

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ГОРНОГО РЕЛЬЕФА ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТУРИЗМА

Татьяна Евгеньевна Елишина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: dony2005@mail.ru

Ирина Петровна Кокорина

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: irusha2008@gmail.com

Александр Владимирович Сысоев

2ГИС, 630048, Россия, г. Новосибирск, Площадь Карла Маркса, 7, инженер-картограф, тел. (999)468-89-50, e-mail: sasha.sysoev.94@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы создания 3D-модели горного рельефа для геоинформационного обеспечения туризма Российской Федерации на примере территории Республики Ингушетия. Выполнена классификация видов туризма и объектов природного и культурного наследия в Республике Ингушетия. В результате анализа туристских и административных сайтов, а также web-сервисов республик Кавказа, сделан вывод об их недостаточном геоинформационном обеспечении. Представлены возможности применения 3D-моделей горного рельефа на web-картах для целей туризма. Создана цифровая модель горного рельефа Республики Ингушетия с анимацией естественного окружения. Разработана 3D сцена, которая передает основные формы рельефа и расположение объектов на местности. Полученная модель может быть применена для разработки маршрутов по разным направлениям, для обеспечения как организованного, так и самостоятельного туризма.

Ключевые слова: цифровая модель рельефа, 3D сцена, горный рельеф, туризм

CREATING A 3D MODEL OF A MOUNTAIN RELIEF FOR GEOINFORMATION SUPPORT OF TOURISM

Tatyana E. Elshina

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: dony2005@mail.ru

Irina P. Kokorina

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: irusha2008@gmail.com

Alexander V. Sysoev

2GIS, 7, Karl Marx Square, Novosibirsk, 630048, Russia, Engineer-Cartographer, phone: (999)468-89-50, e-mail: sasha.sysoev.94@mail.ru

The paper considers the issues of creating a 3D model of mountain terrain for geoinformation support of tourism in the Russian Federation on the example of the territory of the Republic of Ingushetia. The classification of types of tourism and objects of natural and cultural heritage in the Republic of Ingushetia is carried out. As a result of the analysis of tourist and administrative sites, as well as web-services of the republics of the Caucasus, a conclusion is made about their insufficient geoinformation support. The possibilities of using 3D models of mountain terrain on web maps for tourism purposes are presented. A digital model of the mountainous terrain of the Republic of Ingushetia with animation of the natural environment has been created. A 3D scene has been developed that conveys the main terrain shapes and the location of objects on the ground. The resulting model can be used to develop routes in different directions, to ensure both organized and independent tourism.

Keywords: digital elevation model, 3D scene, mountainous landform, tourism

Введение

Создание туристско-ориентированных ГИС-систем на территории России соответствует задачам стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года [1].

Целью исследований авторов является разработка и применение цифровой 3D-модели горного рельефа для использования ее при создании туристской интерактивной карты на web-сервисах, а также туристских и административных сайтах республик Кавказа.

Для этого необходимо решить следующие задачи: проанализировать состояние геоинформационного обеспечения туризма; проанализировать способы отображения рельефа на web-картах и web-сервисах; создать 3D-модель горного рельефа и разработать 3D сцену с объектами общегеографического и тематического содержания на территорию Республики Ингушетия.

Веб-карты представлены на сайтах на базе платформ OpenStreetMap и коммерческих, принадлежащих Here, GoogleMaps, Яндекс Карты [2]. На этих сайтах встречаются картографические модели, отображающие территорию для различных видов хозяйственной деятельности [2].

3D-модели используются для показа объектов местности, которые достоверно передают расположение объектов, сохраняют характерный внешний облик земной поверхности, показывают особенности рельефа и дают возможность для выполнения измерений морфометрических показателей [3–5].

Цифровые модели рельефа, которые могут быть получены с помощью методов пространственного анализа, имеют большое значение для изображения рельефа. Наборы пространственных данных и многообразие компьютерных средств позволяют визуализировать глобальные трехмерные модели местности в web-среде. Оформление рельефа осуществляется при помощи отмывки, послойной гипсометрической окраски и наложением космического снимка [6–9].

Просматривая сайты и web-сервисы республик Северного Кавказа, можно сделать вывод о недостаточном геоинформационном обеспечении региона. Это связано с тем, что информация о туристских направлениях представлена частично, не отражает современное состояние рассматриваемого вопроса. Таким

образом, увеличивается спрос на геоинформационное обеспечение территории, и создание системы геоинформационного обеспечения туристской деятельности в России в целом и в Республике Ингушетия в частности актуально.

