

## ОБ УЧЕТЕ СВОЙСТВ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ИНДЕКСНО-КАДАСТРОВЫХ КАРТ

С. Угаров, С. Ефимов, Г. Казакова  
Объединение “Технохимкомплект”, Симферополь

**Ключевые слова:** индексно-кадастровые карты, картографические проекции.

Для управления рынком земли, повышения эффективности использования земельных ресурсов, отслеживания динамики количественных и качественных изменений земельного фонда, в Украине создается автоматизированная система земельного кадастра [1].

Основой её создания является цифровая информация об индексно-кадастровом зонировании территории.

В 2008 году по заказу Республиканского комитета АР Крым по земельным ресурсам Объединение “Технохимкомплект” выполнило работы по созданию векторной индексно-кадастровой карты. Суть работы заключалась в:

- определении координат границ кадастровых зон и кварталов в единой системе координат 1963 года;
- представлении их в формате обменных файлов IN4;
- определении площадей кадастровых единиц;
- согласовании их границ между собой и с границами административно-территориальных единиц;
- составлении альбомов индексно-кадастровых карт;
- обеспечении территориальных органов земельных ресурсов обновленными материалами по индексно-кадастровому зонированию.

Работа предназначалась для автоматизации присвоения кадастровых номеров земельным участкам, обеспечения уникальности присвоенных кадастровых номеров, проверки правильности определения координат границ земельных участков.

Важной составной частью автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра, способной объединить несколько информационных баз, является система уникальной идентификации земельных

участков – индексная кадастровая карта (ИКК). В основе ИКК лежит индивидуальный кадастровый номер, который содержит пространственную информацию о земельном участке.

Индексно-кадастровая карта должна отображать границы кадастровых районов, зон, кварталов и участков, а также их кадастровую нумерацию. Кадастровое зонирование основывается на административно-территориальном делении – границах административных районов и советов, границах населенных пунктов (табл.1).

Согласно [2] в статье используются такие определения:

Кадастровая зона – это совокупность кадастровых кварталов, которые находятся за пределами населенных пунктов на территории совета, или объединение кадастровых кварталов в населенных пунктах.

Кадастровый квартал – это компактное объединение земельных участков в населенном пункте, которое ограничено инженерными сооружениями или природными границами.

Земельный участок – это часть земной поверхности с установленными границами, определенным местом расположения, с определенными относительно него правами.

Границы кадастровых единиц должны быть топологически согласованными, то есть границы между смежными объектами должны проходить по одним и тем же точкам, не должны иметь разрывов и пересечений [3].

Каждая кадастровая единица должна иметь свой уникальный номер, правила присвоения которого были установлены в [2].

Работы по индексно-кадастровому зонированию в Автономной Республике Крым проводились территориальными органами земельных ресурсов начиная с 2002 года. Разработанные схемы индексно-кадастрового зонирования в большинстве случаев представляли собой схе-

мы формата А4 в разрезе сельских и поселковых советов, на которые был нанесен контур совета, условные границы населенных пунктов, границы кадастровых зон и номера кадастровых единиц. Информацию на большинство из них наносили вручную и схематично путем

перерисовывания ситуации со схем землепользования. Отсутствовал единый подход к кадастровому зонированию, поэтому каждый территориальный орган руководствовался собственными представлениями о количестве и размере кадастровых зон.

Таблица 1

**Сведения о распределении населенных пунктов  
по административно-территориальным единицам  
Автономной Республики Крым**

