

УДК 502.36:352/354

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНДЕКСНО-КАДАСТРОВОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

Угаров С.Г., Ефимов С.А., Казакова Г.Н.

Объединение «Технохимкомплект», Симферополь, Украина

E-mail: efimov@git.crimea.ua, ugarov@git.crimea.ua

В статье 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.

Ключевые слова: индексно-кадастровая карта, земельный кадастр, геоинформационные технологии.

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 следующем:

- определение координат границ кадастровых зон и кварталов в единой системе координат 1963 года;
- представление их в формате обменных файлов IN4;
- определение площадей кадастровых единиц;
- согласование их границ между собой и с границами административно-территориальных единиц;
- составление альбомов индексно-кадастровых карт
- обеспечение 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).

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		
				городских	поселковых	сельских
1	Бахчисарайский район	158 858,0	84	1	2	15
2	Белогорский район	189 356,3	81	1	1	17
3	Джанкойский район	266 696,0	113	-	2	26
4	Кировский район	120 821,0	41	1	1	11
5	Красногвардейский район	176 579,0	85	-	2	18
6	Красноперекопский район	123 096,5	38	-	-	12
7	Ленинский район	291 861,0	68	1	2	24
8	Нижнегорский район	121 243,0	59	-	1	18
9	Первомайский район	147 435,0	42	-	1	16
10	Раздольненский район	123 138,0	41	-	2	10
11	Сакский район	225 747,0	80	-	1	23
12	Симферопольский район	175 252,9	112	-	3	18
13	Советский район	107 944,0	40	-	1	11
14	Черноморский район	150 863,0	34	-	1	10
15	Алуштинский горсовет	59 989,8	26	1	1	5
16	Армянский горсовет	16 241,9	4	1	-	1
17	г.Джанкой	2 592,1	1	1	-	-
18	Евпаторийский горсовет	6 546,8	4	1	-	-
19	г.Керчь	10 763,0	1	1	-	-
20	г.Красноперекопск	2 242,0	1	1	-	-
21	г.Саки	2 859,0	1	1	-	-
22	Симферопольский горсовет	10 741,0	6	1	-	-
23	Судакский горсовет	53 944,6	16	1	1	6
24	Феодосийский горсовет	35 042,4	17	1	5	2
25	Ялтинский горсовет	28 290,0	32	2	7	-
	Итого		1027	16	34	243

Согласно [2] в настоящей статье используются следующие определения:

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 схемы формата А4 (рис.1а) в разрезе сельских и поселковых советов, на которые был нанесен контур совета, условные границы населенных пунктов, границы кадастровых зон и номера кадастровых единиц. Информация на большинство из них наносилась 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.

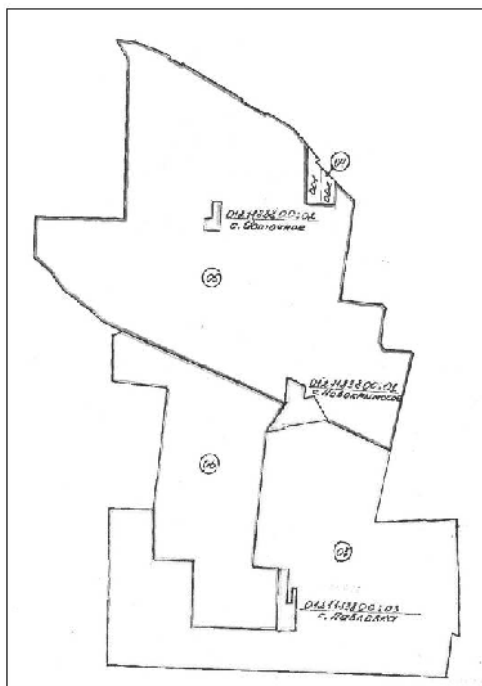


Рис.1а. Пример исходной индексно-кадастровой схемы.



Рис. 1б. Пример исходной индексно-кадастровой схемы на схеме землепользования.

Деление на кадастровые кварталы за пределами населенных пунктов в сельских районах не осуществлялось. В границах городских и поселковых советов, и 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. (рис.1б) 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 01.03.04 год покрытие территории Крыма картами масштаба 1:10 000 составляет 95%. По состоянию местности карты составленные до 1981года 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 составлялись 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 данной задачи.

Наибольшую сложность в работе по созданию электронной ИКК представляло определение границ кадастровых зон в границах населенных пунктов. При наличии каталога координат в проекте установления границ граница кадастровой зоны отстраивалась по ним. Поскольку эти проекты, особенно работы последних лет, выполнялись разными предприятиями как правило в местных системах координат, требовался перевод координат их границ в единую систему координат 1963 года. При отсутствии сведений о координатах границы населенных пунктов отстраивались по внутренним или дирекционным углам и длинам линий, указанным на планах установления границ. В этом случае точное местоположение границы определялось путем совмещения соответствующих контуров на топографической карте и на плане установления границ. Растровое изображение плана установления границ предварительно приводилось к заданному масштабу. Параллельно производился детальный анализ метрических свойств исходного материала

Результаты анализа показали часто встречающиеся значительные несоответствия фактических и учётных площадей до 4 га.