В структуре административного либо туристского сайта необходима туристская карта. С этой целью рассмотрены самые распространенные виды туризма в Республике Ингушетия [10]. Были рассмотрены природно-климатические особенности и культурно-историческое наследие Республики Ингушетия. Республика Ингушетия включена в туристический кластер Северного Кавказа. В республике приоритетным видом туризма является внутренний. По видам транспорта в республике можно выделить авиационный и наземный туризм. Имеет место самостоятельный туризм.

В Республике Ингушетия в соответствии с Федеральным законом «Об основах туристической деятельности в РФ» от 24 ноября 1996 года присутствуют и развиваются следующие виды внутреннего туризма: культурно-исторический, рекреационный, спортивный, а также экотуризм. Согласно постановлению «О перечне расположенных на территории Республики Ингушетия объектов, обладающих признаками объекта культурного наследия» от 1 апреля 2015 г. [11], культурное наследие республики очень богато.

Методы и материалы

В работе использовалось следующее ПО: ArcGIS Pro: 3D Analyst, Spatial Analysts, WorldMachine, Unity 3D, Spatial Analysts были применены для создания самой модели, WorldMachine – для улучшения визуального качества модели. Unity 3D – для создания 3D сцены [12–15].

Для решения поставленных задач использовались: картографический метод исследования, теория картографии, методы и теория моделирования рельефа, современное программное и аппаратное обеспечение, геоинформационное картографирование [16].

Так как туристские карты используются большим количеством пользователей, то визуальная составляющая ЦМР имеет большое значение. Для наглядности, изображения модели улучшены с использованием программ из сферы моделирования и дизайна. Для создания трехмерной модели горного рельефа использована геоинформационная система ArcGIS, программа моделирования WorldMachine, а для визуализации – 3D-редактор Unity.

Цифровая модель рельефа была создана на основе цифровых данных топографической съемки, представляющих собой высоты из базы данных отметок высот с координатами (в метрах) в формате MapInfo, предоставленными ООО «КАРТИНФОРМ», г. Пятигорск, 2014 г. на территорию республики.

В модуле ArcGIS Spatial Analyst с помощью инструментов пространственного анализа были проинтерполированы высотные данные, которые далее преобразованы в 3D-модель горного рельефа. Также на их основе получены горизонталы с высотой Z. С помощью модуля 3D Analyst создана TIN модель. Для переноса модели в Unity выбран DXF как основной формат обмена геометриче-

скими данными и более подходящий для трехмерных моделей [17–19]. Цифровая модель рельефа, полученная методом триангуляции, была загружена в Google Earth для сравнения с имеющимся изображением территории [20, 21].

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследований проанализировано состояние геоинформационного обеспечения туризма и способы отображения рельефа на web-картах и сервисах. Отобраны объекты туристского назначения, характеризующие туризм в республике. На цифровой модели рельефа, выполненной в программе ArcGIS, сделана отмывка и получен полутеневой цифровой оригинал с помощью инструмента Hillshade.

Осуществлен перенос данной модели в высоком разрешении в формат .tmd для обработки в программе WorldMachine. После добавлены основные формы рельефа. Далее добавлены формы рельефа, созданные под влиянием эрозионных процессов. В данном ПО этапы создания и внесения данных в модель рельефа представлены в виде блоков, которые несут информацию о каждой характеристике модели: эрозия, уровень склонов, послойная окраска, направление света и т. д. Используя данную схему, также можно добавлять информацию о залегающих горных породах данной местности, деятельность поверхностных и подземных вод, деятельность ветра, ледников, выветривание (рис. 1).

