

УДК 528.944:528.8

DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-119-125

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЗЗ И ГИС ПРИ СОЗДАНИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСНОВ ДЛЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ

Оюунханд Бямба

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, тел. +976-11-96028580, e-mail: oyunkhand_55@yahoo.com, b.oyunkhand@num.edu.mn

Елена Леонидовна Касьянова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: helenkass@mail.ru

Наука картография стремительно меняется и развивается с внедрением новых компьютерных технологий, таких как геоинформационные системы (ГИС) и дистанционное зондирование Земли. Для тематических карт необходимы общегеографические основы, один из основных элементов которых – рельеф. Цель работы – создать географическую основу для туристских карт с 3D-моделью. В статье рассматривается метод создания трехмерной цифровой модели рельефа местности с использованием нерегулярной триангуляционной сети на основе данных SRTM и технологии ГИС. В результате создана основа с 3D-моделью Хентийского аймака Восточной Монголии.

Ключевые слова: тематическая карта, дистанционное зондирование Земли, цифровая модель рельефа, трехмерное отображение

Введение

Понятие «тематическое картографирование» весьма обширно, подразумевает в своем составе создание карт природы и населения, карты экономических, политических, исторических, зоогеографических и многих других. Тематические карты – это карты, раскрывающие определенную тему, передающие размещение многообразия природных и социально-экономических объектов и явлений; характеризующие их в качественном и количественном отношении, показывающие взаимосвязи этих объектов и явлений, их развитие во времени, динамику. При составлении тематических карт картографируемые объекты и явления проектируются на земную поверхность и привязываются к картографической сетке, рельефу, гидрографии, населенным пунктам, дорогам, границам и другим общегеографическим элементам. Именно поэтому на любой тематической карте обязательно присутствуют отдельные элементы общегеографической карты, которые называются географической основой [1].

Традиционно в картографии и картпроизводстве все элементы географической основы составлялись вручную. С появлением компьютерной техники и специализированных программ составление и оформление выполняется с их помощью. Одна из самых сложных, трудоемких и длительных работ – составление и оформление рельефа для тематических карт различного назначения. Эта проблема является важной и актуальной в области картографирования территории Монголии.

Методы и материалы

На современном этапе наиболее эффективным способом изображения рельефа считаются цифровые модели рельефа, которые позволяют успешно и оперативно решать поставленные задачи во многих областях человеческой деятельности [2].

В тематической картографии широко применяются современные и оперативные способы картографирования рельефа, которые предполагают его создание в виде цифровой модели, впоследствии выводимой на экран

монитора или печать. Согласно теории картографии, при изображении рельефа к нему предъявляются основные требования:

- сохранение характерного внешнего облика и региональных особенностей конкретных районов;
- привлекательность и наглядность для широкого круга потребителей [3].

Цифровая модель рельефа – одна из важных моделирующих функций геоинформационных систем. Под цифровой моделью рельефа (ЦМР) принято понимать средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей) в виде трехмерных данных, образующих множество высотных отметок и иных значений аппликат (координаты Z) в узлах регулярной или нерегулярной сети или совокупность записей горизонталей (изогипс, изобат) [4].

С появлением спутниковых систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) процесс создания картографических материалов стал менее трудоемким и более наукоемким.

На сегодняшний день доступные для использования спутниковые снимки очень разнообразны по разрешению, охвату, спектральному диапазону, технологии получения и другим свойствам. Аэрокосмические снимки используются в различных картографических продуктах, объединяющихся с наложенными векторными картографическими слоями, что позволяет выполнять требования, предъявляемые к карте: точность, читаемость, современность данных с актуальностью отображения местности.

Использование данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) в картографии обусловлено тем, что снимок является фактографической моделью местности, т. е. отражает реальные виды и формы рельефа, полученные в конкретный момент времени.

Использование современных компьютерных технологий в картографии также способствовало появлению качественно новых видов картографической продукции, в частности, 3D-моделей местности на основе разновременных данных. Данные ДЗЗ, а именно материалы спутниковых съемок, выступают как источники для создания географической основы при составлении и обновлении топографических и тематических карт [5].

