

Нгуен Чонг Тай

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИПСОМЕТРИЧЕСКОЙ КАРТЫ
ЛИСИНСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
И УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА**

Введение. К системным проблемам, сдерживающим эффективное лесоуправление, относятся недостаточная точность оценки лесоресурсного потенциала и относительно низкий уровень использования современных информационных технологий в лесном хозяйстве. Поэтому актуальна необходимость усовершенствования методов ресурсной и экологической оценки лесного фонда. Одним из таких методов является ландшафтный метод [Киреев, 1977].

Для организации землепользования и природопользования необходима разработка оперативных и эффективных методов оценки и картографирования лесных земель. Ландшафтный метод позволяет повысить точность и ускорить темпы оценки и картографирования земель лесопокрываемых территорий. Ландшафтно-морфологический анализ лесов проводится с применением методов ландшафтной интерпретации дистанционных и картографических источников информации, структурно-аналитического метода [Киреев, 2007]. Дальнейшими исследованиями [Алексеев, Никифоров, 2014] было показано, что рельеф должен быть принят во внимание для стратификации территорий лесного фонда при планировании и проведении инвентаризации лесных ресурсов.

Одним из предварительных этапов создания ландшафтной карты является составление гипсометрической карты изучаемой территории. Карта гипсометрическая (К.г.) – это общегеографическая карта с обозначением высот, высотных ступеней и рельефа в горизонталях. Составление иллюминированных К.г. является одним из методов ландшафтной интерпретации территории [Киреев, 2007]. Гипсометрическая карта дает геометрически точное изображение рельефа суши с помощью раскраски (по соответствующей цветовой шкале) высотных ступеней или горизонталей. Гипсометрическая карта наглядно показывает один из важных элементов литогенной основы изучаемой территории – рельеф природных территориальных комплексов. Она является одним из дополнительных картогра-

фических материалов при создании ландшафтной карты исследуемой территории.

Цель и задачи исследования. Исследование направлено на совершенствование инструментов ландшафтного подхода для изучения лесов на основе применения современных материалов дистанционного зондирования Земли и информационных технологий. К задачам исследования относились:

- разработка методики работ по формированию, представлению и анализу гипсометрических карт на основе данных цифровых моделей высот с применением ГИС-технологий,
- формирование и анализ гипсометрической карты изучаемой территории.

Методика исследования. Объектом исследования выбрана территория северо-западной части Лисинского научно-исследовательского и учебного полигона (ЛНИиУП) Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

Научной основой для проведения исследования стали учение о природных территориальных комплексах (ПТК) и их морфологической структуре Н.А. Солнцева и концепция лесного морфологического ландшафтоведения с методами ландшафтно-морфологического анализа лесов, разработанные Д.М. Киреевым [Солнцев, 1968; Киреев, 1977]. Была разработана методика применения всех без исключения элементов ландшафта и опознаваемых ПТК в качестве ландшафтных и экологических индикаторов [Киреев, 2007]. Такой подход расширил список ландшафтных источников информации. Помимо разнокачественных дистанционных материалов (аэрофото- и космических снимков) для изучения структуры ландшафтов были привлечены общегеографические, топографические, тематические карты, фондовые и литературные материалы [Нгуен, Киреев, 2017; Нгуен, Сергеева, 2018].

Особенностью методики ландшафтно-морфологического анализа территорий Д.М. Киреева является картографирование ландшафтов до проведения полевых исследований на основе анализа всех имеющихся ландшафтных источников информации (ЛИИ) и проектирование ландшафтных профилей и полевых маршрутов на основе предварительно созданной ландшафтной карты.

ГИС (географическая информационная система) – информационная система сбора, хранения, обработки, отображения и распространения пространственно координированных данных. Одно из оригинальных определений ГИС звучит так: «ГИС – это возможность нового взгляда на окружающий нас мир» [Шипулин, 2010]. Термин ГИС иногда употребляется и

в значении программного средства, программного продукта, обеспечивающего функционирование ГИС как системы.

Функциями ГИС являются ввод, интегрирование, хранение, обработка, анализ и представление географической информации. Если программный продукт не выполняет все перечисленные функции, он рассматривается как специализированное ГИС-приложение, предназначенное для удовлетворения специфических запросов пользователей [Шипулин, 2010]. ГИС может одновременно рассматриваться как инструмент научного исследования, технология и продукт ГИС-индустрии [Берлянт, 1997].

