ошибка положения межевых знаков не должна быть более 0,05 м и средние квадратические ошибки взаимного положения смежных пунктов опорной межевой сети должны быть не более 0,03 м. Данная точность будет обеспечена при построении полигонометрических ходов 2 разряда.

Триангуляция: Представляет собой систему примыкающих или перекрывающих друг друга треугольников, которые могут образовывать триангуляционный ряд или триангуляционную сеть.

Спутниковый способ: Плановая опорная межевая сеть может быть с высокой точностью и оперативно по времени построена с помощью глобальной системы позиционирования ГЛОНАСС или GPS. Точность определения приращений координат спутниковым способом зависит от многих факторов и для кадастровых сетей должна составлять порядка $(5-10 \text{ мм}) + 10^{-6} \times S_{\text{км}}$.

В разделе 2.4 рассмотрены способы математической обработки опорных межевых сетей: параметрический, коррелятивный и рекуррентный.

В главе 3 формулируются общие принципы определения площадей участков местности и сооружений в кадастровых работах.

Описывается компьютерная программа, составленная д.т.н. проф. Маркузе Ю.И., предназначенная для уравнивания плановых сетей (триангуляции, полигонометрии, трилатерации совместно с пунктами, определяемыми различными видами засечек, которые в кадастровых сетях играют роль межевых знаков). Программа позволяет определить площади участков местности с их

строгой оценкой точности (с учётом корреляционной зависимости координат пунктов планового обоснования).

В **разделе 3.1** рассматриваются общие способы определения площадей участков:

1. Графический способ.
2. Механический способ.
3. Аналитический способ.

Наиболее точным является аналитический способ, так как в этом способе на точность определения площади влияют только погрешности измерений линий и углов на местности. В то время, как при графическом и механическом способах, помимо погрешностей измерений на местности влияют погрешности составления плана, определения площадей по плану и деформация бумаги.

В **разделе 3.2** описывается определение границ участка с различных пунктов сети.

Метод уравнивания линейно-угловых сетей основан на рекуррентном алгоритме, который связан с последовательным учетом всех измерений.

Важнейшим преимуществом рекуррентного уравнивания является возможность контроля грубых ошибок по свободным членам уравнений поправок избыточных измерений. Он является также удобным для уравнивания с учётом ошибок исходных данных – координат исходных пунктов. В процессе уравнивания получается также ковариационная матрица координат всех пунктов (пункты определяются засечками).

Именно строгое совместное уравнивание всех измерений с контролем грубых ошибок, с учетом ошибок исходных данных и с надёжной оценкой точности площадей выгодно отличает данную разработку от существующих. Программа также предусматривает возможность оценки точности проектов геодезических сетей. В этом случае вводятся проектные координаты всех пунктов, снятые, например, с масштабной схемы сети.

Имеется также возможность уравнивать полигонометрические сети как с угловой, так и без угловой привязки. Сеть считается сетью с угловой привязкой,

если имеется хотя бы один исходный пункт, на котором были выполнены угловые наблюдения на другой исходный пункт. В качестве межевых знаков могут быть пункты, определенные полярным способом, прямой, комбинированной, линейной засечками или всеми известными видами обратных засечек (определение одного пункта по трём, двух пунктов по двум, трем или четырём) или тремя специальными случаями.

Площадь многоугольника с вершинами в точках $1, 2, \dots, n$ вычисляется аналитически. Необходимая для оценки точности корреляционная матрица имеет вид

$$K_p = fK_{(x,y)}f^T, \quad (1)$$

где $K_{(x,y)}$ — корреляционная матрица координат вершин многоугольника, полученная в процессе уравнивания ОМС.

Матрица частных производных f получается методом численного дифференцирования. Обозначим вектор вычисленных координат в виде вектор-функции, где β - вектор измеренных углов. Матрицу частных производных $f^{2k \times n} = \partial x / \partial \beta$ (k -число определяемых пунктов, n - число измеренных углов) получаем, исходя из формулы

$$f_i = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left\{ \frac{1}{\varepsilon} [f(\beta + \varepsilon B_j)] - x_j \right\}, \quad (2)$$

где B - матрица, элементы j -го столбца которой равны единице, а все остальные равны нулю. Вполне достаточная точность достигается при $\varepsilon = 1''$.