Основная задача статьи – рассмотреть современные и наиболее эффективные способы изображения рельефа на основе цифровых моделей, использующиеся как основа для тематических карт, которая может быть в базе данных и использоваться не только для туристских карт. Объект исследования – Хентийский аймак Восточной Монголии, который описывается следующими географическими координатами: $46^{\circ}15'00''$ и $49^{\circ}20'00''$ северной широты; $108^{\circ}30'00''$ и $112^{\circ}40'00''$ восточной долготы. Предмет исследования – создание цифровой модели рельефа для тематического картографирования с использованием данных ДЗЗ, в том числе спутниковых снимков SRTM [Геологическая служба США] и программы ArcGIS 10.3 (ESRI Inc) [6].

В ходе исследования использовались спутниковые снимки SRTM [Геологическая служба США]. В 2003 г. Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) опубликовало материалы спутниковой радиолокационной съемки Земли (Shuttle Radar Topography Mission, SRTM) в виде цифровой модели рельефа (Digital elevation model, DEM) с пространственным разрешением от 30 до 90 м. В открытом доступе (<http://earthexplorer.usgs.gov>) публиковались матрицы высот с шагом 30×30 м на всю территорию земной поверхности в виде файлов ArcGIS и в формате Geotiff (рис. 1).

Прежде чем использовать данные со спутниковых снимков SRTM, необходимо проконтролировать их качество и пространственное разрешение. Их пространственное разрешение должно соответствовать масштабу создаваемой карты. Наиболее высокие требования предъявляются при создании топографических карт: размер пиксела на местности должен соответствовать графической точности карты (0,1 мм). Так, для используемого снимка с пространственным разрешением 30 м на пиксел соответствующий масштаб карты составит 1 : 300 000. Для создания тематических карт требование к пространственному разрешению намного ниже [7], поэтому выбранного SRTM-изображения спутника с шагом 30×30 м достаточно для дальнейшего исследования. В результате обработки спутниковых снимков получается фотомозаика (фотокарта) [8, 9] (рис. 2, а, б).