В середине 1950-х гг. в фотограмметрии возникло новое направление – цифровое моделирование рельефа (digital terrain modeling), или геоморфометрия (geomorphometry). По мере развития компьютерных и аэрокосмических технологий геоморфометрия оформилась в научную дисциплину, предметом которой являются математическое моделирование и анализ рельефа, а также взаимосвязей между ним и другими компонентами геосистем [Флоринский, 2016].

Важным вопросом при моделировании рельефа значительных по площади территорий, к которым относятся объекты лесоучетных работ (лесничества, лесные районы), является выбор исходных пространственных данных. Источниками данных для цифрового моделирования рельефа (ЦМР) могут служить топографические планы или карты (в аналоговом или цифровом виде), наборы высотных отметок, материалы стереоскопических съемок, готовые цифровые модели рельефа или поверхности (матрицы высот) [Алексеев, Никифоров, 2014; Алексеев, Черниковский, 2019a].

Использование ЦМР существенно расширяет возможности компьютерного картографирования. Проведенные нами исследования показали, что ограничения по тематике научных исследований практически отсутствуют; можно создавать самые разнообразные цифровые модели рельефа: экологические, геологические, гидрогеологические, морфометрические и др.

Значительное число публикаций посвящено определению точностных характеристик модели SRTM (Shuttle radar topographic mission – радарная топографическая съемка), сравнению SRTM с иными моделями высот или результатами наземных съемок, оценке возможностей использования модели для создания топографических карт [Оньков, 2012; Rabus, 2003].

Одним из наиболее доступных и рациональных способов создания тематических карт по материалам дистанционного зондирования на основе ЦМР является их обработка средствами ГИС-технологий.

Для решения поставленных в исследовании задач использовались следующие программные средства: ГИС ArcGIS 10.2, ГИС Mapinfo 15, программы Google Earth и MS Excel.

Результаты исследования. С помощью программы Google Earth были определены границы области исследования (части территории ЛНИиУП) между $30^{\circ}17'$ и $30^{\circ}37'$ восточной долготы и, соответственно, $59^{\circ}27'$ и $59^{\circ}37'$ северной широты. Границы сохранены в виде векторного полигона. На изучаемой территории расположены части Любанского, Учебно-опытного и Гатчинского лесничеств (рис. 1). Территория относится к двум различным ландшафтам – Ижорскому и Лужско-Тосненскому. Площадь объекта составляет 39700 га, протяженность с запада на восток – 14,3 км, с севера на юг – 27,8 км.



Рис 1. Расположение объекта исследования на материалах космической съемки Google

Fig. 1. Location of the study plot on Google satellite imagery

Для создания гипсометрической карты изучаемой территории использовалась цифровая модель высот SRTM. Поиск и загрузка данных модели высот SRTM выполнялись с помощью сервиса Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). На основе векторных границ области исследования, определенных ранее с помощью Google Earth, был выбран и загружен соответствующий фрагмент модели SRTM размером $1 \times 1^\circ$ и разрешением около 30 м. Далее из полученного фрагмента модели SRTM был выделен (вырезан средствами ГИС) участок, относящийся к области исследования (рис. 2).

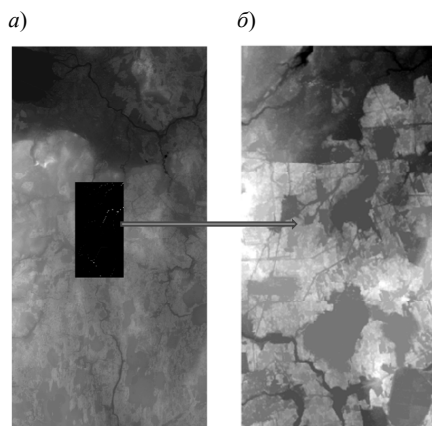


Рис. 2. Выбор данных SRTM для области исследования: а – фрагмент матрицы SRTM размером $1 \times 1^\circ$ с границами области исследования (область исследования показана в виде черного прямоугольника); б – участок матрицы SRTM в пределах границ области исследования

Fig. 2. Selection of SRTM data for the study area:
а – $1 \times 1^\circ$ fragment of SRTM matrix with survey area boundaries (survey area is shown as a black rectangle);
б – A section of the SRTM matrix within the study area boundaries

Последовательность создания гипсометрической карты на основе данных SRTM с помощью ГИС включала следующие основные этапы:

- 1 – построение изолиний (горизонталей);
- 2 – создание векторного слоя с объектами гидрографии;
- 3 – совмещение и анализ данных.