Поиск причин данных расхождений дал несколько неожиданный результат. Дело в том, что большинство проектов установления границ выполнялось в 1992-1996 годах Крымским институтом «Земпроект» по утратившим актуальность топографическим картам масштаба 1:10 000 и фотопланам, по которым эти карты и составлялись. Возможно в условиях крайне скудного финансирования и дефицита времени избранная институтом стратегия была единственно правильной. Зачастую для ускорения составления проектов использовались недостаточно качественно выполненные копии этих материалов, которые имели значительные искажения. Поскольку в те времена геоинформационные технологии не имели широкого распространения, все расчеты выполнялись вручную, координаты поворотных точек измерялись циркулем и масштабной линейкой, площади рассчитывались по измеренным камерально координатам в лучшем случае на калькуляторе, а иногда с применением палетки. В большей части проектов 1992-1996гг ведомости координат окружных границ не сохранились.

Авторами было предложено использовать актуальные данные дистанционного зондирования и ортофотопланы для уточнения положения границ кадастровых зон по фотоизображению. Этот контроль показал, что существующие границы населенных пунктов и учетные площади, которые используются в работе, в большинстве своём не соответствуют действительности, поскольку за последние 10 лет площади застройки многих населенных пунктов вышли за юридические границы, что особенно характерно для приморских регионов (рис.2).



Рис. 2. Пример несоответствия юридических границ населенного пункта и фактических границ застройки

В этих случаях нами было предложено выделять территории новостроев и земель, которые планируются к включению в границы населенных пунктов, в отдельные зоны, отделяя их таким образом от зон за пределами населенных пунктов, сохраняя при этом учетные площади зон в границах населенных пунктов.

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 процесс редактирования и согласования 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 (табл. 2).

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.

Таблица 2

Сведения о распределении кадастровых единиц по административно-территориальным единицам Автономной Республики Крым

№	Наименование административно-территориальной единицы	Код КОАТУУ	Количество кадастровых зон	Количество кадастровых кварталов
1	Бахчисарайский район	0120400000	120	148
2	Белогорский район	0120700000	126	156
3	Джанкойский район	0121100000	217	228
4	Кировский район	0121600000	65	73
5	Красногвардейский район	0122000000	227	307
6	Красноперекопский район	0122300000	82	92
7	Ленинский район	0122700000	114	122
8	Нижнегорский район	0123100000	107	115
9	Первомайский район	0123500000	86	88
10	Раздольненский район	0123900000	112	193
11	Сакский район	0124300000	145	160
12	Симферопольский район	0124700000	209	264
13	Советский район	0125200000	76	96
14	Черноморский район	0125600000	79	82
15	Алуштинский горсовет	0110300000	41	76
16	Армянский горсовет	0111500000	9	20
17	г.Джанкой	0110600000	16	94
18	Евпаторийский горсовет	0110900000	4	107
19	г.Керчь	0111200000	1	19
20	г.Красноперекопск	0111300000	1	28
21	г.Саки	0111400000	1	17
22	Симферопольский горсовет	0110100000	8	58
23	Судакский горсовет	0111700000	59	222
24	Феодосийский горсовет	0111600000	27	42
25	Ялтинский горсовет	0111900000	42	88
	ИТОГО:		1974	2895

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 данная 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.3).

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.4).

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.

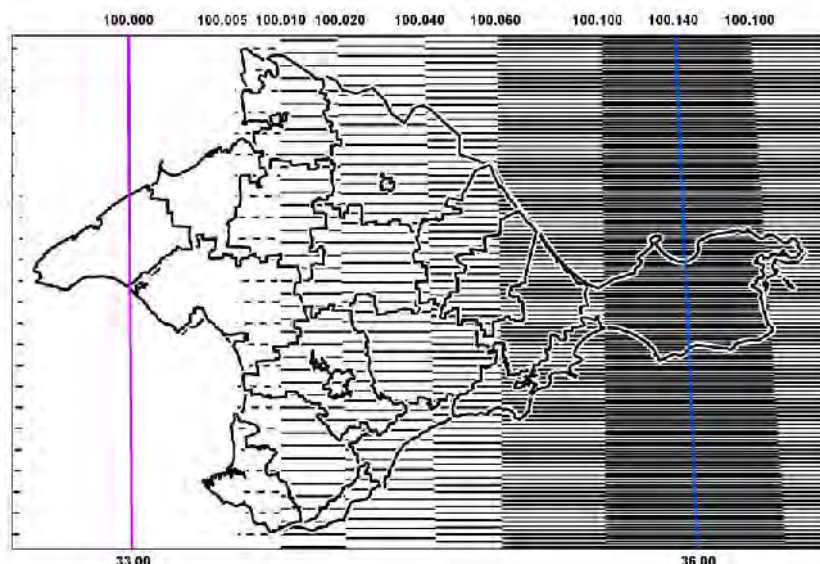


Рис. 3. Картограмма распределения искажения площадей в системе координат 1942 года. Вверху указаны значения искажений в процентах относительно истинных площадей.