В разделе 3.3 описывается определение границ участка только с одного пункта сети, когда с одного из пунктов геодезической сети полярным методом определяются межевые знаки с целью топографической съёмки и определения площадей участков местности.

Так, например, была смоделирована и уравнена межевая сеть, представленная на рис.2. Результаты уравнивания этой сети приведены в таблице 1.



Рис.2. Полигонометрическая сеть «NAIM»

Таблица 1. Результаты уравнивания полигонометрической сети

N пунктов	x	y	Mx	My	M
1. T41	800.000	200.000	0.000	0.000	0.000
2. T30	1000.000	200.000	0.000	0.000	0.000
3. T40	799.995	399.999	0.004	0.005	0.006
4. T50	599.995	399.990	0.006	0.008	0.010
5. T51	399.990	399.980	0.008	0.013	0.016
6. T60	599.988	599.994	0.011	0.009	0.015
7. T70	799.990	600.000	0.012	0.009	0.015
8. T61	399.993	599.985	0.012	0.015	0.019

В диссертации приведён файл полярных измерений с точки t50 сети с ориентацией на точку t40 электронного тахеометра “Nikon” (на рис. 2 эти точки имеют номера 4 и 3, соответственно).

Формулы для вычисления координат определяемых точек имеют вид

$$X_i = X_A + S_i * \cos \alpha_i, \quad Y_i = Y_A + S_i * \sin \alpha_i \quad (3)$$

Здесь X_A, Y_A – координаты исходной точки стояния T50, $i = 1, 2, \dots, 63$.

Дирекционный угол $\alpha_i = \alpha_{A-B} + N_i$, точка $B = T_{40}$, N_i -измеренное направление.

Вычисление координат точек по формулам (3) выполнялось с учётом ошибок исходных данных, которыми являются координаты точки А и дирекционный угол α_{A-B} . Формулы для вычисления матрицы обратных весов функций уравненных неизвестных имеет вид

$$Q_F = fQf^T, \text{ где} \\ Q = f_{исх.}Q_{исх.}f_{исх.}^T + f_{изм.}Df_{изм.}^T. \quad (4)$$

$$f_{исх.} = \begin{pmatrix} K \sin \alpha_{A-B} & -K \cos \alpha_{A-B} & -K \sin \alpha_{A-B} & K \cos \alpha_{A-B} \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Здесь $K = \frac{\rho''}{S}$.

Первая строка этой матрицы относится к частным производным дирекционного угла по координатам X и Y точек А и В.

Умножив теперь матрицу (5) на матрицу $Q_{xy} = Q^{4*4}$ и переставив первую строку матрицы (5) на последнее место, получим матрицу вида

$$Q_{I_{исх.}} = \begin{pmatrix} Q_{xx} & Q_{xy} & Q_{x\alpha} \\ & Q_{yy} & Q_{y\alpha} \\ & & Q_{\alpha\alpha} \end{pmatrix} \quad (6)$$

Далее составляем для каждой точки матрицу

$$f = (f_{исх.}^{2*2} \quad f_{изм.}^{2*2}) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -K \sin \alpha_i & -K \sin \alpha_i \\ 0 & 1 & K \cos \alpha_i & K \cos \alpha_i \end{pmatrix} \quad (7)$$

и окончательную матрицу обратных весов

$$Q = f_{исх.} Q_{исх.} f_{исх.}^T + f_{изм.} D f_{изм.}^T, \quad (8)$$

где D – диагональная матрица обратных весов измеренных длин и направлений.

Корреляционную матрицу всех 62-х точек получаем по формуле $K_{XY} = \sigma_0^2 Q$.

Например, для точек 1 и 2 блок матрицы K_{XY} порядка 4x4 будет таким

$$K_{XY} = \begin{pmatrix} 3.82 & 1.92 & 0.04 & 0.16 \\ & 2.16 & 0.16 & 0.63 \\ & & 3.35 & 0.81 \\ & & & 2.09 \end{pmatrix} * 10^{-4}.$$

Размерность всех приведённых данных — м².