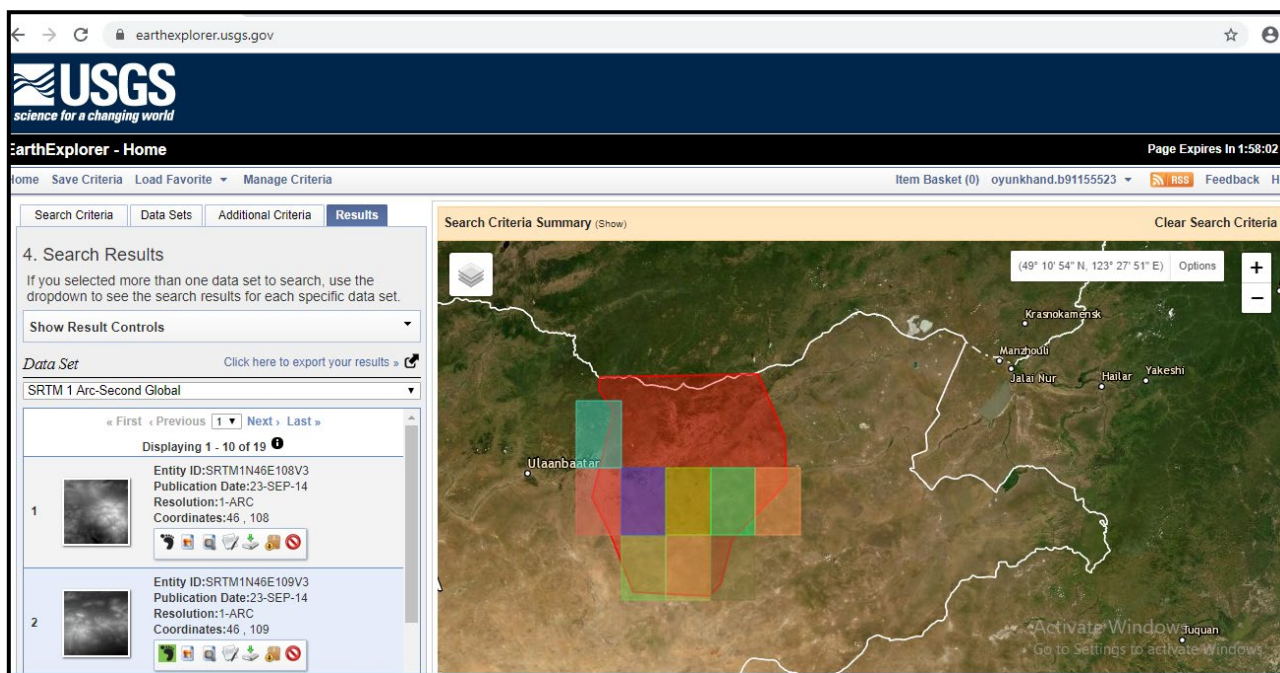


Рис. 1. Спутниковые снимки исследуемой территории на сайте USGS

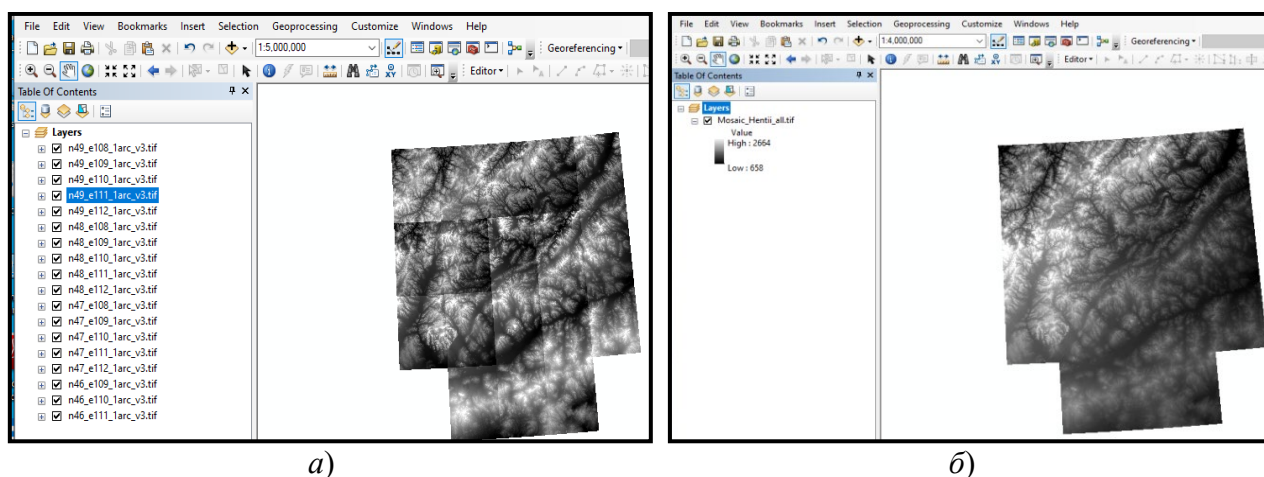


Рис. 2. Спутниковые снимки SRTM с пространственными разрешениями 30×30 м:
а) до фотомозаики; б) после фотомозаики

После фотомозаики из файла в формате *.tiff для создания контурных линий используется средний интервал 100 м (create contour line) и выполняется построение модели рельефа с помощью следующих инструментов в определенной последовательности, представленной на рис. 3. После действия ArcToolsBox по работе с дугами и кривыми нужно выполнить действия 3D-аналитики, затем построить растровую поверхность, после чего составить линии контура.

В создании и обработке ЦМР в ArcGIS существует два типа цифровой модели: регулярная сеть высот (Grid) и нерегулярная триангуляционная сеть (TIN) [10]. На практике наиболее точной и часто используемой считается TIN-модель, которая используется в дальнейшем построении. При создании TIN-модели рельефа Хентийского аймака Восточной Монголии горизонтали проведены с высотой сечения рельефа 100 м в следующей последовательности (рис. 4).