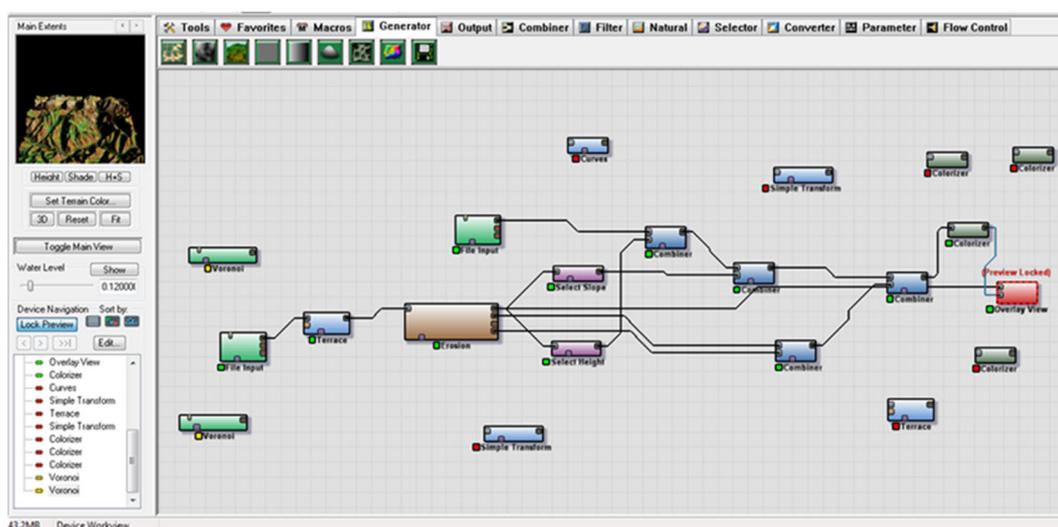


Рис. 1. Схема блоков, составленная для модели в World Machine

Модель можно редактировать. На основе данных возможно вычисление эрозионных процессов и применение их на модели. Проведено сравнение с космическим снимком в местах, где разрешение снимка позволяло увидеть особенности рельефа. Полученная ЦМР подходит для создания туристских карт. Модель можно использовать и в других областях, т. к. есть возможность спрогнозировать изменения рельефа с учетом различных факторов.

В настоящее время широкое распространение получили 3D-модели рельефа с сочетанием 3D сцен. Была разработана 3D сцена в следующей последовательности:

1. Моделирование (создание геометрии).
2. Создание карты рельефа на основе отметок высот и ее обработка.
3. Нанесение цвета для более качественного отображения модели.
4. Добавление источников света северо-западного направления.
5. Нанесение общегеографических и тематических 3D объектов.

Для ее создания использовалась программа Unity. Модель рельефа была импортирована в программу Unity3D в формате DXF из World Machine для создания 3D сцены на основе данной модели.

В Unity работа выполняется над 3D сценой (трехмерной модели местности), возникает разница между фактическим количеством вершин до экспорта в Unity и после. Чтобы минимизировать искажения в Unity, модель переносится в программу World Machine. Для качественного отображения 3D сцены рельеф окрашивается методом светотеневой пластики. Кроме основного освещения, была использована технология Ambient Occlusion. Также была использована послойная окраска модели рельефа.

Таким образом, была разработана 3D сцена, которая передает основные формы рельефа и расположение объектов на местности (рис. 2).

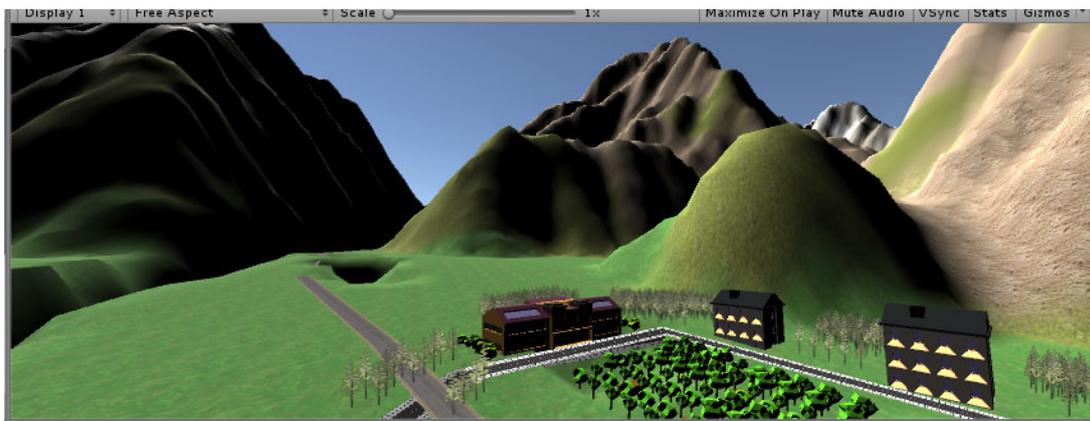


Рис. 2. Трехмерная модель местности в Unity 3D

В перспективе возможна загрузка данной модели на серверы открытых web-сервисов, в мобильные картографические приложения.