№	Наименование административно-территориальной единицы	Учетная площадь, га	Количество населенных пунктов	Количество советов			Количество кадастровых зон	Количество кадастровых кварталов
				городских	поселковых	сельских		
1	Бахчисарайский район	158 858,0	84	1	2	15	120	148
2	Белогорский район	189 356,3	81	1	1	17	126	156
3	Джанкойский район	266 696,0	113	-	2	26	217	228
4	Кировский район	120 821,0	41	1	1	11	65	73
5	Красногвардейский район	176 579,0	85	-	2	18	227	307
6	Красноперекопский район	123 096,5	38	-	-	12	82	92
7	Ленинский район	291 861,0	68	1	2	24	114	122
8	Нижнегорский район	121 243,0	59	-	1	18	107	115
9	Первомайский район	147 435,0	42	-	1	16	86	88
10	Раздольненский район	123 138,0	41	-	2	10	112	193
11	Сакский район	225 747,0	80	-	1	23	145	160
12	Симферопольский район	175 252,9	112	-	3	18	209	264
13	Советский район	107 944,0	40	-	1	11	76	96
14	Черноморский район	150 863,0	34	-	1	10	79	82
15	Алуштинский горсовет	59 989,8	26	1	1	5	41	76
16	Армянский горсовет	16 241,9	4	1	-	1	9	20
17	г. Джанкой	2 592,1	1	1	-	-	16	94
18	Евпаторийский горсовет	6 546,8	4	1	-	-	4	107
19	г. Керчь	10 763,0	1	1	-	-	1	19
20	г. Красноперекопск	2 242,0	1	1	-	-	1	28
21	г. Саки	2 859,0	1	1	-	-	1	17
22	Симферопольский горсовет	10 741,0	6	1	-	-	8	58
23	Судакский горсовет	53 944,6	16	1	1	6	59	222
24	Феодосийский горсовет	35 042,4	17	1	5	2	27	42
25	Ялтинский горсовет	28 290,0	32	2	7	-	42	88
	Итого		1027	16	34	243	1974	2895

Деление на кадастровые кварталы за пределами населенных пунктов в сельских районах не осуществлялось. В границах городских и поселковых советов, населенных пунктов, деление на кадастровые кварталы производилось на основании экономико-планировочных зон, определяемых при проведении нормативной денежной оценки земель населенных пунктов. Некоторые индексно-кадастровые схемы были нанесены непосредственно на схемы землепользования, на которые уже была нанесена иная землеустроительная информация.

В разрезе районов были представлены схемы административно-территориального деления до сельских советов с указанием кодов КОАТУУ.

Анализ содержания и метрических свойств имеющихся документов по кадастровому зонированию показал, что этой информации недостаточно для качественного выполнения работ. В качестве дополнительных документов были использованы:

- проекты землеустройства по установлению границ населенных пунктов и районов;
- плановые материалы внутрихозяйственного землеустройства коллективных сельскохозяйственных предприятий;
- проекты инвентаризации земель;
- генеральные планы городов;
- схемы денежной оценки населенных пунктов.

По данным Укргеодезкартографии по состоянию на 01.03.2004 года покрытие территории Крыма картами масштаба 1:10 000 составляет 95 %. По состоянию местности карты, выполненные до 1981 года, составляют 66,2 % от общего количества, карты составленные в период с 1982 по 1990 год – 27,7 %, с 1991 по 2000 год – 6,1 %. После 2000 года карты масштаба 1:10 000 на территорию Крыма не обновлялись. Хотя приведенная статистика говорит о том, что их содержание значительно устарело, топографические карты масштаба 1:10000 были использованы в качестве измерительной основы как самый подробный и точный топографический материал, имеющий почти полное покрытие территории Автономной Республики Крым.

Использовались карты и более крупного масштаба – 1:5000 и 1:2000, которые состав-

лялись только на территории населенных пунктов и крупных промышленных объектов. Несмотря на то, что карты масштаба 1:25000 несколько свежее, они менее детальные и точные, поэтому в работе не применялись. В дополнение к этим материалам были использованы космические снимки и ортофотопланы на районы, в которых произошли наибольшие изменения местности.

Все работы по созданию ИКК в электронном виде выполнялись в геоинформационной системе ArcGIS, предоставляющей полный набор инструментов для решения этой задачи.

Следующим этапом составления ИКК было построение кадастровых зон и кварталов за границами населенных пунктов.

В связи с тем, что существующее кадастровое зонирование территории основано на ранее юридически существовавших границах сельских советов, для построения кадастровых зон за пределами населенных пунктов использовалась информация о координатах их границ, а также схемы внутрихозяйственного землепользования бывших КСП (колхозов, совхозов).

Внутренние границы зон, не совпадающие с административными границами и границами хозяйств, проводились по отдельным контурам. Если их местоположение по имеющимся индексно-кадастровым документам нельзя было определить однозначно, то в таких случаях местоположение границ определялось при участии представителей территориальных органов земельных ресурсов.