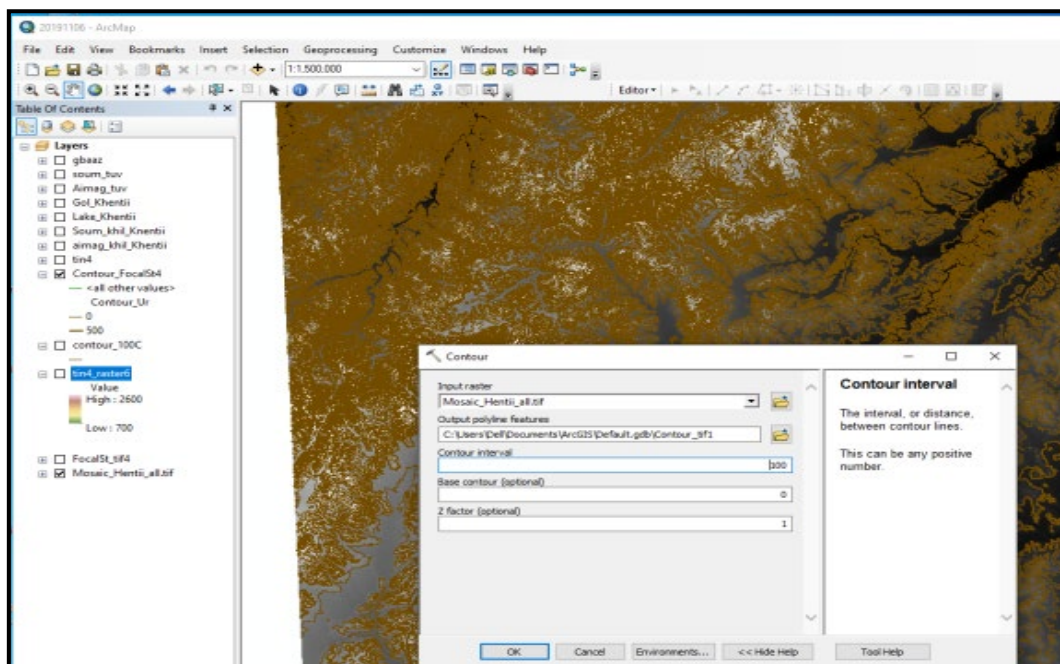


Рис. 3. Отображение рельефа в виде горизонталей по данным ДЗЗ (SRTM)

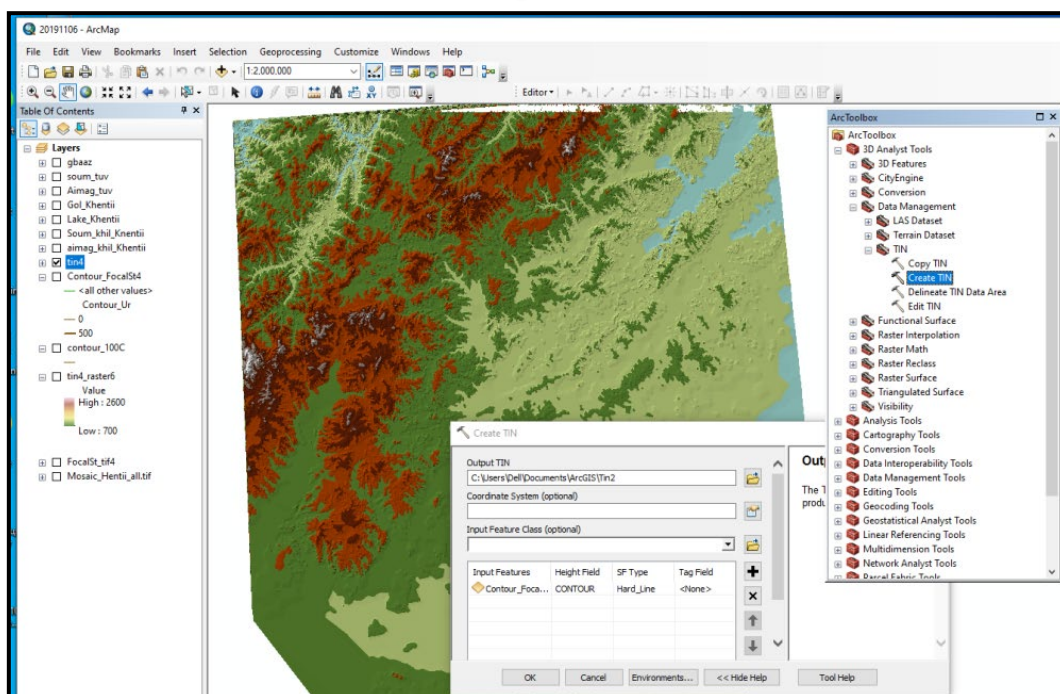


Рис. 4. Модель TIN (нерегулярная триангуляционная сеть)