Для построения изолиний (горизонталей) в ГИС возможно использование различных инструментов и исходных данных. В ГИС ArcGIS, используемой при проведении исследования, доступны следующие инструменты: «изолиния» (Contour) при использовании в качестве исходных данных растрового слоя, «изолиния по значениям» (Contour List) при использовании списка значений изолиний, «изолиния с барьерами» (Contour With Barriers) при генерировании изолиний на основе растровых данных с разрывами (барьерами). Результат построения изолиний на исследуемую территорию показан на рис. 3,а.

Создание векторного слоя с объектами гидрографии выполнялось с помощью модуля Spatial Analyst в ГИС ArcGIS. Инструменты гидрологического моделирования, содержащиеся в данном модуле, позволяют оценивать такие характеристики поверхности рельефа, связанные с гидрографией, как направление потока, суммарный сток, границы водоразделов, моделирование сетей водотоков. На рис. 3,б показан векторный слой с объектами гидрографии, построенный средствами ГИС.

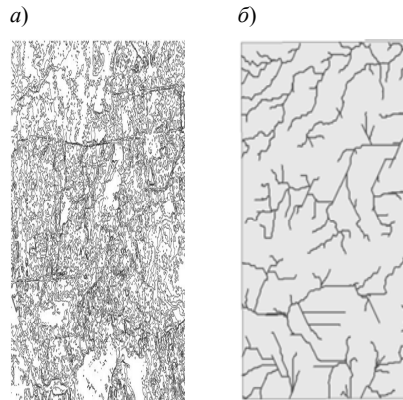


Рис. 3. Результаты цифрового моделирования рельефа на территорию исследования: а – карта горизонталей (изолиний), б – векторный слой с объектами гидрографии

Fig. 3. Results of digital elevation modeling for the study area: а – contour map (isolines), б – vector layer with hydrographic objects

Полученные результаты цифрового моделирования рельефа были совмещены в едином проекте в ГИС. Для формирования гипсометрической карты средствами ArcGIS была выполнена переклассификация участков по группам высот над уровнем моря с шагом 5 м (рис. 4).

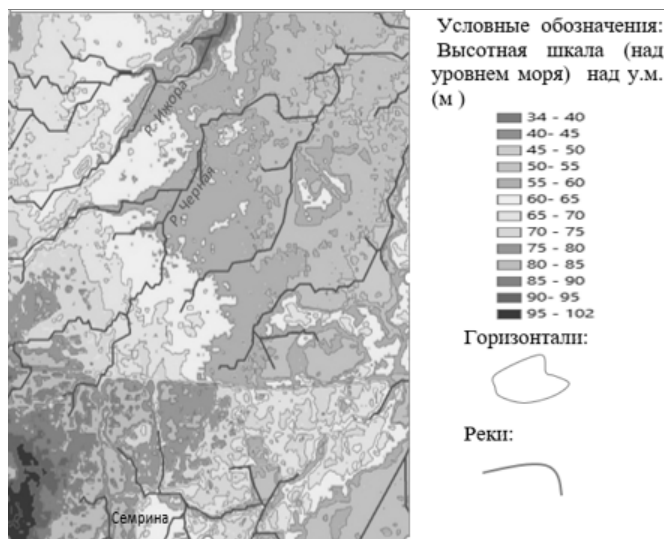


Рис. 4. Фрагмент гипсометрической карты

Fig. 4. Fragment of the hypsometric map

Далее набор результатов цифрового моделирования рельефа (слои с объектами гидрографии, горизонталями, полигонами участков по группам высот) был экспортирован в ГИС MapInfo (рис. 5). Средствами ГИС MapInfo определены площади участков, относящихся к одним и тем же группам высот, сформированы таблицы атрибутивных данных, выполнены статистические оценки.