Заключение

Результатом работы является цифровая 3D-модель горного рельефа Республики Ингушетия, на базе которой разработана туристская интерактивная карта. На основе созданной модели разработана 3D сцена, на которой показаны гидро-

графия, рельеф, ледники, населенные пункты, пути сообщения, места культурного и исторического наследия, оздоровительные курорты.

Полученная модель может быть применена для обеспечения туризма и включать сервисные услуги по данному направлению; в целях навигации, для прокладки маршрута в горной местности, для симуляции перемещения по местности и демонстрации облета. Возможно применить модель для показа виртуальных 3D-туров, для динамики развития ледников, схода лавин на web-сервисах, а также туристских и административных сайтах республик Кавказа.

На основе полученной модели можно выполнить туристскую, геоморфологическую модель и др., оперативно добавляя данные по видам туризма, логистике, инфраструктуре и др. Данную методику моделирования можно использовать в любой сфере деятельности, включая онлайн-, мобильное, оперативное картографирование для территорий с горным и равнинным рельефом; также для других регионов. На основе исследования возможно создание современной системы информационного и научно-методического обеспечения туристской деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2019 N 2129-р (ред. от 23.11.2020). Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_333756/
2. Here [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.here.com/navteq>.
3. Wilson J.P. Environmental Applications of Digital Terrain Modeling. John Wiley & Sons Ltd., 2018. 360 p.
4. Елшина Т. Е., Нольфина М. А. Отображение рельефа светотенью на топографических картах средствами ГИС. Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). Новосибирск: СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 172–174.
5. Татаренко В. И., Елшина Т. Е., Утробина Е. С. Интеграция разнородных данных в геоморфологическом картографировании. Известия высших учебных заведений. Раздел геодезия и аэрофотосъемка. 2019. № 4/с. С. 103-108.
6. Елшина Т. Е., Сысоев А. В. Создание цифровых моделей горного рельефа в программе ArcGIS 10. От карты прошлого – к карте будущего: сб. науч. тр. в 3 т. Отв. ред. С. В. Пьянков; Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2017. Т. 2. С. 56–61.
7. Хромых О. В. Цифровые модели рельефа: учебное пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 178 с.
8. Бугаков П.Ю. Зарубежный опыт в области картографической генерализации трехмерных моделей городских территорий. Вестник СГУГиТ. Т. 22, № 1, 2017. С. 151–159.
9. Верещака Т.В., Ковалева О.В. Обзор и классификация методов и способов изображения рельефа на картах: монография. М.: Научный мир, 2016. 181 с.
10. Якубайлик О.Э., Кадочников А.А., Попов В.Г., Токарев А.В. Модель геоинформационной аналитической Интернет-системы для анализа состояния и презентации региона. Вестник СибГАУ. 2009. Вып. 4 (25). С. 61-66.
11. <https://docs.cntd.ru/document/424089660>
12. Gorr W.L., Kurland K.S. GIS Tutorial 1 for ArcGIS Pro: A Platform Workbook (GIS Tutorials). Esri Press, 2017. 482 p.
13. Allen D.W. GIS Tutorial 2: Spatial Analysis Workbook (GIS Tutorials). Esri Press, 2016. 344 p.

14. Carrivik J.L., Smith M.W., Quincey D.J. Structure from Motion in the Geosciences. Chichester, UK: Wiley-Blackwell, 2016. 208 p.
15. Florinsky Igor V. Digital Terrain Analysis in Soil Science and Geology. Oxford, UK: Academic Press is an imprint of Elsevier, 2012. 432 p.
16. Берлянт А.М. Картографический словарь. М.: Научный мир, 2005. 424 с.
17. Li Z., Zhu C., Gold C. Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology. CRC Press, 2004. 340 p.
18. Shaim i N.E., Valeo K., Habib A. Digital terrain modeling: collection, processing and application. Boston, Mass.; London: Publishing house Artech House, 2005. 257 p.
19. Кадочников А.А. Веб-сервисы и приложения для геоинформационного интернет-портала Института вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН. Материалы Международной конференции ИнтерКарто / ИнтерГИС 17. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Белокуриха, Денпасар 14-19 декабря 2011. С. 93–97.
20. Никулин А.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики: учеб. пособие. М.: ВНУ, 2005. 263 с.
21. Елшина Т.Е., Утробина Е.С., Сысоев А.В. Визуализация модели горного рельефа для WEB-карт. Вестник СГУГиТ. 2020. Т. 25, № 1. – С. 145-155. DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-145-155.

© Т. Е. Елшина, И. П. Кокорина, А. В. Сысоев, 2021