Диагональные блоки порядка 2×2 для каждой полярной засечки обусловлены как ошибками координат точки Т50 и дирекционного угла, так и точностью измерений длин сторон и направлений (то есть обоими слагаемыми в формуле (4)). Недиагональные блоки в силу некоррелированности измерений будут одинаковыми во всей корреляционной матрице.

Рассмотрим теперь вычисление площадей участков. Для этого с помощью рисунка, создаваемого специальной программой, на мониторе следует выбрать участок, задав число поворотных точек и их номера по часовой стрелке. Один из таких участков (из 9 поворотных точек) представлен на рис.4.

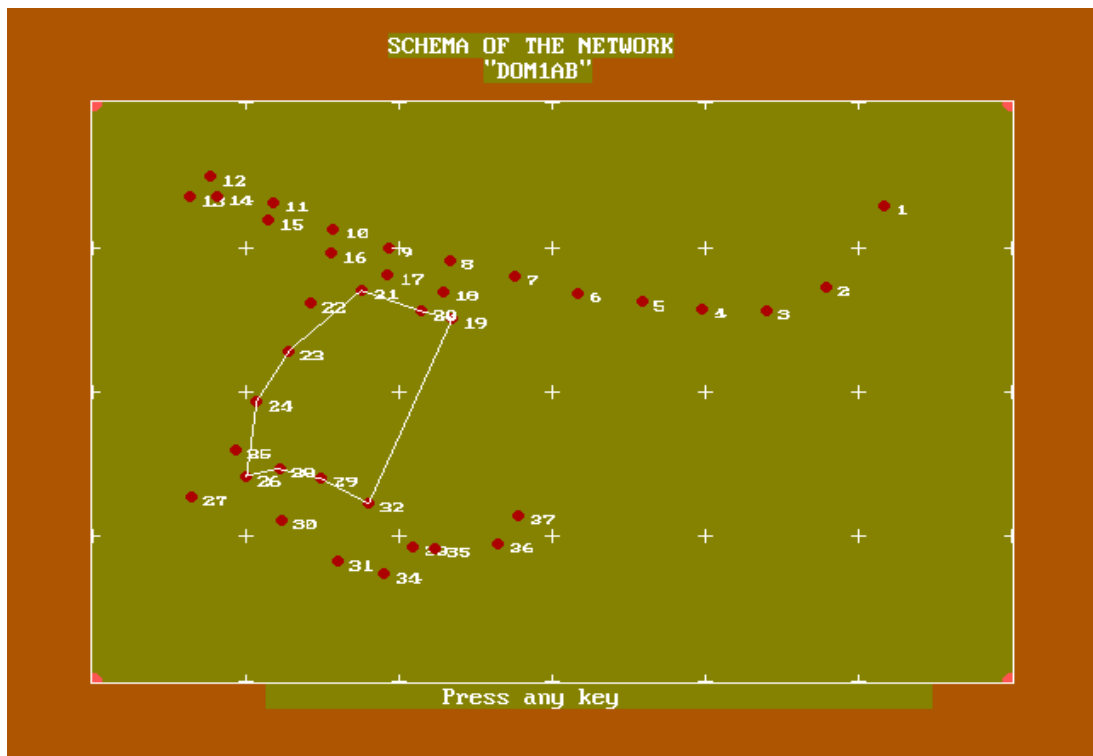


Рис.4. Участок для определения его площади

Для оценки точности вычисления площади применяется аналитический способ вычисления частных производных. Для оценки её точности необходимо составить матрицу частных производных площади f_P по координатам X_i, Y_i всех поворотных точек. В программе это делается с применением известного метода численного дифференцирования.

$$\text{Тогда получим дисперсию} \quad \sigma_P^2 = f_P K f_P^T, \quad (9)$$

где K – корреляционная матрица поворотных точек участка, составляемая программным путём по номерам поворотных точек из корреляционной матрицы K_{xy} совокупности всех точек.

Результаты вычисления площади выбранного участка со строгой и приближённой (без учёта корреляции координат пунктов) оценкой её точности представлены на рис.5.