После того как TIN-модель готова, для большей наглядности изменяется цветовой фон гипсометрической окраски. Далее TIN-модель преобразуется в растр (TIN to Raster) (рис. 5), чтобы в дальнейшем строить 3D-модель рельефа местности [11].

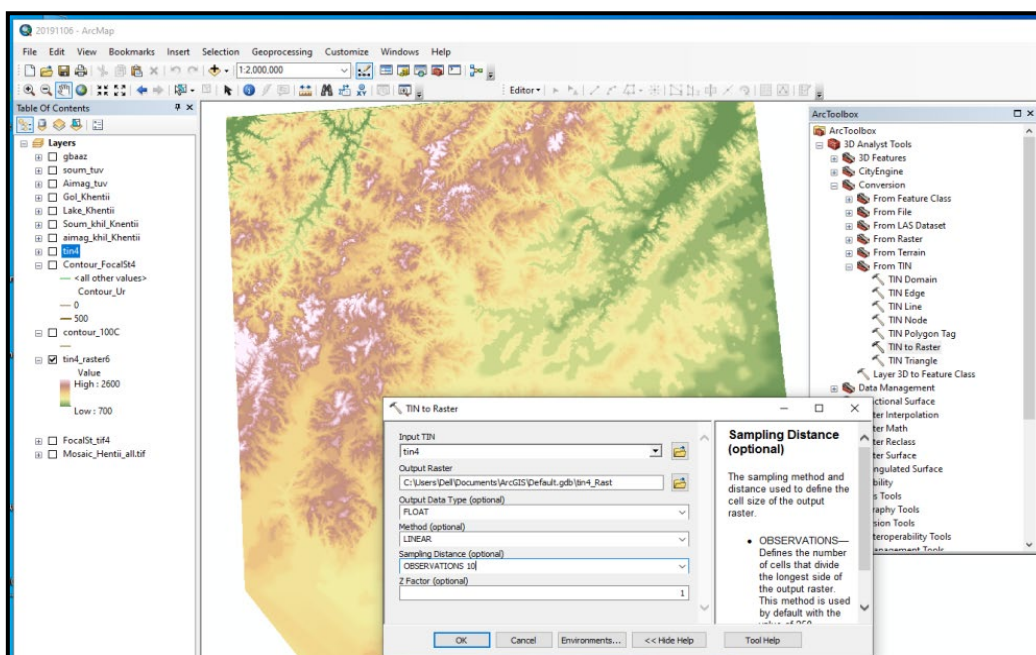


Рис. 5. Трехмерная цифровая модель рельефа местности с изменением цветовой гаммы и переобразованием TIN в растр

Результаты

Для трехмерного отображения рельефа (3D) используется приложение ArcScene программы ArcGIS, с помощью которого визуализируется слой созданной ранее модели рельефа местности и устанавливаются параметры ее отображения [12] (рис. 6).

В результате обработки данных ДЗЗ получается цифровая модель рельефа, которую можно использовать как географическую основу для тематической карты, например, туристской.