Границы зон и кварталов за пределами населенных пунктов отстраивались в виде отдельных линий, поскольку это облегчало редактирование и согласование смежных объектов. Вся информация о кадастровых номерах зон и кварталов заносилась в атрибутивную таблицу, относящуюся к точкам, размещенным внутри предполагаемых полигонов.

После заключительного согласования границ с представителями территориальных органов земельных ресурсов производилось автоматическое построение полигонов, с использованием функции топологии ArcGIS, в которую были включены построенные границы зон и кварталов, границы населенных пунктов и точки с атрибутивной информацией о кадастровых номерах.

В результате были получены согласованные данные о границах кадастровых зон, кварталов, и их окружных границах, с присвоенными им кадастровыми номерами.

Результатом выполненных работ стали электронные обменные файлы формата IN4 на каждую кадастровую зону и квартал. Поскольку формат обменного файла не предусматривает отдельный блок о кадастровых зонах, информация об их границах заносилась в блок “квартал”, а информация о кадастровых кварталах, входящих в эту зону, записывалась в блок “угодыя”.

Для административно-территориальных единиц, находящихся в двух координатных зонах, создано два набора обменных файлов. На основании предоставленных материалов на территории Автономной Республики Крым выделено 1974 кадастровых зон и 2895 кадастровых кварталов, сформировано 3018 обменных файлов. Сведения о кадастровом зонировании Автономной Республики Крым (количестве кадастровых зон и кварталов по административно-территориальным единицам) представлены в табл. 1.

На завершающем этапе возникла необходимость сравнения суммы площадей кадастровых единиц, составляющих территорию районов и горсоветов, с соответствующими учетными данными Республиканского комитета по земельным ресурсам.

Учетные данные по площадям административно-территориальных единиц были определены проектами установления границ, выполненными в государственной системе координат 1942 года. При переводе из одной системы координат в другую площади значительно отличались между собой. Эта разница обусловлена свойствами равноугольной проекции Гаусса–Крюгера, на которой основаны эти системы координат.

Как известно, фигура Земли представляет собой эллипсоид вращения, который невозможно трансформировать на плоскость без искажений. В картографии используется множество различных проекций для изображения поверхности Земли на плоскости. По своим свойствам они делятся на четыре категории: равноугольные, равновеликие, равнопромежуточные и все остальные, которые не относятся к первым трем категориям.

Для составления крупномасштабных топографических карт наиболее приемлемы (и приняты) равноугольные проекции, в которых углы между направлениями на земной поверхности трансформируются на плоскость без искажений. Это необходимо для построения километровой сетки, которая должна пересекаться под прямым углом. Однако искажения длин линий и площадей в равноугольных проекциях наличествуют. В центре координатной зоны они отсутствуют и возрастают по мере удаления от осевого меридиана.

На границах шестиградусных зон в проекции Гаусса–Крюгера искажения площадей достигают 0,1 % от общей площади участка [4]. Для измерений по топографической карте эта величина несопоставимо мала с точностью самих измерений, но для математических вычислений больших площадей эта цифра достаточно велика, чтобы ее не учитывать. К примеру, для участка площадью в 100 га искажение на границе координатной зоны будет соответствовать 1000 квадратных метров (рис. 1).

В системе координат 1963 года искажения площадей на границах зон гораздо меньше, так как ширина зоны ограничена 3 градусами. Следовательно, границы зоны находятся ближе к осевому меридиану, чем в СК-42. Однако и здесь искажения достигают 0,04%, что для вычисления значительных площадей, таких как площадь административно-территориальных единиц, является существенной величиной, которой нельзя пренебрегать (рис. 2).

Реалии местоположения Крыма таковы, что он не попадает целиком в одну координатную зону ни в шести, ни в трехградусной системах координат. В СК-63 граница между 4-й и 5-й координатными зонами, где искажения максимальные, проходит примерно по центру Крымского полуострова, а в СК-42 – граница между 6-й и 7-й координатными зонами проходит по середине Керченского полуострова.

При проведении работ по созданию индексно-кадастровой карты Автономной Республики Крым были проведены исследования по изучению искажений площадей административных единиц из-за свойств равноугольной, поперечно-цилиндрической проекции Гаусса–Крюгера. Исследования проводили при помощи ArcGIS,

используя его мощный математический аппарат по перепроецированию координат.