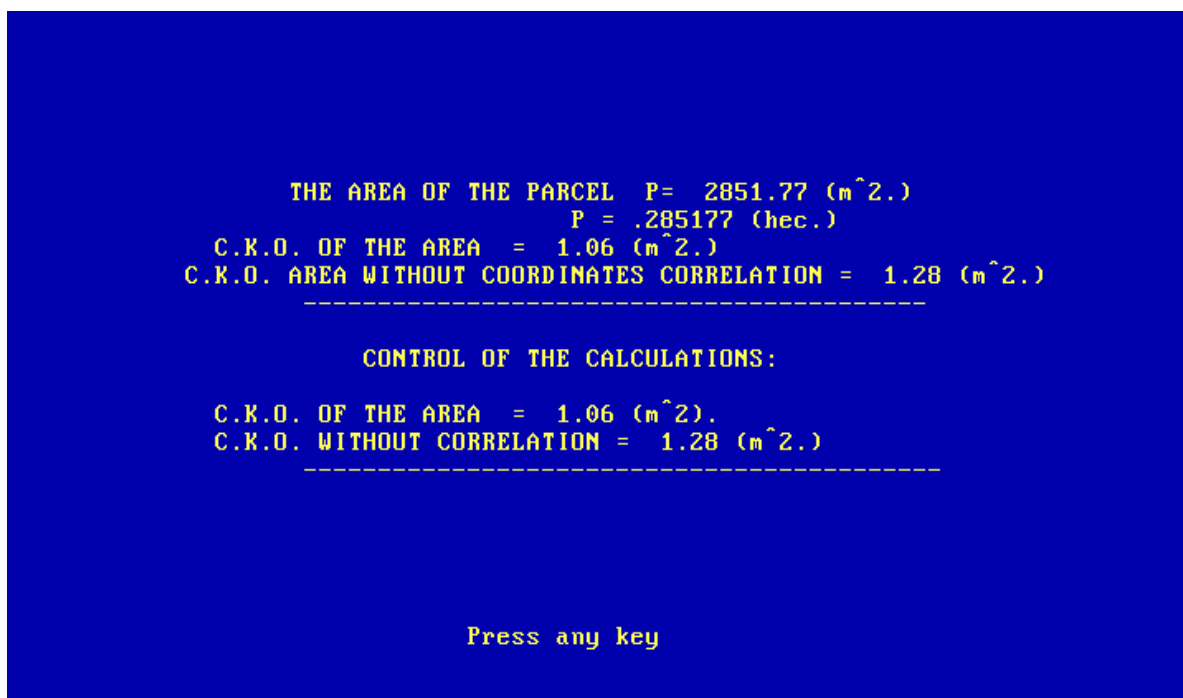


Рис.5. Результаты вычисления площади

В разделе 3.4 показана актуальность использования данной разработки для нужд земельного кадастра в САР.

Выполнена математическая обработка геодезических данных, полученных на территории САР, с целью переопределения площадей трёх участков, определённых ранее согласно имеющимся документам. Ранее вычисленные площади представлены в таблице 2.

Таблица 2. Площади участков согласно имеющейся документации

№	участок	площадь по документам, м ²
1	s1, s2, s3, s4	33915,945
2	s5, s6, s7, s8, s9, s10	31275,543
3	s11, s12, s13, s14	8063,801

По результатам выполненных полевых измерений (рис. 6) были получены наиболее надёжные значения плановых координат опорных и определяемых пунктов, а также их средние квадратические ошибки (таблица 3).

