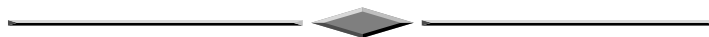


# ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ФОТОГРАММЕТРИЯ



УДК 528.91:502

DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-96-105

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Елена Павловна Хлебникова*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-08-66, e-mail: e.p.hlebnikova@sgugit.ru

*Станислав Андреевич Арбузов*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-08-66, e-mail: s.a.arbuzov@sgugit.ru

В настоящее время существуют проблемы, обусловленные традиционными способами сбора, хранения и обработки данных, связанных с учетом численности диких животных и определением квот добычи соответствующих видов охотничьих ресурсов.

Целью данной работы является создание специализированной геоинформационной системы для решения задач мониторинга особо охраняемых природных территорий.

Основой предлагаемого метода является комплексное использование векторных и растровых геопространственных данных, включающих в себя космические снимки, тематические и топографические карты, цифровую модель рельефа, маршруты патрулирования и регистрации диких животных различных видов и т. д. В результате проделанной работы была сформирована специализированная геоинформационная система как многофункциональный и действенный инструмент, предназначенный для решения задач мониторинга особо охраняемых природных территорий на примере ресурсного резервата «Джероно».

**Ключевые слова:** мониторинг, особо охраняемые природные территории, ресурсный резерват, геопространственные данные, маршруты учета, космические снимки, вегетационные индексы, цифровая модель рельефа, геоинформационная система.

### *Введение*

Особо охраняемые\* природные территории (ООПТ) – это участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются

---

\* Слово *особоохраняемый* в соответствии с современными правилами русского языка пишется слитно (см.: Русский орфографический словарь: около 200 000 слов / Российская академия наук ; Институт русского языка им. В. В. Виноградова / под ред. В. В. Лопатина, О. Е. Ивановой. Изд. 4-е, испр. и доп. М., 2013, с. 459). В статье раздельное написание слова *особо охраняемый* дано в соответствии с Федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях» и с устоявшейся традицией. – *Прим. ред.*

природные комплексы и объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны [1].

Управляемый ресурсный резерват (РР) предполагает щадящее использование экосистем, природных ресурсов и охрану производных природных экосистем.

Все задачи, решаемые в рамках ООПТ, в целом разделены на четыре категории [2–5]: задачи администрации; задачи отдела охраны; задачи научного отдела; задачи отдела экопросвещения.

Анализ существующей системы накопления и хранения данных в ООПТ позволяет сформулировать следующие основные проблемы:

- за время существования системы ООПТ многие виды информации и материалы о проводимых работах, а также данные о растительности и животных, описание почв и ландшафтов собирались (во многих местах до сих пор собираются и фиксируются) в форме рукописных отчетов с использованием топографической основы;

- характерными особенностями систем ООПТ являются их «закрытость», сложность получения данных, собранных на территории, плохо налаженный обмен информацией между ООПТ, отсутствие унифицированной системы хранения данных;

- указанные факторы в совокупности не позволяют получать, сравнивать между собой многолетние данные, полученные в разных ООПТ, и эффективно их использовать.

Практический выход из сложившейся ситуации со сбором, хранением и обработкой данных по ООПТ может быть реализован посредством использования возможностей геоинформационных систем (ГИС) [6–15].

### ***Методы и материалы***

Ресурсный резерват (РР) республиканского значения «Джероно» относится к числу национальных природных резерватов – особо охраняемым природным территориям Республики Саха (Якутия), образован Постановлением Совета Министров ЯАССР от 04.12.1969.

