

«М.А. Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары–19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110-летию М.А. Гендельмана». - 2023.- Т.II,Ч.II.- С. 88-92.

**УДК 528.923**

## **МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ**

*Серов А.И., студент 2 курса  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.  
Сейфуллина, г. Астана*

### **Аннотация**

С началом перехода государств в цифровую экономику, актуальность использования цифровых топографических карт (ЦТК) как основной базовый элемент пространственных данных возросла многократно. В связи с этим возникает острая необходимость контроля качества цифровых топографических карт.

В данной статье авторы поднимают вопрос о необходимости проверки достоверности и точности ЦТК, а также критерий оценки качества. По результатам анализа и различных примеров, предлагается методика проверки, а также описываются способы камерального и полевого контроля достоверности и точности ЦТК.

Одним из проявления всеобщей цифровизация является в создании цифровых моделей самых разных объектов. В этом отношении одним из основных продуктов геодезии и картографии становятся цифровые топографические, картографические, координатно-высотные и другие специальные данные. Ранее созданные и находящиеся на хранения топогеодезические данные в Республике Казахстан, отвечает определенным требованиям и каждый масштабный ряд являясь моделью поверхности земли, на ряду с решениями общих вопросов присущие к картографическим материалам позволяет решать в зависимости от точности масштаба определенные задач согласно предназначению. Цифровые топографические карты отвечая тем же требованием предъявляемые как к обычным картам так же является основными базовыми данными для создания инфраструктуры пространственных данных.

Цифровая карта (ЦК) - это образное представление поверхности земли в виде массива чисел, спроецированная в нужную проекцию и выраженная в установленных системах координат и высот.

Цифровые топографические карты (ЦТК) создаются в тех же рамках номенклатурного листа, как и обычные топографические карты соответствующего масштаба [1,2].

В первую очередь все ЦТК оставаясь основным важнейшим базовым элементом геоинформационных систем (ГИС), должен отвечать по точности и по содержанию тем же предъявляемым требованиям как обычным топографическим картам:

- быть в единой системе координаты высот, принятых в Республики Казахстан;

- унифицированной системе классификаций наземных топографических объектов;

- позволять определять угловых и линейных координат, а также высот точек;

- достоверно отображать современное состояние местности.

Основываясь на вышеизложенное, можно прийти к выводу, что неточная, карта не является надежной. Поэтому карты должны создаваться (составляется) с высоким уровнем точности. Надежность жизненно важна, например, инженеры проектировщики, землепользователи, используют ЦТК в качестве основных расчетных инструментов, военные - карты использует в качестве основного документа для изучения местности и оценки ее свойств, а также с целью производства различных расчетных и графических работ.

Исходя из важности решаемых задач недостоверность и неточность пространственных данных при решении народно-хозяйственных задач могут привести к большим экономическим ущербом, а в случае решения особо-важных государственных, оборонных задач могут привести к катастрофическим последствиям.

В связи с этим возникает острая необходимость контроля точности всех созданных ЦТК.

Необходимость проверки достоверности и точности ЦТК.

В связи с появлением различных картографических программных систем, можно построит карты в любом масштабе, а хранения в носителях осуществлять в масштабе 1:1. Теоретический можно исключить те погрешности, которые присущие к обычным бумажным картам, и производить расчеты и измерения с точностью равной на местности. Но,

многие ЦТК создаются в основном на базе существующих бумажных карт по меньшей мере с использованием аэрокосмических съемок. Точность этих ЦТК, безусловно, зависит от масштаба аэрофотосъемки или карты. В итоге все имеющиеся погрешности на обычных бумажных картах в зависимости от масштаба переносятся в цифровую ЦК и дополнительно к имеющимся неточностям наслаиваются смещения линии, точек, полигонов при векторизации.

Рассмотрим пример: Влияния масштаба бумажных карт на точность ЦК.