В качестве исходных данных использованы координаты административно-территориальных единиц в системе координат 1942 года, предоставленные Республиканским комитетом АР Крым по земельным ресурсам. В первую очередь эти координаты были перевычислены в географические на референц-эллипсоид Красовского (Pulkovo 1942). Затем на основе полярной, азимутальной равновеликой проекции Ламберта (North Pole Lambert Azimuthal Equal Area) была создана видоизмененная наклонная азимутальная, равновеликая проекция, в которой референц-эллипсоид WGS-84 был заменен на референц-эллипсоид Красовского (Pulkovo 1942), центральный меридиан

смещен на широту 34,5 градуса, а за стандартную параллель принята отметка с широтой 45 градусов. Эти параметры позволяют свести к минимуму искажения площадей в радиусе 15 градусов [5] от центральной точки Крымского полуострова.

Следующим этапом географические координаты были перевычислены в созданной равновеликой проекции и вычислены площади административно-территориальных единиц. В дальнейших расчетах вычисленные площади приняты за истинные значения.

Географические координаты были трансформированы в систему координат СК-63. Координаты окружных границ административно-территориальных единиц трансформировались в соответствующую им координатную зону.

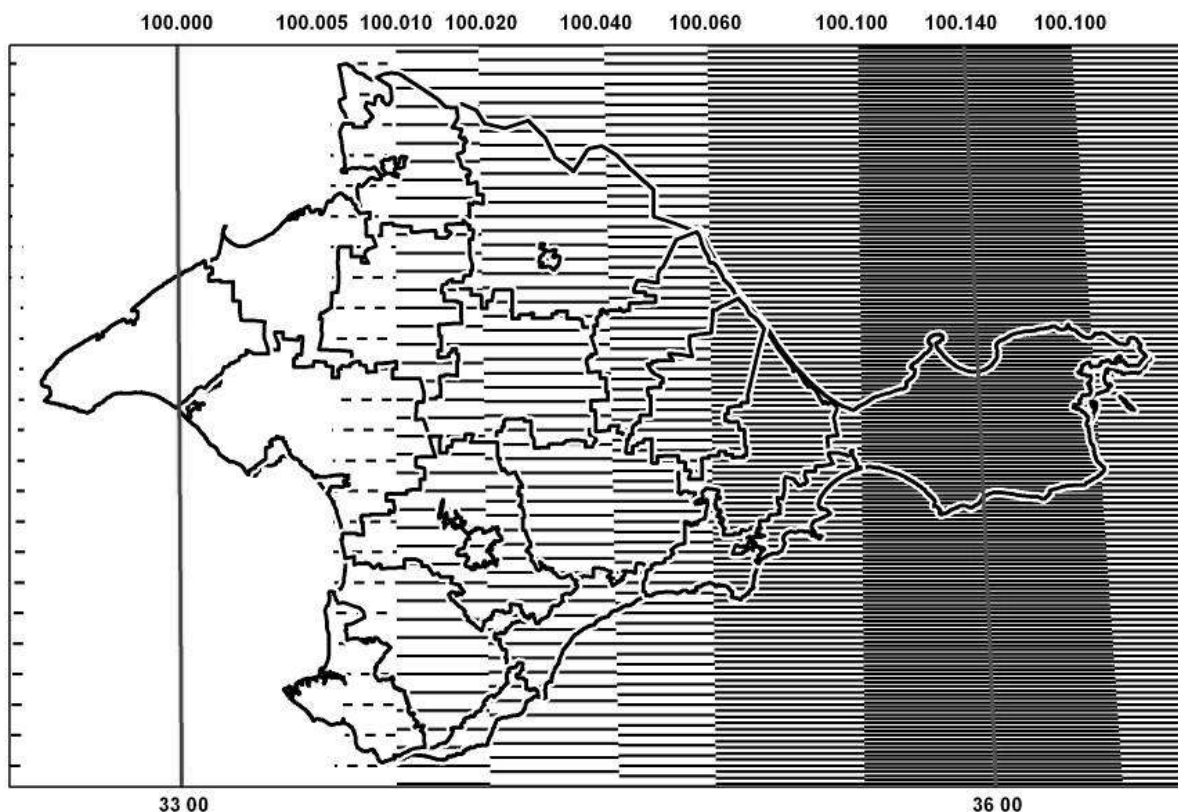


Рис. 1. Картограмма распределения искажения площадей в системе координат 1942 года.  
Вверху указаны значения искажений в процентах относительно истинных площадей