Атрибутивные данные об объектах гипсометрической карты для удобства дальнейшей обработки (получения итогов, проведения статистических расчетов, использования формул) и представления экспортировали из ГИС MapInfo в программу MS Excel. Такой путь позволяет значительно облегчить процессы интерпретации гипсометрической карты и последующего ландшафтного планирования. Распределение площадей изучаемой территории по высоте над уровнем моря показано в таблице.

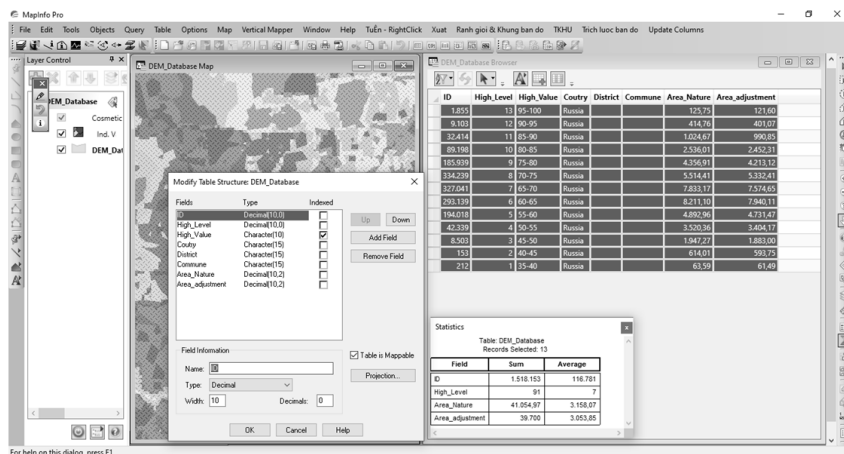


Рис. 5. Использование ГИС MapInfo для управления атрибутивными данными гипсометрической карты

Fig. 5. Using MapInfo GIS to manage the attribute data of the hypsometric map

Распределение исследуемой площади по высоте над уровнем моря

Elevation distribution of the study area

Номер площади	Шкала высот	Площадь, га	Доля площади, %
1	34–40	61,49	0,15
2	40–45	593,75	1,50
3	45–50	1883	4,74
4	50–55	3404,17	8,57
5	55–60	4731,47	11,92
6	60–65	7940,11	20,00
7	65–70	7574,65	19,08
8	70–75	5332,41	13,43
9	75–80	4213,12	10,61
10	80–85	2452,31	6,18
11	85–90	990,85	2,50
12	90–95	401,07	1,01
13	95–102	121,6	0,31
Итого		39700	100.00

В результате анализа сформированной гипсометрической карты (см. рис. 4) получены следующие выводы:

- высоты над уровнем моря на изучаемой территории составляют от 34 до 102 м;
- наблюдается постепенное общее снижение высоты в направлении от северо-запада к юго-востоку;
- течение большинства рек также направлено с северо-запада на юго-восток;
- участки с высотами 60–75 м н. у.м. занимают более 52% всей площади.

Предложенная методика составления и анализа гипсометрических карт с помощью цифрового моделирования рельефа и ГИС-технологий может служить инструментом современного ландшафтного анализа. Методика позволяет формировать динамичную и наглядную систему представления пространственных данных о ландшафтах. Ряд операций (построение горизонталей, определение площадей, выполнение статистических расчетов, представление карт) при этом выполняется значительно эффективнее, чем при традиционной «ручной» обработке.

Гипсометрические карты, представленные средствами ГИС, позволяют выполнять разносторонний анализ изучаемой территории совместно с другими пространственными данными (материалами дистанционного зондирования Земли, лесными картами, геоинформационными данными лесостроительства). Такой анализ может использоваться для оценки ландшафтных характеристик изучаемой территории, выявления и уточнения природных рубежей, планирования хозяйственных мероприятий на основе ландшафтного подхода. Например, переклассификация слоя гипсометрической карты с разным шагом (5, 10, 20 м и т. д.) позволяет уточнять границы ландшафтных фаций и урочищ.

Набор пространственных данных, включая гипсометрические карты, может использоваться для составления и представления ландшафтно-морфологических карт. Ландшафтно-морфологические карты являются многолетней научной основой ведения разнотипного хозяйства и природопользования на изучаемой территории. Они могут служить основой мониторинга состояния, использования лесов и лесных земель. На основе ландшафтно-морфологических карт можно вести непрерывную оценку и инвентаризацию природных ресурсов: земельных, воздушных, водных, растительных и животных [Киреев, 2007].