Карта масштаба 1: 10000, все объекты на карту наносились с точностью 0.1 мм. что составляет на местности 1 м, но, нанесенные линия, ошибка исполнителя, влияния температуры и влажности в сумме дает смещения положения точек и линии на листе карты до 0.5 мм. Фактическая местоположения представляющих этих точек и линий на местности будут находиться в пределах 5 метров, 1: 25000 до 12,5 метров и так пропорционально изменяется в зависимости от масштаба. Сверху дополнительной погрешностью ложится точность векторизации топографических объектов местности, обычно отклонения составляет до 0.2 мм. В итоге получается если взять карту масштаба 1: 10 000 смещения составляет 0.7 мм, что на местности составляет до 7 метров, в масштабе 1:25000 до 17.5 метров [3].

Данный пример показывает, что ЦТК менее точное, чем точность бумажной карты, которая служила основой для векторизации.

Отдельные ЦТК создаются с помощью фотограмметрической обработки снимков и с выполнениями наземных геодезических топографических работ, что на порядок повышает качества ЦТК, в этом случае, влияет на точность следующие факторы:

- масштаб аэрокосмического снимка;
- разрешающий способность снимка;
- точность измерения плоских координат снимков фотограмметрической системой.

Все указанные факторы исходят от точности определения координат опорных точек на местности, предназначенные для внешнего ориентирования фотограмметрической модели.

Координаты опорных точек определяется геодезическими или спутниковыми методами, абсолютная точность координат не превышает точность государственной геодезической сети, что составляет на местности несколько метров, дополнительно накладывается относительная ошибка фотограмметрической обработки. (Абсолютная точность — это мера расположения объектов на карте по сравнению с их истинным положением

на поверхности Земли. Относительная точность — это мера точности отдельных объектов на карте по сравнению с другими объектами на той же карте). Исходя из этого возникает необходимость проверки точности и оценка качества ЦТК.

### Оценка качества цифровых топографических карт

Оценку качества предлагается производить по следующим показателям:

- Точность позиционирования углов рамок трапеций ЦТК в принятую проекцию;
- Достоверность информации;
- Точность, полнота и современность пространственных данных;
- Легкоопознаваемость пространственных объектов;
- Простота в использования.

Исходя из вышеизложенного считаем оценку качества и точности ЦТК производить в два этапа:

1. Камеральная проверка;
2. Полевая инструментальная проверка точности.

### Камеральная проверка

В первую очередь проверяется, соответствия размеры сторон рамок ЦТК к теоретическому значению.

Проверяется в следующем порядке: исходя из проекции карты вычисляется географические координаты углов рамок, после координаты преобразуется в плоскую прямоугольную и через картографические программные средства водится теоретические координаты, далее производятся сверка отклонения рамок и линий сетки координат, созданных ЦТК. Считаем отклонения не должен превышать более чем  $\pm 0.1$  мм. умноженное на масштаб проверяемой карты отклонения выражается в метрах, сантиметрах. Так как данные точки и линий является математической основой карты и при создании должный братья абсолютные значения на поверхности Земного эллипсоида, не векторизуется с имеющего картографического материала, положенного за основу, а наносятся теоретические значения, что исключает ошибки, допускаемые при составлении и векторизации карт. Пункты

государственной геодезической сети также наносятся по координатам из каталогов и точность месторасположения, должно соответствовать полностью [4].

Во вторую очередь проверяется полнота и достоверность изображенных объектов на ЦТК.

Проверку производят по аэрокосмоснимкам использованные в ходе создания карты при этом провести выборочное дешифрирование снимков, на два, три участка примерно на четвертой части карты, с учетом правила отбора производят сверку объектов. Совпадения должно составлять, объекты первой категории важности 100%, объекты второй категории важности 90 %, объекты третьей категории важности не менее 70%. Перечень элементов местности по категориям важности указаны в таблице 1 (приложение к статье). Так как правила отбора вторичных и ниже по категориям важности топографических объектов является нестрогим, исходить только от общей рекомендаций по отбору и зависит от творческого подхода исполнителя. Названия населенных пунктов, местных и географических объектов, а также границ районов, областей и государственные границы сверяют с базами данных (ГИС), с другими картографическими материалами и документами собранные в ходе создания ЦТК. Совпадения должно составлять 100 %.