Несмотря на то, что данная территория является особо охраняемой, по согласованию с Министерством экологии, природопользования и лесного хозяйства Республики Саха (Якутия) (далее – Минэкологии РС(Я)), при условии сохранения природных комплексов и объектов, на ней допускается:

- проведение научно-исследовательских работ;
- проведение в необходимых случаях противопожарных, санитарных и эпидемиологических мероприятий;

- проведение восстановительных мероприятий на участках, пострадавших от стихийных бедствий или нарушенных несанкционированной деятельностью

человека, а также мероприятий, направленных на предотвращение изменений природных комплексов в результате хозяйственной деятельности на сопредельных территориях;

- в отдельных случаях регулируемый туризм и отдых в природных условиях;
- создание рыбозаводных комплексов, питомников-репродукторов;
- строительство объектов, необходимых для научных исследований, туризма и отдыха населения;
- ведение традиционной хозяйственной деятельности;
- любительская и спортивная охота, рыболовство в установленном законодательством порядке;
- транзитный проход по установленным маршрутам работников коллективных хозяйств, родовых общин и других землепользователей на закрепленные участки;
- проведение работ по геологическому изучению недр по согласованию с Минэкологии РС(Я) [7].

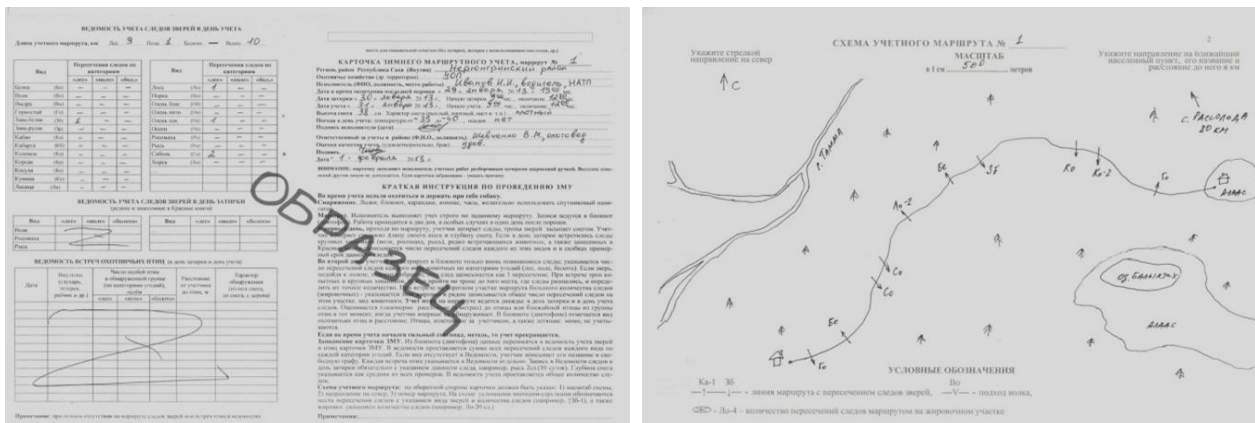
РР «Джероно» расположен в Центральной Якутии на территории Хангаласского улуса, в 30 км западнее г. Покровска. Общая площадь составляет 77 166 га [3].

На территории резервата (по литературным источникам) возможно произрастание семи видов редких и находящихся под угрозой исчезновения растений (Красная книга Республики Саха (Якутия), 2000). К охотничье-промысловым видам животных, обитающих на территории, относятся заяц-беляк, белка, ондатра, горностай, колонок, соболь, волк, обыкновенная лисица, бурый медведь, рысь, россомаха, дикий северный олень, лось, изюбрь, кабарга и косуля.

Ежегодно госинспекторы Минэкологии РС(Я) проводят зимний маршрутный учет диких животных на ООПТ республики. Зимний маршрутный учет (ЗМУ) – метод, позволяющий оценить численность зверей на маршруте по количеству их следов на снегу [3]. Данные учета численности зверей и птиц методом ЗМУ используются при определении квот добычи соответствующих видов охотничьих ресурсов, норм допустимой добычи охотничьих ресурсов и норм пропускной способности охотничьих угодий, принятии решения органами государственной власти о регулировании численности охотничьих ресурсов, осуществлении анализа состояния популяций охотничьих ресурсов [3]. Эти данные во многих ООПТ по-прежнему фиксируются на бумажных носителях в ведомостях ЗМУ: карточках ЗМУ и схемах учетного маршрута (рис. 1), что усложняет их использование в ГИС.