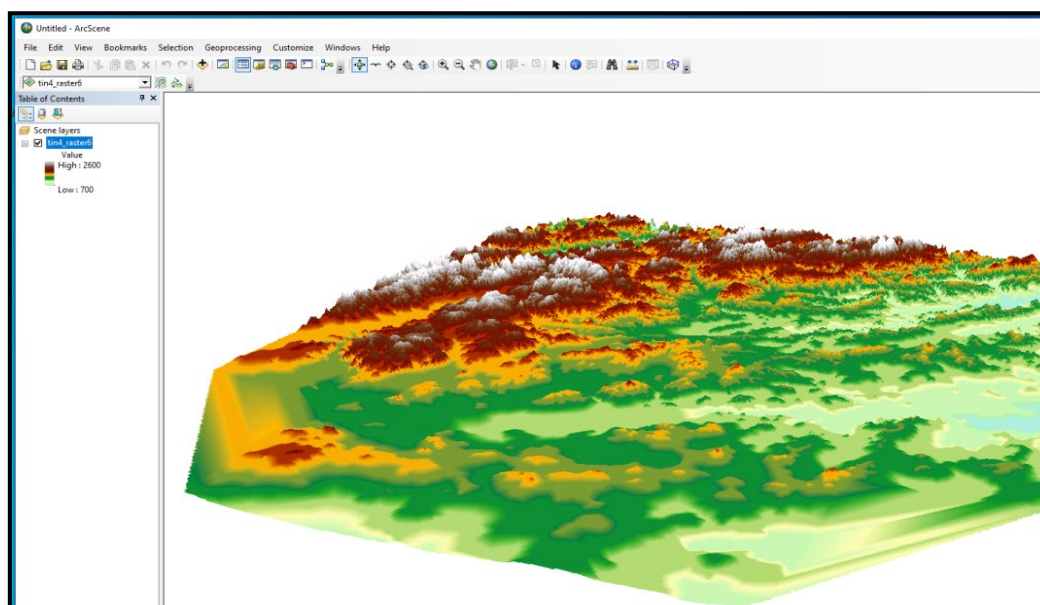


Рис. 6. Трехмерное отображение рельефа в приложении ArcScene

Заключение

В исследовании при создании цифровой модели рельефа местности использовались данные SRTM с пространственным разрешением 30×30 м, с применением ГИС-технологий.

В результате можно сделать выводы:

– во-первых, создание цифровой модели рельефа на основе ДДЗ и ГИС-технологии требует значительно меньше времени и материальных затрат по сравнению с другими методами;

– во-вторых, удобнее производить оперативные вычисления и трансформирование информации в различные форматы, брать информацию из внешних источников;

– в-третьих, при создании базы данных закладывается основа для изображения рельефа, ее обработка и использование наиболее современными методами;

– в-четвертых, данные, полученные с использованием ДДЗ, их точность при формировании модели рельефа местности для решаемой задачи можно считать достаточной;

– в-пятых, данные о рельефе местности можно использовать при создании географической основы для составления тематических карт (в том числе туристских), использующих трехмерные модели поверхностей и различные методы пространственного анализа на основе разновременных данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радченко Л. К., Николаева О. Н. Основы тематической картографии. – Новосибирск : СГГА, 2018. – 102 с.
2. Хромых В. В., Хромых О. В. Цифровые модели рельефа. – Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. – 178 с.
3. Елшина Т. Е., Сысоев А. В. Создание цифровых моделей горных рельефов в программе ArcGIS 10 // От карты прошлого – к карте будущего : сб. науч. тр. в 2 т. / отв. ред. С. В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2017. Т. 2. – С. 56–61.
4. Капралов Е. Г., Кошкарев А. В., Тикунов В. С. и др. Основы геоинформатики / под ред. В. С. Тикунова. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.
5. Берлянт А. М., Востокова А. В. и др. Картоведение. – М. : Аспект Пресс, 2003. – 477 с.
6. Хлебникова Т. А., Опритова О. А. Экспериментальные исследования современных программных продуктов для моделирования геопространства // Вестник СГУГиТ. – Т. 22, № 1. – 2017. – С. 119–132.
7. Пономарчук А. И., Черепанова Е. С., Шихов А. И. Дистанционное зондирование в картографии. – Пермь, 2013. – 100 с.
8. Берлянт А. М. Теория геоизображений. – М. : ГЕОС, 2006. – 262 с.
9. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М., 2010. – 560 с.
10. Цэцэгмээ Б., Бямба-Эрлэнэ У. Руководство по ARSGIS 10.5 и ENVI. – Уланбатор, 2019. – 200 с.
11. Амарсайхан Д., Ганзориг М., Адъяасүрэн., Саандарь М. Дистанционное зондирование и ГИС. – Уланбатор, 2002. – 160 с.
12. Аш Е. В. Общие принципы и методика создания карты береговых морфосистем на основе анализа картографических источников информации // Геодезия и картография. – 2014. – № 7. – С. 20–26.