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 проводились при

помощи ArcGIS используя его мощный математический аппарат по перепроецированию координат.

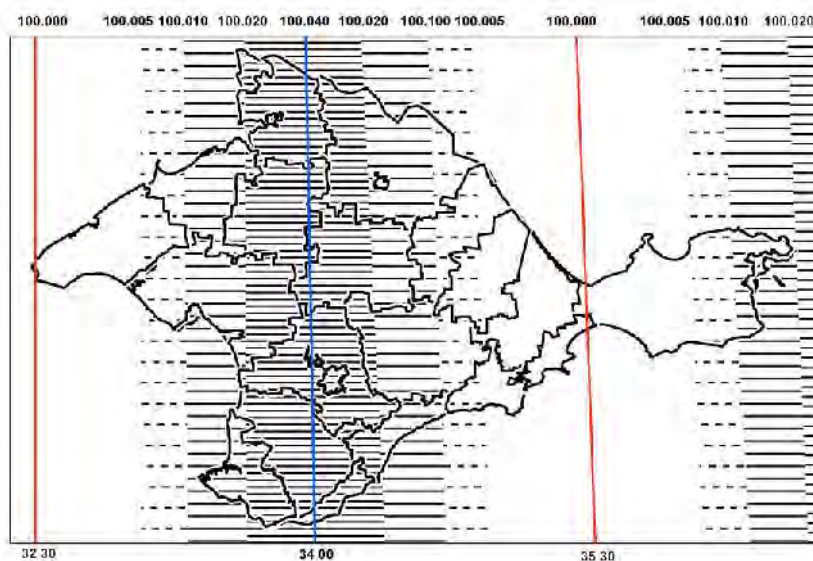


Рис. 4. Картограмма распределения искажений площадей в системе координат 1963 года. Вверху указаны значения искажений в процентах относительно истинных площадей.

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. Данные 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. 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 рисунке 5. Относительные значения искажений в процентах к площади административных единиц приведены на рисунке 6.

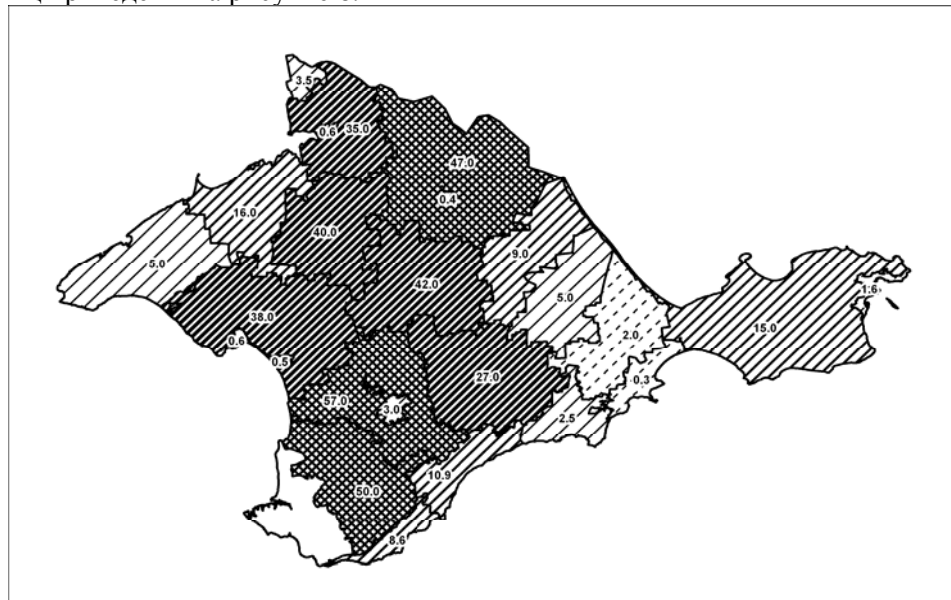


Рис. 5. Картограмма абсолютных значений искажений площадей (в га) административно-территориальных единиц АР Крым в системе координат 1963 года.

Данные исследования позволяют сформулировать следующие 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 градусов) максимально точно отображающих местоположение объектов на поверхности Земли.