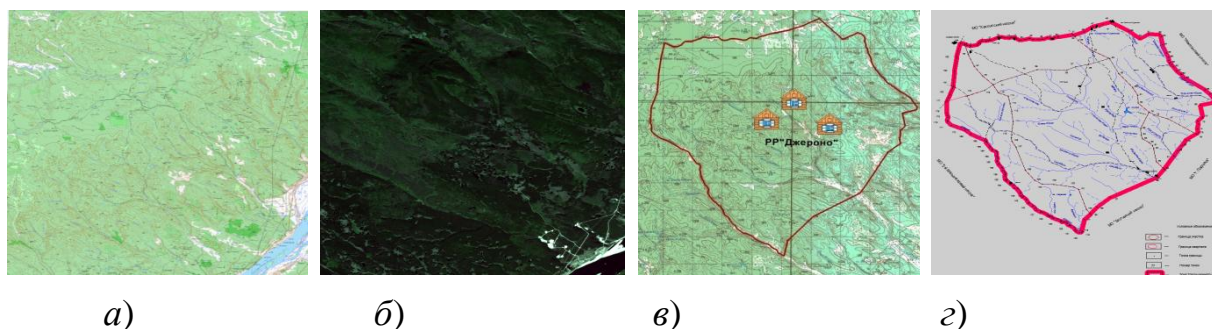
В качестве дополнительных данных для создания специализированной ГИС на территорию РР «Джероно» были собраны следующие материалы (рис. 2):

- растровая топографическая карта (Р-52-21,22) масштаба 1 : 200 000 в проекции СК-42;
- космический снимок Landsat-8;
- карта расположения кордонов и аншлагов;
- электронная векторная карта РР «Джероно» масштаба 1 : 100 000 в проекции СК-42.



а) б)

Рис. 1. Ведомость ЗМУ:  
а) карточка ЗМУ; б) схема маршрутного учета



а) б) в) з)

Рис. 2. Дополнительные данные:  
а) растровая топографическая карта; б) космический снимок Landsat; в) карта расположения кордонов и аншлагов; з) векторная карта

### Результаты

В настоящее время на многие географические объекты можно получить готовую цифровую модель рельефа (ЦМР) [16], скачав ее с соответствующих интернет-ресурсов (например, SRTM, ASTER GDEM). Однако на территорию РР «Джероно» открытые данные о рельефе либо отсутствуют (территория Якутии представлена только вдоль русла реки Лены), либо имеют низкие точностные характеристики. В силу указанных причин ЦМР на интересующую местность формировалась по топографической карте в программном продукте (ПП) ГИС КАРТА 2011. Этапы и результат построения ЦМР показаны на рис. 3.

Наличие данных дистанционного зондирования (в рассматриваемом случае использовались многозональные космические снимки, полученные съемочной системой Landsat-8) позволяет получить разнообразные сведения для проведения мониторинга экосистем.