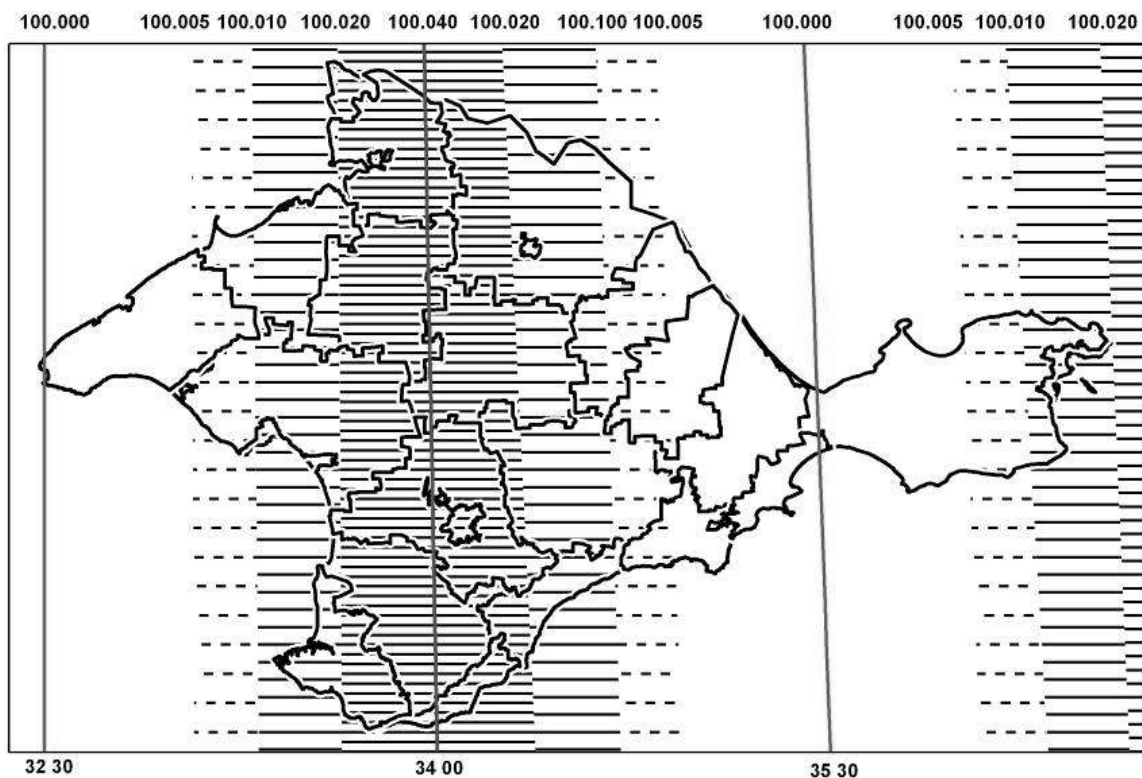


Рис. 2. Картограмма распределения искажений площадей в системе координат 1963 года. Вверху указаны значения искажений в процентах относительно истинных площадей