Таблица 3. Уравненные координаты точек и их СКО

№	пункт	X, м	Y, м	M _X , м	M _Y , м	M, м
1	p1	29519.470	951.329	0.032	0.027	0.042
2	p2	29584.587	2445.937	0.044	0.043	0.061
3	p3	30634.750	2462.268	0.048	0.039	0.062
4	p4	31416.844	2724.665	0.041	0.036	0.054
5	p5	32681.334	1656.755	0.046	0.045	0.064
6	p6	31577.569	612.702	0.050	0.041	0.065
7	p7	30405.807	457.693	0.046	0.036	0.058
8	s1	30043.907	889.036	0.055	0.050	0.074
9	s10	30886.815	1453.118	0.059	0.054	0.080
10	s11	31505.140	2127.156	0.040	0.058	0.070
11	s12	31494.561	2061.831	0.040	0.058	0.070
12	s13	31374.580	2082.625	0.065	0.046	0.080
13	s14	31390.252	2140.949	0.064	0.044	0.078
14	s2	30036.251	800.113	0.055	0.033	0.064
15	s3	30449.396	795.303	0.046	0.058	0.074
16	s4	30454.075	885.242	0.048	0.059	0.077
17	s5	30879.085	1314.495	0.065	0.049	0.081
18	s6	31063.332	1312.738	0.053	0.059	0.079
19	s7	31060.353	1502.070	0.056	0.054	0.078
20	s8	30955.117	1494.457	0.058	0.055	0.080
21	s9	30950.157	1458.920	0.058	0.055	0.080
22	t1	28574.011	191.663	0.000	0.000	0.000
23	t2	27395.222	432.954	0.000	0.000	0.000
24	t3	34749.167	1529.842	0.000	0.000	0.000
25	t4	35999.221	2136.508	0.000	0.000	0.000

Затем после программной обработки были получены результаты вычисления площадей, значительно отличающиеся от тех, которые были известны по документам, имеющимся в кадастровом учреждении в САР. Информация по расхождениям приведена в таблице 4.

Таблица 4. Результаты определения площади участков и расхождения с её значениями, полученными ранее

участок	площадь согласно документам, м ²	площадь согласно программе, м ²	расхождение в определении площадей, м ²	допуск на расхождение, м ²	СКО (с учётом корреляции) м ²	СКО (без учёта корреляции) м ²
1	33915,945	36841,340	2925,395	452,213	16,94	21,67
2	31275,543	30082,470	1193,073	417,007	12,2	12,81
3	8063,801	7487,280	576,521	161,276	4,83	7,04

В кадастровых документах САР площади участков определялись аналитическим способом (площади вычисляются по результатам измерений линий и углов на местности, точность площадей зависит от погрешностей измерений этих элементов). В таблице 4 показано, что все расхождения превышают допуски, оговоренные в статье 8 закона о кадастровом регистре САР, которые были приведены на стр. 3 данной диссертационной работы. В то же время в рассматриваемой нами программе площади определялись и оценивались по строго научно обоснованным алгоритмам в полном соответствии с теорией математической обработки геодезических измерений и основами уравнивательных вычислений. Расхождения же в значениях площадей согласно имеющейся документации и полученным в программе (максимальное из которых в нашем случае получилось равным почти 3,0 тыс. м², а минимальное — 0,6 тыс. м²) не могут быть объяснены простым влиянием случайных ошибок измерений, так как согласно "правилу трёх сигм" существенно превосходят предел, равный утроенной средней квадратической ошибке определения площади. Отчасти подобное несоответствие может быть объяснено значительно менее точной методикой определения площадей, которые были занесены в документацию. Это также свидетельствует о том, насколько велика потребность в более точных способах определения площадей участков и насколько необходима разработка строго научно обоснованных программ, реализующих такие способы, для нужд кадастра в САР.

Таким образом, рассмотренная разработка может оказаться весьма полезной в рамках решения данного вопроса и найти широкое применение при производстве кадастровых работ на территории САР.