Выводы

В результате проведенного исследования продемонстрирована методика работ по формированию, представлению и анализу гипсометрических карт на основе данных SRTM с применением ГИС-технологий; сформирована гипсометрическая карта изучаемой территории с шагом 5 м по высоте, окрашенная по группам высот; указаны возможные направления применения гипсометрических карт, составленных на основе ГИС-технологий.

Библиографический список

Алексеев А.С., Никифоров А.А. Влияние рельефа на структуру и продуктивность лесных ландшафтов с применением 3D-моделирования на примере Лисинского учебно-опытного лесхоза // Лесоведение. 2014. № 5. С. 42–53.

Алексеев А.С., Черниковский Д.М. Анализ связей структуры и продуктивности лесов с морфометрическими характеристиками рельефа на примере ландшафтов Ленинградской области // Лесоведение. 2020. № 2. С. 99–114.

Анненская Г.Н., Видина А.А., Жучкова В.К., Коноваленко В.Г., Мамай И.И., Позднеева М.И., Смирнова Е.Д., Солнцев Н.А., Цесельчук Ю.Н. Морфологическая структура географического ландшафта / под ред. Н.А. Солнцева. М.: Изд-во МГУ, 1962. 55 с.

Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. М.: МГУ, 1997. 64 с.

Киреев Д.М. Методы изучения лесов по аэроснимкам. Новосибирск: Наука, 1977. 212 с.

Киреев Д.М. Ландшафтоведение. Лесное ландшафтоведение: учеб.-науч. изд. СПб.: СПб ГЛТА, 2007. 604 с.

Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник. М.: КДУ, 2008. 424 с.

Нгуен Ч.Т., Киреев Д.М. Некоторые ландшафтные особенности Ижорского плато // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: матер. молодежной Междунар. науч.-практ. конф. 29–30 ноября 2017 г, Санкт-Петербург. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. С. 94–95.

Нгуен Ч.Т., Сергеева В.Л. Сравнительный анализ структуры двух смежных ландшафтов Ленинградской области // Актуальные вопросы лесного хозяйства : матер. II молодежной Междунар. науч.-практ. конф. 23–24 мая 2018 г. СПбГЛТУ, 2018. С. 211–213.

Оньков И.В., Шилыева О.Ю., Онянова Т.А. Исследование точности радарных ЦМР, построенных по снимкам ALOS/PALSAR и модели SRTM, в зависимости от вида отражающей поверхности // Геоматика. 2012. № 4. С. 33–36.

Солнцев Н.А. К теории природных комплексов // Вестник МГУ. 1968. № 3. С. 14–27.

Флоринский И.В. Иллюстрированное введение в геоморфометрию // Пространство и Время : [электрон. науч. изд.; альманах]. 2016. Т. 11. Вып. 1: Систе-

ма планета Земля. Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprov_r_e-ast11-1.2016.71 (дата обращения: 16.06.2018).

Черниковский Д.М., Алексеев А.С. Метод определения характеристик лесов на основе материалов дистанционного зондирования Земли, данных лесоустройства и алгоритма k-NN (на примере Лодейнопольского лесничества Ленинградской области) // Лесной журнал (Известия высших учебных заведений). 2019. №4. С. 45–65. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.45

Черниковский Д.М., Алексеев А.С. Определение средних высот и запасов древостоев на основе обработки информации топографической радарной съемки, цифровых моделей рельефа и ГИС технологий // Труды СПИРАН. 2019. Т. 18, № 2. С. 416–441. ISSN 2078-9181 (печ.); ISSN 2078-9599 (онлайн).

Черниковский Д.М. Оценка взаимосвязей морфометрических характеристик рельефа с количественными и качественными характеристиками лесов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. Вып. 216. С. 69–90.

Шипулин В.Д. Основные принципы геоинформационных систем: учеб. пособие. Харьков: ХНАГХ, 2010. 337 с.

Rabus B., Eineder M., Roth A., Bamler R. The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by space borne radar // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2003. Vol. 57. P. 241–262.

URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

References

Alekseev A.S., Nikiforov A.A., Surficial topography controls of the structure and productivity off forest landscapes: analysis with 3D-modeling based on GIS-technology application (Lisino experimental forest station). *Lesovedenie*, 2014, no. 5, pp. 42–53. (In Russ.)

Alekseev A.S., Chernikhovskii D.M., The analysis of Relations between the Forests Structure and Productivity and Morphometric Characteristics of Landscape on the Example of Leningrad Oblast Landscapes). *Lesovedenie*, 2020, no. 2, pp. 99–114. (In Russ.)

Annenskaya G.N., Vidina A.A., Zhuchkova V.K., Konovalenko V.G., Mamay I.I., Pozdneeva M.I., Smirnova E.D., Solntsev N.A., Tseselchuk Yu.N. Morphological structure of the geographical landscape. Ed. ON. Solntseva. M.: publishing house of Moscow State University, 1962. 55 p. (In Russ.)

Berlyant A.M. Geoinformation mapping/ A.M. Berlyant. M.: Moscow State University, 1997. 64 p. (In Russ.)

Florinsky I.V. An Illustrated Introduction to Geomorphometry. *Electronic Scientific Edition Almanac Space and Time 11.1 (The Earth Planet System)*, 2016. Web. <2227-9490e-aprov_r_e-ast11-1.2016.71>. (In Russ.)

Kireev D.M. Methods for studying forests from aerial photographs. Novosibirsk: Nauka, 1977. 212 p. (In Russ.)

Kireev D.M. Landscape science. Forest landscape science: textbook-scientific. ed. SPb.: SPbGLTA, 2007. 604 p. (In Russ.)

Lurie I.K. Geoinformation mapping. Methods of geoinformatics and digital processing of space images: textbook. M.: KDU, 2008. 424 p. (In Russ.)

Nguyen Ch.T., Kireev D.M. Some landscape features of the Izhora plateau/ Actual issues in forestry: Materials of the youth international scientific and practical conference 29–30 November 2017, St. Petersburg. St. Petersburg: Polytechnic University press, 2017, pp. 94–95. (In Russ.)

Nguyen T.T., Sergeeva V.L. Comparative analysis of the structure of two adjacent landscapes of the Leningrad region. *Materials of the II Youth International Scientific and Practical Conference «Actual Issues of Forestry»* May 23–24, 2018. SPbGLTU, 2018, pp. 211–213. (In Russ.)

Onkov I.V., Shilyaeva O.Yu., Onyanova T.A. Investigation of the accuracy of radar DEMs built based on ALOS / PALSAR images and SRTM model, depending on the type reflective surface. *Geomatics*, 2012, no. 4, pp. 33–36. (In Russ.)

Solntsev N.A. Towards the theory of natural complexes. *Moscow State University Bulletin*, 1968, no. 3, pp. 14–27. (In Russ.)

Chernikhovskii D.M., Alekseev A.S., The method for Determining Forest Characteristics Based on Earth Remote Sensing Materials. Forest Management Data and the k-NN Algorithm (Case study of Lodeynopolskoe Forest District of Leningrad Region). *Forest magazine*, 2019, no. 4, pp. 45–65. DOI: 10.17238/ISSN 0536-1036.2019.4.45. (In Russ.)

Chernikhovskii D.M., Alekseev A.S., The termination of average heights and reserves of forest stands based on the processing of information from topographic radar surveys, digital terrain models and GIS technologies. *Proceedings of SPIRAN*, 2019, vol. 18, no. 2, pp. 416–441. ISSN 2078-9181 (print); ISSN 2078-9599 (online). (In Russ.)

Chernikhovsky D.M. Assessment of relations hips between morphometric characteristics of relief with quantitative and qualitative characteristics of forests. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2016, is. 216, pp. 69–90. (In Russ.)

Shipulin V.D., Basic principles of geographic information systems: Textbook. manual. Kharkov: KhNAGKh, 2010. 337 p. (In Russ.)

Rabus B., Eineder M., Roth A., Bamler R. The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2003, vol. 57, pp. 241–262.

URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Материал поступил в редакцию 23.12.2020

Нгуен Чонг Тай. Применение геоинформационных технологий для создания гипсометрической карты Лисинского научно-исследовательского и учебного полигона // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 234. С. 152–165. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.234.152-165

Разработана методика составления и анализа гипсометрических карт на основе применения геоинформационных технологий. Установлено, что высоты над уровнем моря на изучаемой территории составляют от 34 до 102 м; наблюдается постепенное общее снижение высоты в направлении от северо-запада к юго-востоку, как и течение большинства протекающих здесь рек. Проведен статистический анализ полученных результатов, определено распределение площадей изучаемой территории по высоте над уровнем моря, показано, что участки с высотами 60–75 м над уровнем моря занимают более 52% всей изучаемой площади. Предложенная методика составления и анализа гипсометрических карт с помощью цифрового моделирования рельефа и ГИС-технологий может служить инструментом современного ландшафтного анализа. Методика позволяет формировать динамичную и наглядную систему представления пространственных данных о ландшафтах. Ряд операций (построение горизонталей, определение площадей, выполнение статистических расчетов, представление карт) при этом выполняется значительно эффективнее, чем при традиционной «ручной» обработке. Гипсометрические карты, представленные средствами ГИС, позволяют выполнять разносторонний анализ изучаемой территории совместно с другими пространственными данными (материалами дистанционного зондирования Земли, лесными картами, геоинформационными данными лесоустройства). Такой анализ может использоваться для оценки ландшафтных характеристик изучаемой территории, выявления и уточнения природных рубежей, планирования хозяйственных мероприятий на основе ландшафтного подхода. Например, переклассификация слоя гипсометрической карты с разным шагом (5, 10, 20 м и т. д.) позволяет уточнять границы ландшафтных фаций и урочищ. Набор пространственных данных, включая гипсометрические карты, может использоваться для составления и представления ландшафтно-морфологических карт. Ландшафтно-морфологические карты являются многолетней научной основой ведения разнонаправленного хозяйства и природопользования на изучаемой территории. Они могут служить основой мониторинга состояния, использования лесов и лесных земель. На основе ландшафтно-морфологических карт можно вести непрерывную оценку и инвентаризацию природных ресурсов: земельных, воздушных, водных, растительных и животных популяций.

Ключевые слова: гипсометрическая карта, лесные земли, ГИС, SRTM, ЦМР, высота, горизонталы, ландшафтная карта.

Nguyen Trong Tai. Application of geoinformation technologies to create hypsometric map of the Lisinsky research and training ground. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2021, is. 234, pp. 152–165 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2021.234.152-165

The article develops a methodology for the compilation and analysis of hypsometric maps based on the use of geoinformation technologies. It is established

that the heights above sea level in the studied area are from 34 to 102 m, there is a gradual general decrease in altitude in the direction from the northwest to the southeast, as well as the flow of most of the rivers flowing here. The statistical analysis of the obtained results, the distribution of areas in the study area height above sea level, it is shown that the areas with altitudes of 60-75 m above sea level is more than 52% of all the studied area. The proposed method of drawing up and analyzing hypsometric maps using digital terrain modeling and GIS technologies can serve as a tool for modern landscape analysis. The method allows you to create a dynamic and visual system for presenting spatial data about landscapes. A number of operations (building horizontals, determining areas, performing statistical calculations, presenting maps) are performed much more efficiently than with traditional «manual» processing. Hypsometric maps provided by GIS, allow you to perform various types of analysis in the study area in conjunction with other spatial data (remote sensing, forest maps, GIS data inventory). Such an analysis can be used to assess the landscape characteristics of the studied territory, identify and clarify natural boundaries, and plan economic activities based on the landscape approach. For example, the reclassification of the hypsometric map layer with different steps (5, 10, 20 m, etc.) allows you to specify the boundaries of landscape facies and tracts. A set of spatial data, including hypsometric maps, can be used to create and present landscape-morphological maps. Landscape-morphological maps are a long-term scientific basis for conducting multidirectional farming and nature management in the studied territory. They can serve as a basis for monitoring the state and use of forests and forest land. On the basis of landscape-morphological maps, it is possible to conduct a continuous assessment and inventory of natural resources: land, air, water, plant and animal populations.

Key words: Hypsometric map, forest land, GIS, SRTM, DEM, height above sea level, landscape map.

НГУЕН Чонг Тай – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: trongtaiqo@gmail.com.

NGUYEN Trong Tai – PhD student, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: trongtaiqo@gmail.com