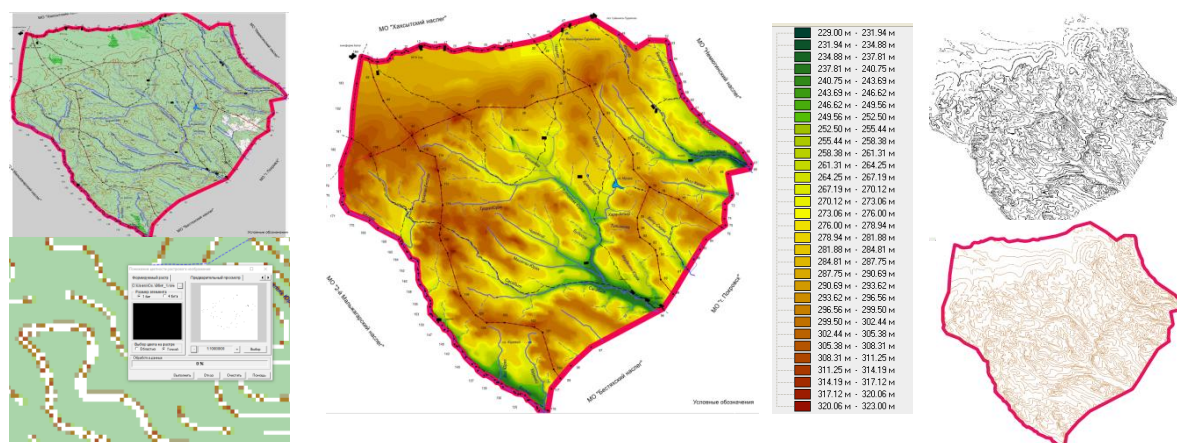


Рис. 3. Построение ЦМР

В этом аспекте работы можно вести по многим направлениям, таким как оценка и мониторинг состояния растительного покрова, выявление определенных типов объектов, определение любого рода изменений на территории и т. д. В качестве примера на рис. 4 показаны результаты автоматизированного дешифрирования [17] одного из снимков, вычисления вегетационных индексов NDVI [6] и проведения процедуры улучшения пространственного разрешения многозонального снимка за счет использования панхроматического канала.

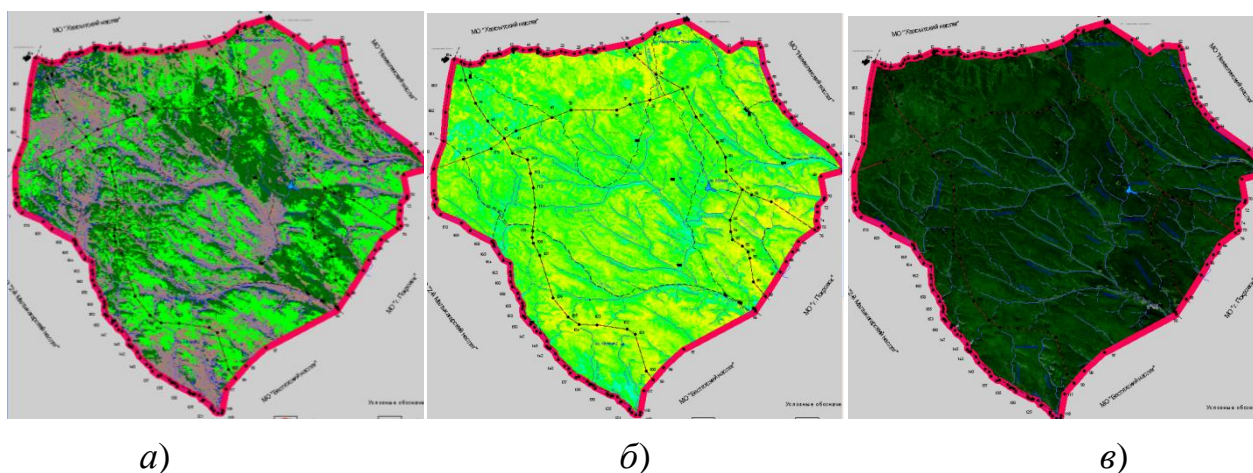


Рис. 4. Результаты обработки космических снимков:  
а) классификация; б) NDVI; в) пространственное улучшение

Для решения основополагающей задачи по созданию объектов ЗМУ в векторных слоях карты [18–20] были созданы треки маршрутов ЗМУ, исходя из полевых схем маршрутов, в которых указаны координаты начала, перегибов и концов треков (в семантику были добавлены название маршрута и ФИО инспектора, который его осуществлял). Далее были добавлены отмеченные на схемах ЗМУ места пересечения треков животными как точечные объекты с се-

манткой «дата учета» и «количество следов животных». Даты учета животных были взяты с карточек ЗМУ, а расположение самих следов животных – со схем ЗМУ. Пример полученных треков приведен на рис. 5.