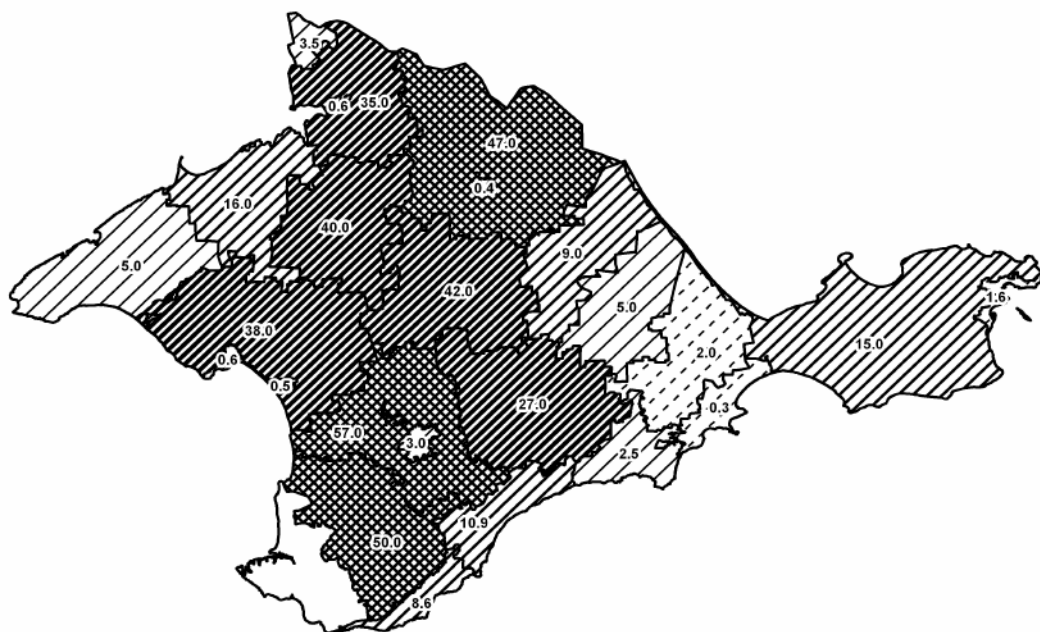


Рис. 3. Картограмма абсолютных значений искажений площадей (в га) административно-территориальных единиц АР Крым в системе координат 1963 года

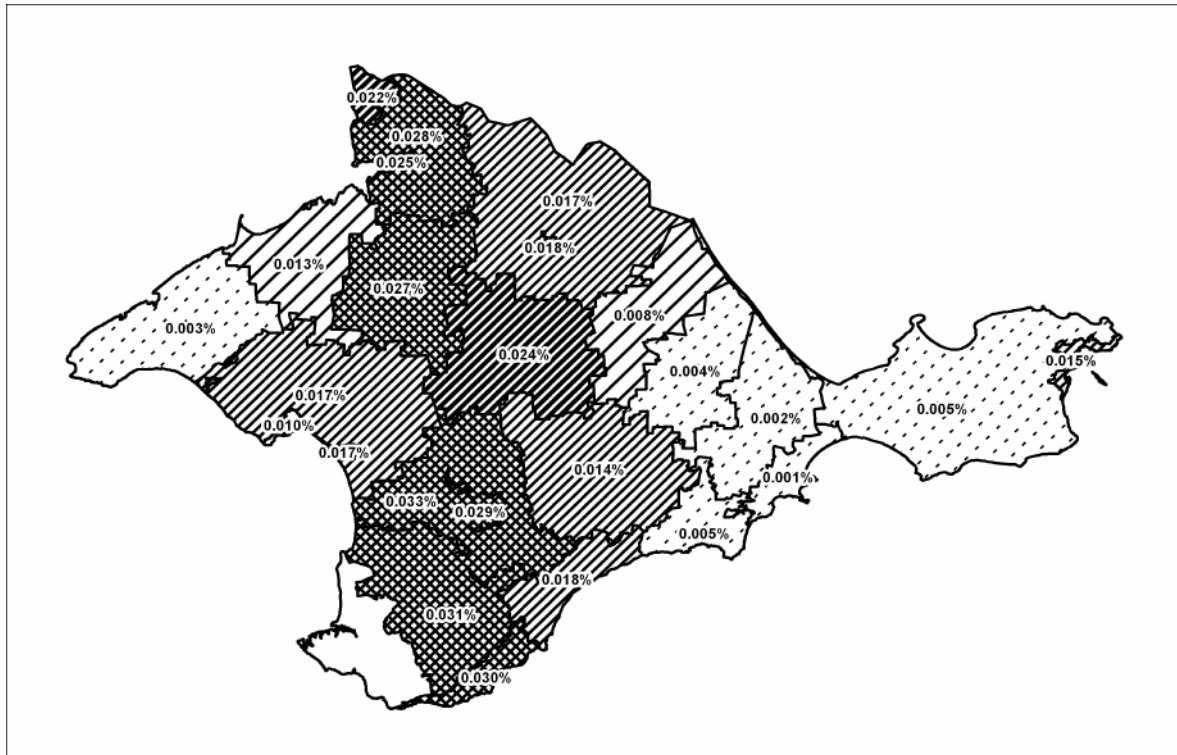


Рис. 4. Картограмма относительных значений искажений площадей административно-территориальных единиц АР Крым в системе координат 1963 года. Значения указаны в процентах к истинным значениям площадей

Координаты границ административно-территориальных единиц, территория которых попадает на границу координатных зон, трансформировались в ту координатную зону, в которую попадает большая их часть. Далее были вычислены их площади в СК-63. Вычисленные площади сравнивались с площадями соответствующих объектов в равновеликой проекции.