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 «угодья».

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 таблице 2.

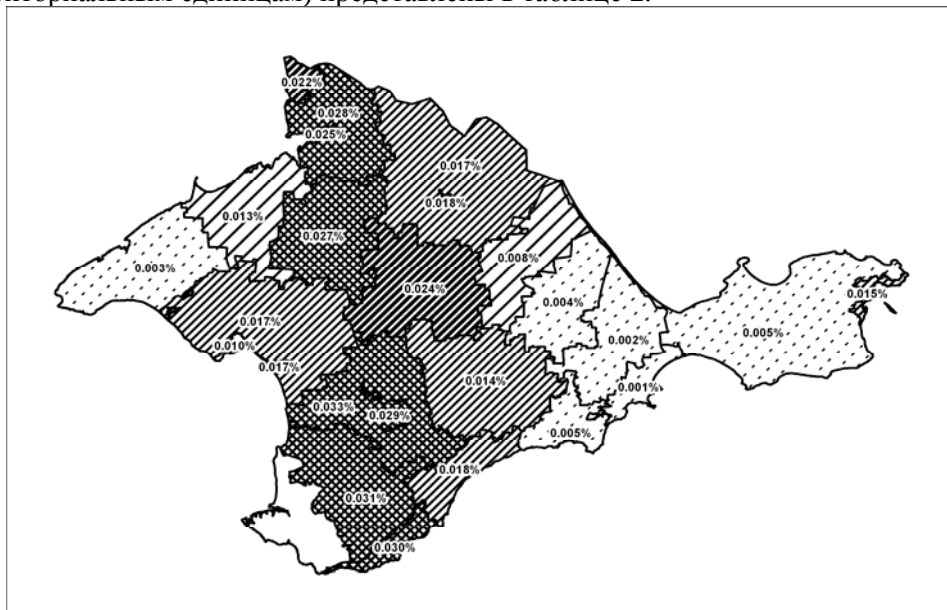


Рис. 6. Картограмма относительных значений искажений площадей административно-территориальных единиц АР Крым в системе координат 1963 года. Значения указаны в процентах к истинным значениям площадей.

Завершение данного проекта нужно рассматривать как первый этап создания автоматизированной системы земельного кадастра. Необходимо вносить текущие изменения, учитывая постоянно осуществляемые по мере необходимости изменения границ населенных пунктов, установление границ возникающих объектов. Не должна вызывать опасения и перспектива изменения кадастровых номеров и их границ, так как при переоформлении правоустанавливающих документов, информация об изменении кадастрового номера будет учтена при выдаче новых документов.

Составленные планы должны стать картографической и информационной основой ведения районными и городскими органами Госкомзема дежурных кадастровых карт, использоваться для присвоения кадастровых номеров земельным участкам, а также для совершенствования ведения количественного и качественного учета земель. В дальнейшем для более продуктивного управления земельными ресурсами ИКК могут быть объединены с картами почв, мелиорации, денежной оценки, экологическими материалами [6].

В заключении хотелось бы отметить, что успешное выполнение работ по созданию индексно-кадастровых карт возможно только в тесном взаимодействии с территориальными органами земельных ресурсов.

Список литературы

1. «Программа создания автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра». – Кабинет Министров Украины, постановление от 02. 12.1997 г.
2. Порядок присвоения кадастровых номерів земельним ділянкам для ведення Державного реєстру земель. – Государственный комитет Украины по земельным ресурсам, дополнение к приказу № 12 от 20.03.2002г.
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 Издание 4, переработанное и доп. М. , «Недра», 1976 г. – С. 511
5. Мелита Кеннеди, Стив Копп, Картографические проекции. К. , 2000 г. – С. 112
6. Обновление планово-картографических материалов для кадастра и землеустройства: геоинформационный подход. – ГЕОпрофиль, март-апрель 2009

Угаров С.Г., Єфімов С.О., Казакова Г.М. / Застосування геоінформаційних технологій в індексно-кадастровому картографуванні // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Географія. – 2009. – Т.22 (61). – №1 – С. 129-141.

У статті описано досвід використання геоінформаційних технологій при створенні індексно-кадастрової карти Автономної Республіки Крим. Сформульовано рекомендації щодо урахування властивостей картографічних проекцій при землевпорядному картографуванні.

Ключові слова: індексно-кадастрова карта, земельний кадастр, геоінформаційні технології.

Ugarov S., Yefimov S., Kazakova G. /Application of Geoinformation technologies in the index-cadastral mapping // Scientific Notes of Taurida V. Vernadsky National University. – Series: Geography. – 2009. – Vol. 22 (61). – №1 – P. 129-141.

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.

Keywords: index-cadastral map, land using, geoinformation technologies.

Поступила в редакцию 05.05.2009 г.