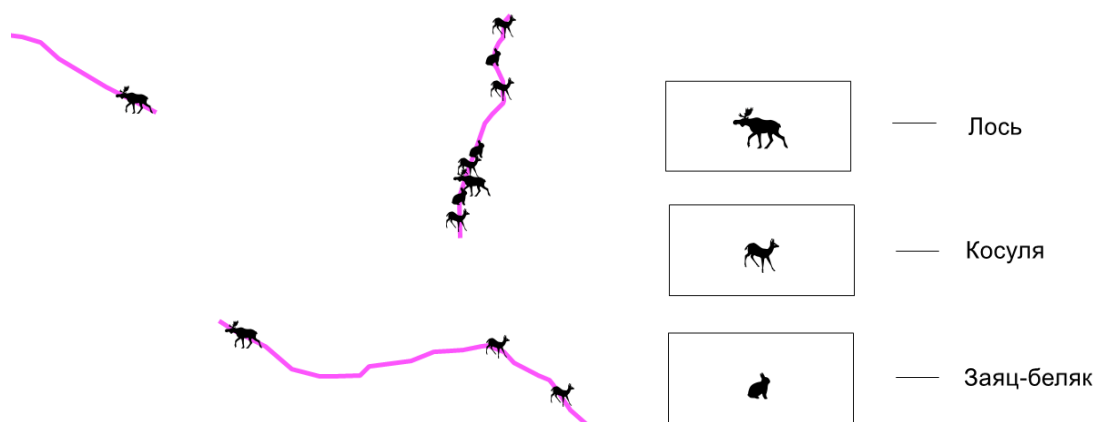


Рис. 5. Треки ЗМУ

В ходе создания объектов ЗМУ в векторную карту были добавлены объекты ЗМУ по следующим слоям: маршруты ЗМУ; пересечение следов животных с маршрутами ЗМУ; расположение кордонов и аншлагов.

В результате проведенных работ на основе ПП ГИС КАРТА 2011 при использовании геопространственных данных в виде вышеперечисленных слоев была получена открытая прикладная ГИС на территорию РР «Джероно». Вариант наполнения ГИС для нужд мониторинга ООПТ в общем виде представлен на рис. 6.