Получено 13.04.2021

© Оюунханд Бямба, Е. Л. Касьянова, 2021

USING REMOTE SENSING AND GIS TO CREATE GEOGRAPHICAL BASES FOR THEMATIC MAPS

Oyunkhand Byamba

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D. Student, Department of Cartography and Geoinformatics, phone: +976-11-96028580, e-mail: oyunkhand_55@yahoo.com, b.oyunkhand@num.edu.mn

Elena L. Kasyanova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, phone: (383)361-06-35, e-mail: helenkass@mail.ru

The development of science always depends on technological progress. Cartography is rapidly changing and developing with the introduction of new computer technologies, such as GIS and remote sensing of the Earth. Recently, there have been qualitatively new types of cartographic products, in particular 3D terrain models, which in cartography are becoming a universal, optimal and operational method for displaying terrain. The article discusses a method for creating a three-dimensional digital terrain model in the form of an irregular triangulation network based on SRTM data and GIS technology on the example of the Khenti aimag of Eastern Mongolia.

Keywords: thematic map, remote sensing of the Earth, digital terrain model, three-dimensional mapping

REFERENCES

1. Radchenko, L. K., & Nikolaeva, O. N. (2018). *Osnovy tematicheskoy kartografii [Fundamentals of thematic cartography]*. Novosibirsk: SSGA Publ., 102 p. [in Russian].
2. Khromykh, V. V., & Khromykh, O. V. (2007). *Tsifrovye modeli rel'efa [Digital relief models]*. Tomsk: TML-Press, 178 p. [in Russian].
3. Elshina, T. E., & Sysoev, A. V. (2017). Creation of digital models of mountainous reliefs in the ArcGIS 10 program. In *Sbornik nauchnykh trudov: T. 2. Ot karty proshlogo – k karte budushchego [Collection of Scientific Papers: Vol. 2. From the Map of the Past to the Map of the Future]* (pp. 56–61). S. V. Pyankov (Ed.). Perm: Permian State National Research University Publ. [in Russian].
4. Kapralov, E. G., Koshkarev, A. V., Tikunov, V. S., & et al. (2004). *Osnovy geoinformatiki [Fundamentals of geoinformatics]*. V. S. Tikunov (Ed.). Moscow: Akademiya" Publ., 352 p. [in Russian].
5. Berlant, A. M., Vostokova, A. V., & et al. (2003). *Kartovedenie [Cartography]*. Moscow: Aspekt Press Publ, 477 p. [in Russian].
6. Khlebnikova, T. A., & Opritova, O. A. (2017). Experimental research of modern software products for geospace modeling. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(1), 119–132 [in Russian].
7. Ponomarchuk, A. I., Cherepanova, E. S., & Shikhov, A. I. (2013). *Distantzionnoe zondirovanie v kartografii [Remote sensing in cartography]*. Perm, 100 p. [in Russian].
8. Berlyant, A. M. (2006). *Teoriya geoizobrazheniy [Theory of geo-images]*. Moscow: GEOS Publ., 262 p. [in Russian].
9. Shovengerdt, R. A. (2010). *Distantzionnoe zondirovanie. Modeli i metody obrabotki izobrazheniy [Remote sensing. Models and methods of image processing]*. Moscow, 560 p. [in Russian].
10. Tsetsegmee, B., & Byamba-Erlene, U. (2019). *Rukovodstvo po ARSGIS 10.5 n ENVI [Guidelines for ARSGIS 10.5 n ENVI]*. Ulanbator, 200 p. [in Russian].
11. Amarsaykhan, D., Ganzorig, M., Adyaasuren., & Saandar, M. (2002). *Distantzionnoe zondirovanie i GIS [Remote sensing and GIS]*. Ulanbator, 160 p. [in Russian].
12. Ash, E. V. (2014). General principles and methods of creating a map of coastal morphosystems based on the analysis of cartographic sources of information. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 7, 20–26 [in Russian].

Received 13.04.2021

© Oyunkhand Byamba, E. L. Kasyanova, 2021