Абсолютные значения различия площадей в гектарах приведены на рис. 3. Относительные значения искажений в процентах к площади административных единиц приведены на рис. 4.

Исследования позволяют сформулировать такие предложения:

- при вычислении площадей объектов в СК-63 необходимо учитывать искажения за свойства проекции;

- внести изменения во все руководящие документы по землеустройству, устанавливающие требования к точности вычисления площадей, абсолютным значениям ошибок, к относительным значениям ошибок вычисления

площадей аналогично точности вычисления длин линий, применяемых в геодезии;

- для каждой административно-территориальной единицы необходимо установить правило единой координатной зоны, например, если часть района попадает в 4-ю координатную зону, а большая его часть находится в 5-й координатной зоне, то все измерения на территории всего района должны производиться в 5-й координатной зоне);

- для вычисления точных площадей объектов, занимающих значительные территории, таких, как районы, сельские советы, населенные пункты, заповедники, охранные зоны крупных водных объектов и инженерных коммуникаций целесообразно использовать равновеликие картографические проекции;

- используя свойство современных ГИС производить автоматическое трансформирование координат между различными проекциями и системами координат, целесообразно хранение данных о границах земельных участков в географических координатах (десятичных

долях градусів), максимально точно отображающих местоположение объектов на поверхности Земли.

В заключение необходимо отметить, что авторы не ставили задачи проанализировать принятую недавно в Украине систему координат УСК-2000. Однако можно предположить, что, поскольку эта система координат также основана на равноугольной проекции Гаусса–Крюгера и 6-градусных зонах, ей также будут присущи описанные выше недостатки.

#### Литература

1. Постанова Кабінету Міністрів України от 2.12.1997 №1 355 “Про Програму створення автоматизованої системи ведення державного земельного кадастру”.
2. Приказ Государственного комитета Украины по земельным ресурсам от 20.03.2002 № 12 “Порядок присвоєння кадастрових номерів земельним ділянкам для ведення Державного реєстру земель”.
3. Лященко А.А. ГИС-технологія кадастрового зонування міських територій // Інженерна геодезія. – К.: КНУБА, 2002. – Вип. 46. – С. 89–95.
4. Закатов П.С. Курс высшей геодезии. – М.: Недра, 1976. – 511 с.
5. Кеннеди М., Копп С. Картографические проекции. – К.: ЕСОММ, 2000. – 112 с.
6. Барладин А.В. Обновление планово-картографических материалов для кадастра и землеустройства: геоинформационный подход // Геопрофиль. – 2009. – № 2. – С. 24

#### **Про врахування властивостей картографічних проєкцій під час створення індексно-кадастрових карт** С. Угаров, С. Єфімов, Г. Казакова

Описано досвід використання геоінформаційних технологій при створенні індексно-кадастрової карти Автономної Республіки Крим. Сформульовано рекомендації щодо урахування властивостей картографічних проєкцій при землевпорядному картографуванні.

#### **Об учете свойств картографических проекций при создании индексно-кадастровых карт**

С. Угаров, С. Ефимов, Г. Казакова

Описан опыт применения геоинформационных технологий при создании индексно-кадастровой карты Автономной Республики Крым. Сформулированы рекомендации по учету свойств картографических проекций при картографировании в интересах землеустройства.

#### **Application of geoinformation technologies in the index-cadastral mapping** S. Ugarov, S. Yefimov, G. Kazakova

In the article experience of application of geoinformation technologies is described at creation of index-cadastral map of the Autonomous Republic Crimea. Recommendations on the account of properties of cartographic projections are formulated at drawing a map in behalf of organization of the land using.

### **XXIV МІЖНАРОДНИЙ КОНГРЕС FIG**

**відбудеться  
11–16 квітня 2010 р., м. Сідней**

Інформацію можна отримати за адресою  
<http://www.isaust.org.ua//>