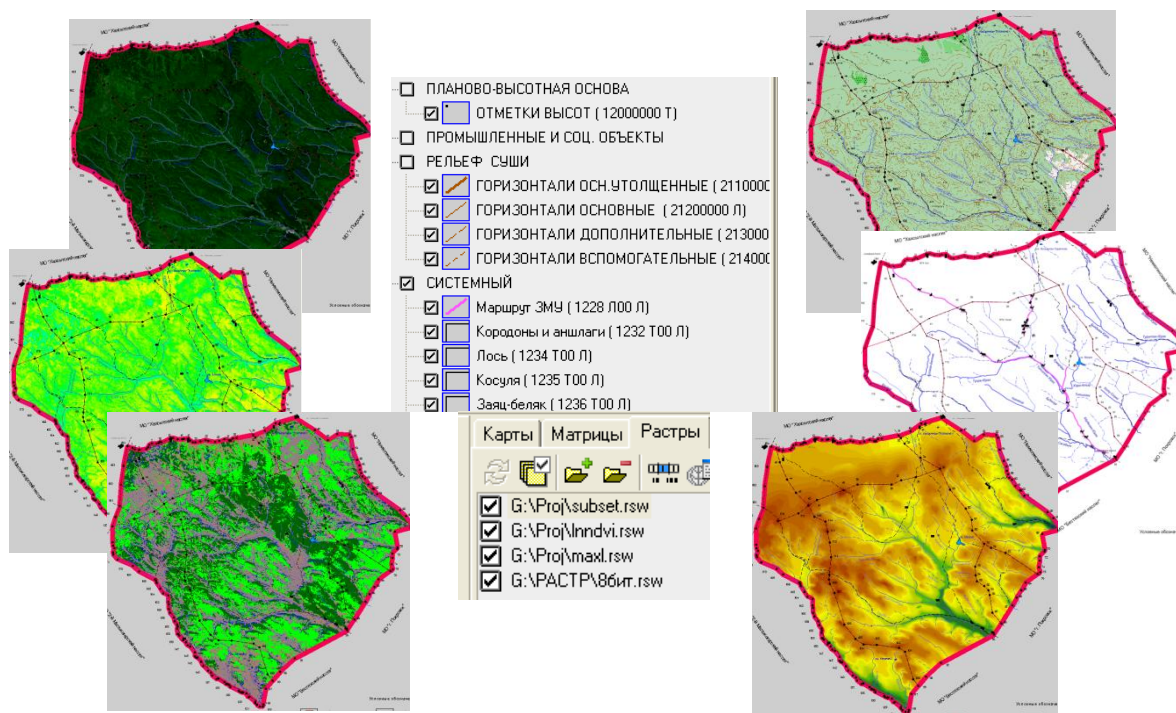


Рис. 6. Вариант наполнения ГИС на территорию РР «Джероно»

### **Обсуждение**

По результатам проделанной работы можно отметить следующие:

- активное и целенаправленное внедрение современных цифровых методов мониторинга ООПТ является насущной и актуальной задачей не только регионального, но и государственного масштаба;
- основной причиной «торможения» данного процесса «на местах» является отсутствие как материально-технической базы, так и уровня квалификации исполнителей;
- создание специализированных ГИС на ООПТ требует соответствующего программного обеспечения и грамотного персонала;
- наличие специализированных ГИС значительно облегчает решение задач по мониторингу, контролю и прогнозированию развития ситуации на местах;
- накопление многолетних электронных баз данных по количеству и областям распространения диких промысловых животных позволит проводить детальный анализ специфики их миграции и локализации, что должно привести к целесообразному определению квот и количеству выдаваемых лицензий;
- дополнение ГИС данными об ареалах распространения редких представителей флоры и фауны позволят оптимизировать меры по их охране;
- наличие дополнительных наглядных данных, полученных при помощи ДДЗ, может значительно повысить эффективность решения задач в рамках ООПТ;
- использование современных технологий позволит решить проблему информирования общественности в целях экопросвещения и пр.

### **Заключение**

В ходе проделанной работы на примере территории ресурсного резервата «Джероно» была получена открытая прикладная ГИС на основе геопространственных данных. Сформированная электронная карта включает в себя следующие слои: векторную карту с объектами маршрутов патрулирования и регистрации следов животных; топографическую карту; космические снимки на разные даты; цифровую модель рельефа; тематические карты, полученные в результате автоматизированного дешифрирования многозональных космических снимков; карты состояния растительности (NDVI). При наличии прочей соответствующей информации этот список может быть продолжен.

Благодаря геопространственным данным, заложенным в подобную специализированную ГИС, можно провести мониторинг количества и распространения животных, осуществить выявление патологии лесов, исходя из рельефа местности можно планировать прокладку новых маршрутов патрулирования с учетом вида передвижения (пеший / на транспорте), а также обосновать необходимость расширения либо сокращения территории ресурсного резервата и многое другое. Возможно использовать имеющиеся данные для информирования общественности в целях экопросвещения, туризма и пр.

Использование регулярно получаемых космических снимков позволит проводить мониторинг негативных явлений (пожары, эпидемии и т. д.), отслеживать динамику изменения ландшафтов, выявлять несанкционированную хозяйственную деятельность и строительство на территории ресурсного резервата, а также выявлять опасные экзогенные процессы.