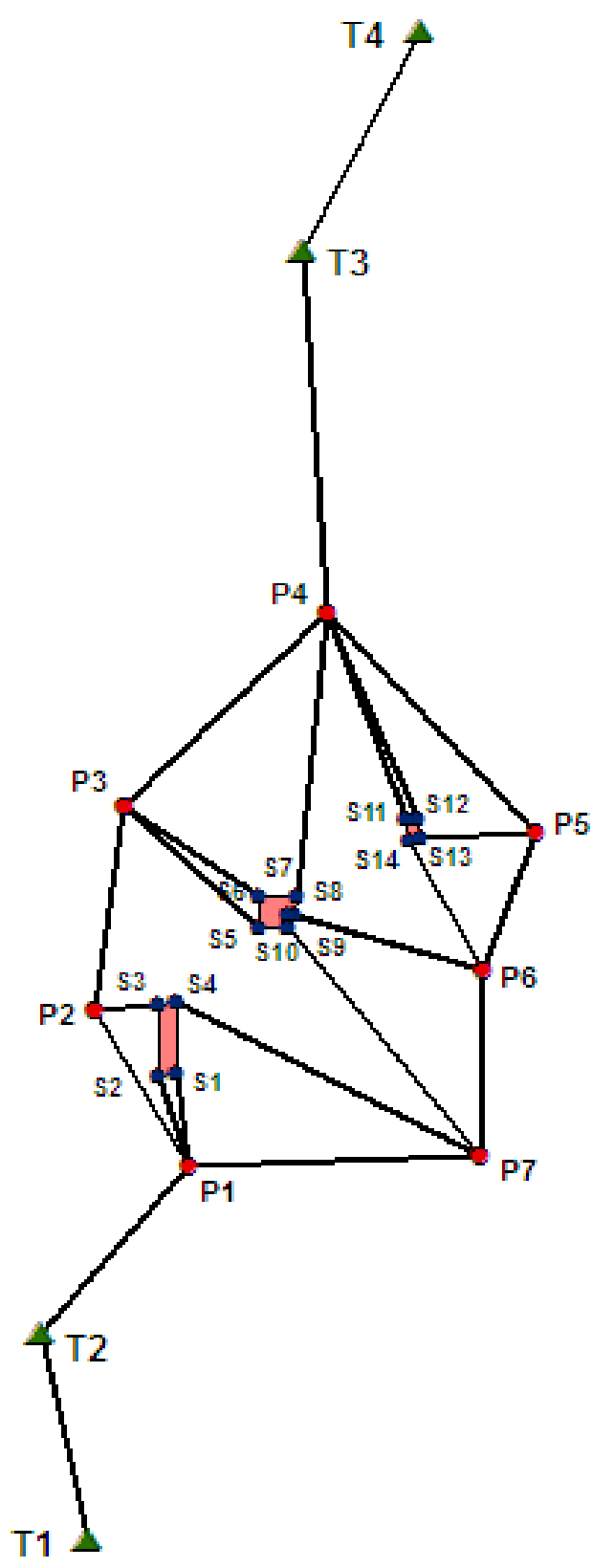


Рис. 6. Схема кадастровой сети

Заключение.

Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в диссертационной работе, заключаются в следующем:

- показано, что существующая в САР опорная геодезическая сеть и опорная межевая сеть ни по площади обслуживаемой ею территории, ни по точности построения, ни по строгости математической обработки не отвечает современным требованиям и не удовлетворяет запросы науки и народного хозяйства;

- разработан метод определения площадей земельных участков с учётом и без учёта корреляции координат исходных пунктов, в которой реализованы два способа определения координат границ участков: с различных пунктов сети и с одного пункта сети;

- также была произведено сравнение результатов, полученных при использовании данного метода, с результатами, полученными с помощью традиционных методов;

- определены площади по результатам уравнивания кадастровых сетей;

- проанализирована ситуация с определением площадей земельных участков и оценкой её точности при выполнении кадастровых работ в САР;

- показана актуальность использования данной разработки для нужд земельного кадастра в САР;

- реализация методов определения площадей участков выполнена с помощью моделирования и на реальном объекте в САР. Автор также принимал участие в программе.

Исследования, проведённые в данной работе, могут быть использованы при разработке универсального программного алгоритма математической обработки геодезических измерений, который бы наилучшим образом отвечал современным требованиям кадастра в САР.

**Основные положения диссертационного исследования опубликованы в
следующих работах:**

1. Альмунайзел Наим. О создании геодезических сетей республики Сирия. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. — 2012 г. — №3. С.23-25.
2. Маркузе Ю. И., Альмунайзел Наим. Определение площадей участков местности и сооружений в кадастровых работах. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. — 2012. — №5. С.20-24.
3. Альмунайзел Наим. История и современное состояние земельного кадастра Республики Сирия. Сборник статей по итогам научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, выпуск № 5- 2012г. С.59-62.