Дополнительно отмечает участки карт где дешифровка аэрокосмоснимков производилось неуверенно. По результатам составляется рабочий план полевой проверки карты.

В плане полевой проверки отражаются следующие вопросы:

- участки полевой инструментальной проверки точности карт;
- полевая контрольная сверка топографических объектов, изображенных на карте с местностью, на неуверенно дешифрированные участки в камеральных условиях.

#### Полевая инструментальная проверка точности карты

Объемы и способы полевой инструментальной проверки точности карты определяется на основе данных, полученных при анализе карты в камеральный период. При этом принимается во внимание исходная основа ЦТК, карта, которая принята за основу, а также опорные точки, использованные в ходе фотограмметрической обработке. Инструментальная проверка точности производится в обязательном порядке на те участки, где были выявлены недопустимые погрешности в изображении контуров и рельефа. Кроме того, дополнительно выбирается в случайном порядке 3-4 участка для проверки точности карт.

Для проверки, прибор устанавливает на точку с известными координатами или на точку, где были определены координаты спутниковым методом, ориентирует, после производить контрольные измерения на местные предметы и сверяют полученные значения с данными изображенных на ЦТК, далее прибор наводят на характерные точки, линий рельефа местности и определяет их высоты. После полученные значения сверяют с данными в ЦТК.

Не совпадение пространственных объектов, полученных в полевых условиях с ее данными на ЦТК должно быть не более величины, соответствующие 0,7 мм, а для горных, высокогорных и пустынных районов – 1 мм. данные получены делением несоответствия на масштабе карты на базе которое создана ЦТК [5].

Погрешность высот, на особые точки и линии рельефа, а также положения горизонтали не должно превышать следующие значения (в метрах).

Таблица 1

Районы	Масштабы карт					
	1:25000		1:50000		1:100000	
	Характерные точки	Положения горизонталей	Характерные точки	Положения горизонталей	Характерные точки	Положения горизонталей
На степные и лесостепные части Республики Казахстан	0,8	1.0	2,5	3.0	5,0	10.0
На всхолмленные части, Восточно-Казахстанской и Карагандинской обл.	1,6	2.0	3,0	5.0	7,0	15.0
На горные части Восточно – Казахстанской, Абайский, Алматинской и	2,5	3.0	5,0	9.0	10,0	20.0

Туркестанские обл. а также песчаные пустыни.						
Высокогорные части Республики Казахстан	5,0	10,0	10,0	15,0	20,0	30,0

Считаем, что совпадения всех проверяемых топографических элементов ЦТК должно составлять более 90% и считается пригодным для использования, выявленные недостатки устраняется на месте. Если не соответствия не менее 80%, ЦТК считается органично пригодным к использованию и направляется на доработку. В случае менее 80 % ЦТК считается не пригодным к использованию и рекомендуется полного пересоздания карты.

#### Список литературы

- 1 Alipbeki, O.; Alipbekova, C.; Sterenharz, A.; Toleubekova, Z.; Makenova, S.; Aliyev, M.; Mineyev, N. Analysis of Land-Use Change in Shortandy District in Terms of Sustainable Development [Text]/ *Land*, -2020. -№ 9. - P.147. <https://doi.org/10.3390/land9050147>
- 2 П. Е. Каргашин. Основы цифровой картографии: Учебное пособие для бакалавров [Текст] / М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2019. — 106 с. ISBN 978.
- 3 Берлянт, А. М. Картография [Текст]: А.М. Берлянт. - Москва: СИНТЕГ, 2011. - 464 с.
- 4 Фокина, Л.А. Картография с основами топографии [Текст]: Л.А. Фокина. - М.: Владос, 2015. - 191 с.
- 5 Инструкции по созданию картографической продукции за счет бюджетных средств. Приказ Министра цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан от 29 апреля 2020 года № 164/НК.

*Научный руководитель: Маусымбеков Е. Ж., старший преподаватель*