В качестве дальнейших перспектив следует предположить, что использование представленного опыта при наличии более обширных наборов разноплановых геопространственных данных на определенную местность позволит получить многофункциональный и действенный инструмент для реализации задач цифровой экономики в рамках мониторинга ООПТ.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об особо охраняемых природных территориях [Электронный ресурс] : федер. закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Всемирный фонд дикой природы (WWF). Развитие системы особо охраняемых природных территорий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://new.wwf.ru/what-we-do/bio/development-of-system-of-especially-protected-natural-territories> (дата обращения: 12.06.2017).
3. Дирекция биологических ресурсов и ООПТ Министерства охраны природы РС(Я) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dbr-yakutia.ru/deyatelnost> (дата обращения: 16.06.2019).
4. Черных Д. В. Особо охраняемые природные территории и основы территориальной охраны природы : учеб. пособие. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2014. – 227 с.
5. Иванов А. Н., Чижова В. П. Охраняемые природные территории. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2003. – 119 с.
6. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. Вегетационные индексы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/vi> (дата обращения: 20.06.2019).
7. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. Применение ГИС в ООПТ: структурированный перечень задач [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/oort-gis-problems.html> (дата обращения: 20.06.2019).
8. Лисицкий Д. В. Геоинформатика. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 115 с.
9. Ципилева Т. А. Геоинформационные системы : учеб. пособие. – Томск : Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. – 162 с.
10. Oyuungerel B., Munkhdulam O. Present Status of Specially Protected Natural Territories of Mongolia // *Geography and Natural Resources*. – 2011. – № 2 (32). – P. 190–194.
11. Kirillov S. N. Ecological monitoring of natural parks in Volgograd region // *Ecology: synthesis of scientific, technical and humane knowledge*. – 2010. – P. 146–148.
12. Лавриненко И. А. Ландшафтное разнообразие особо охраняемых природных территорий Ненецкого автономного округа // *География и природные ресурсы*. – 2012. – № 1. – С. 43–51.
13. Каширина Е. С., Голубева Е. И. Природопользование на особо охраняемых природных территориях Крымского полуострова // *Известия РАН. Серия географическая*. – 2016. – № 5. – С. 91–97.
14. Пути совершенствования системы особо охраняемых природных территорий алтайского края / А. В. Грибков, Д. В. Кузменкин, Л. В. Нехорошева, А. В. Щур // *Труды Тигирекского заповедника*. – 2015. – № 7. – С. 96–110.
15. Tri Dev Acharya, Intae Yang. Exploring Landsat 8 // *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research*. – Vol. 4, № 4. – P. 4–10.



16. Хромых В. В., Хромых О. В. Цифровые модели рельефа. – Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. – 178 с.
17. Малышева Н. В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений. – М. : Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2012. – 154 с.
18. Карманова М. В., Комиссарова Е. В. Разработка условных обозначений для цифровой системы картографического обеспечения // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 1. – С. 97–118.
19. Лисицкий Д. В., Комиссарова Е. В., Колесников А. А. Теоретические основы и особенности мультимедийной картографии // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 72–87.
20. A Procedural Construction Method for Interactive Map Symbols Used for Disasters and Emergency Response / G. Peng, S. Yue, Y. Li, Z. Song, Y. A. Wen // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2017. – Vol. 6 (95).

Получено 10.07.2019

© Е. П. Хлебникова, С. А. Арбузов, 2020

## USING OF GEOSPATIAL DATA FOR SOLUTION OF TASKS OF MONITORING THE SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES

*Elena P. Khlebnikova*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, phone: (383)361-08-66, e-mail: e.p.hlebnikova@sgugit.ru

*Stanislav A. Arbuzov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, phone: (383)361-08-66, e-mail: s.a.arbuzov@sgugit.ru

Problems of traditional methods of collection, storage and processing of data related to the number of wild animals and the definition of quotas for the extraction of relevant species of hunting resources currently exist.

The aim of this work is to develop a specialized geographic information system to solve the problems of monitoring of specially protected natural areas.

The variant of complex use of vector and raster geospatial data, including space images, thematic and topographic maps, digital terrain model, routes of patrolling and registration of wild animals of different species, etc. is offered. As a result of the work done, a specialized geographic information system was formed, as a multifunctional and effective tool for solving the problems of monitoring specially protected natural areas on the example of the resource reserve "Gerono".

**Key words:** monitoring, specially protected natural areas, resource reserve, geospatial data, accounting routes, satellite images, vegetation indices, digital elevation model, geographic information system.

## REFERENCES

1. Federal Law of March 14, 1995 No 33-FL. On specially protected natural areas. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].

2. World Wildlife Fund (WWF). Development of system of especially protected natural territories. Retrieved from <http://new.wwf.ru/what-we-do/bio/development-of-system-of-especially-protected-natural-territories/> [in Russian].
3. Directorate of biological resources and protected areas of the Ministry of nature protection of RS(I). Retrieved from <http://dbr-yakutia.ru/deyatelnost/> [in Russian].
4. Chernykh, D. V. (2014). *Osobo okhranyaemye prirodnye territorii i osnovy territorial'noy okhrany prirody* [Specially protected natural territories and bases of territorial nature protection]. Barnaul: Alt. University Publ. [in Russian].
5. Ivanov, A. N. (2003). *Okhranyaemye prirodnye territorii* [Protected natural areas]. Moscow: Moscow University Publ. [in Russian].
6. Geographic information systems and remote sensing. Vegational indexes. Retrieved from <http://gis-lab.info/qa/vi.html> [in Russian].
7. Geographic information systems and remote sensing. The use of GIS in protected areas: a structured list of tasks. Retrieved from <http://gis-lab.info/qa/oopt-gis-problems.html> [in Russian].
8. Lisitsky, D. V. (2012). *Geoinformatika* [Geoinformation science]. Novosibirsk: SSGA Publ. [in Russian].
9. Tsipilev, T. A. (2004). *Geoinformatsionnye sistemy* [Geographic information systems]. Tomsk: Tomsk Interuniversity Center of Distance Education Publ. [in Russian].
10. Oyuungerel, B., & Munkhdulam, O. (2011). Present Status of Specially Protected Natural Territories of Mongolia. *Geography and Natural Resources*, 2(32), 190–194.
11. Kirillov, S. N. (2010). Ecological Monitoring of Natural Parks in Volgograd region. *Ecology: Synthesis of Scientific, Technical and Humane Knowledge*, 146–148 [in Russian].
12. Lavrinenko, I. A. (2012) Landscape Diversity of Specially Protected Natural Territories of the Nenets Autonomous District. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 1, 43–51 [in Russian].
13. Kashirina, E. S., & Golubeva, E. I. (2016). Natural Resource Use in Specially Protected Areas of the Crimean Peninsula. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya* [Russian RAS. Geographic Series], 5, 91–97 [in Russian].
14. Gribkov, A. V., Kuzmenkin, D. V., Nekhorosheva, L. V., & Shchur, A. V. (2015). The Ways of Improvement of Altai Krai Specially Protected Natural Territories System. In *Trudy Tigireckskogo zapovednika* [Works of the Tigirek Reserve], 7, 96–110 [in Russian].
15. Tri, Dev Acharya & Intae, Yang (2015). Exploring Landsat 8. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research*, 4(4), 4–10.
16. Khromykh, V. V., & Khromykh, O. V. (2007). *Tsifrovye modeli rel'efa* [Digital models of relief]. Tomsk: "TML-Press" Publ. [in Russian].
17. Malysheva, N. V. (2012). *Avtomatizirovannoe deshifrirovaniye aerokosmicheskikh izobrazheniy lesnykh nasazhdeniy* [Automated interpretation of aerospace images of forests]. Moscow: Moscow University of the Forest Publ. [in Russian].
18. Karmanova, M. V., & Komissarova, E. V. (2019). Development of conventions for a digital cartographic support system. *Vestnik SGUGiT* [Vestnik SSUGT], 24(1), 97–118 [in Russian].
19. Lisitsky, D. V., Komissarova, E. V., & Kolesnikov, A. A. (2017). Theoretical Foundations and Features of Multimedia Cartography. *Vestnik SGUGiT* [Vestnik SSUGT], 22(3), 72–87 [in Russian].
20. Peng, G., Yue, S., Li, Y., Song, Z. & Wen, Y. (2017). A Procedural Construction Method for Interactive Map Symbols Used for Disasters and Emergency Response. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(95).

Received 10.07.2019

© E. P. Khlebnikova, S. A. Arbuзов, 2020