

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 004.6:581.55

П.Н. Бахарев, В.В. Семенов, Д.Н. Андреев

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА
«ВИШЕРСКИЙ»

В статье приведены результаты сбора, подготовки и внесения пространственных данных Государственного природного заповедника «Вишерский» в геоинформационную базу данных. Для части территории выполнено дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли. Результаты работ могут стать основой для дальнейших дистанционных исследований территории заповедника. Геоинформационная база данных – это важный механизм в работе различных служб заповедника.

Ключевые слова: заповедник «Вишерский», ГИС, данные дистанционного зондирования Земли, дешифрирование.

Вишерский государственный заповедник образован 26 февраля 1991 г. на крайнем северо-востоке Пермской области в Красновишерском административном районе. Территория заповедника занимает 15,6% площади Красновишерского района и 1,5% площади Пермской области. Площадь заповедника – 241200 га, в т.ч. лесные земли – 183243 га, нелесные земли – 57957 га, из них болота – 8789 га, поверхностные воды – 657 га. Площадь охранной зоны – 52218 га (минимальная ширина 5 км, максимальная 19 км), степень замкнутости границ заповедника охранной зоной – 48% [1].

Использование геоинформационных систем (ГИС) и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в экологических исследованиях позволяет наиболее точно отразить состояние окружающей среды, выявить произошедшие изменения, что впоследствии позволит оптимизировать режим природопользования, разработать и внедрить природоохранные мероприятия.

Геоинформационная база данных предназначена для выработки эффективного комплекса управленческих мер и грамотной оценки состояния экосистем. База данных должна стать универсальным инструментом природоохранного планирования.

В настоящее время мониторинг антропогенной трансформации природной среды [2] на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Пермского края ведется на основе оценки степени деградации природных компонентов и экосистем в целом [3, 4] на площадках наблюдений. С помощью дистанционных методов возможно выделять базовые экосистемы и оценивать состояние всей ООПТ.

Материал и методика

Сбор пространственных данных территории Государственного природного заповедника «Вишерский» проводился на основе анализа фондовых материалов научного отдела заповедника, кафедры биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ, Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Всего подготовлено 12 векторных и 7 растровых слоев в качестве основы геоинформационной базы данных. Уточнение данных и их актуализация выполнены в рамках полевой экспедиции, организованной сотрудниками кафедры биогеоценологии и охраны природы совместно с руководством заповедника «Вишерский».

Дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли выполнялось для горных хребтов Чувал, Лиственничный и Тулымский камень. В рамках предполевого этапа работ на выбранных

© Бахарев П.Н., Семенов В.В., Андреев Д.Н., 2015

Бахарев Павел Николаевич, директор Государственного природного заповедника «Вишерский», 618590, Пермский край, г. Красновишерск, ул. Гагарина, д.36 Б, e-mail: vishera.zap@gmail.com

Семенов Виктор Валериевич, кандидат географических наук, заместитель директора по НИР Государственного природного заповедника «Вишерский», 618590, Пермский край, г. Красновишерск, ул. Гагарина, д.36 Б, e-mail: vishera.zap@gmail.com

Андреев Дмитрий Николаевич, кандидат географических наук, заведующий лабораторией экологии и охраны природы кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: andreev@psu.ru

территориях выполнен пространственный анализ экосистем. На исследуемые территории подобраны данные дистанционного зондирования разного времени и разрешения, картографические и лесотаксационные материалы. По результатам предварительного этапа работы составлен план полевого дешифрирования на основе результатов классификации без обучения методом IsoData.

В качестве основного программного обеспечения выбрана разработка фирмы ESRI под названием ArcGIS 10.1. Обработка космических снимков выполнялась в программном продукте ENVI 5.1 (фирма Exelis).

В работе использованы следующие данные дистанционного зондирования Земли:

- 1) Landsat 8, дата съемки – 1 июня 2013 г., разрешение – 15 м;
- 2) SPOT 5, дата съемки – 8 августа 2014 г., разрешение – 5 м;
- 3) SPOT 5, дата съемки – 27 июня 2011 г., разрешение – 5 м.

Данные SPOT 5 предоставлены в ГИС-центре ПГНИУ.

Перед дешифрированием космические снимки подвергались следующим обработкам:

- атмосферная коррекция методом Quick Atmospheric correction;
- геометрическая коррекция с использованием цифровой модели рельефа и контрольных точек;
- создание мозаики из нескольких изображений;
- импорт изображения в формат tiff в сочетании каналов: ближний инфракрасный, красный, зеленый.

Космический снимок Landsat 8 использовался для выполнения геометрической коррекции данных спутника SPOT. Основной этап дешифрирования выполнялся на основе классификации космического снимка SPOT 5 (дата съемки – 8 августа 2014 г.). Участки повышенной облачности анализировались с помощью космического снимка SPOT 5 (дата съемки – 27 июня 2011 г.).

Дешифрирование космических снимков проводилось методом классификации с обучением способом спектрального угла (Spectral Angle Mapper Classification). При классификации способом спектрального угла все пиксели снимка, в том числе и эталонные, рассматриваются как вектора в пространстве спектральных признаков. Для каждого класса задается максимально допустимый угол, т.е. угол между эталонным вектором и вектором пикселя, который подвергается классификации. В случае если спектральный угол меньше максимального, то пиксел относится к данному классу, если больше – не относится. Способ спектрального угла дает хорошие результаты, когда нужно провести классификацию для объектов, которые имеют схожие значения яркости во всех спектральных диапазонах [5].

Для более точного выделения классов рассчитывался нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI).

Нормализованный относительный индекс растительности NDVI вычисляется по формуле [6]:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

где NIR – интенсивность излучения, отраженного от объекта и регистрируемого аппаратурой ДЗ в ближней инфракрасной области спектра, а RED – в красной области спектра. Выбор именно такой комбинации спектральных каналов связан с эмпирическим фактом достаточно высокой стабильности в этих спектральных интервалах отражательных характеристик различных типов сосудистых растений.

Результаты и обсуждение

Геоинформационная база данных «Заповедник Вишерский» представляет собой набор данных о территории в растровом и векторном форматах. База данных включает:

Векторные данные: граница ГПЗ «Вишерский»; речная сеть; лесные кварталы; изолинии рельефа; населенные пункты (кордоны); дороги и тропы; избы и стоянки; пункты установки аншлагов и других элементов инфраструктуры; долговременные топографические привязки объектов животного мира; памятники природы; пункты произрастания редких особо охраняемых видов растений; ареалы базовых экосистем для полевого дешифрирования.

Растровые данные: топографическая карта, масштаб 1:25000; обработанный космический снимок Landsat-8; обработанный космический снимок Spot-5; цифровая модель рельефа; растительные сообщества горно-тундровой и лесо-луговой зоны; лесная карта ГПЗ «Вишерский», масштаб 1:25000; классифицированный космический снимок Spot-5.

Характеристика базы геоданных:

1. Система координат: WGS1984 UTM Zone 40N.
2. Проекция: Transverse Mercator.

3. Используемый программный продукт: ArcGIS 10.1.

5. Формат векторных данных: классы пространственных объектов персональной базы геоданных, шейп-файлы.

6. Формат растровых данных: tiff, jpeg, img, raw, esw.

7. Базовый масштаб результатов дешифрирования: 1:25000.

Дешифрирование данных космической съемки по структуре растительных сообществ горно-тундровой и лесолуговой зоны выполнено для горных хребтов Чувал, Лиственничный и Тулымский камень.

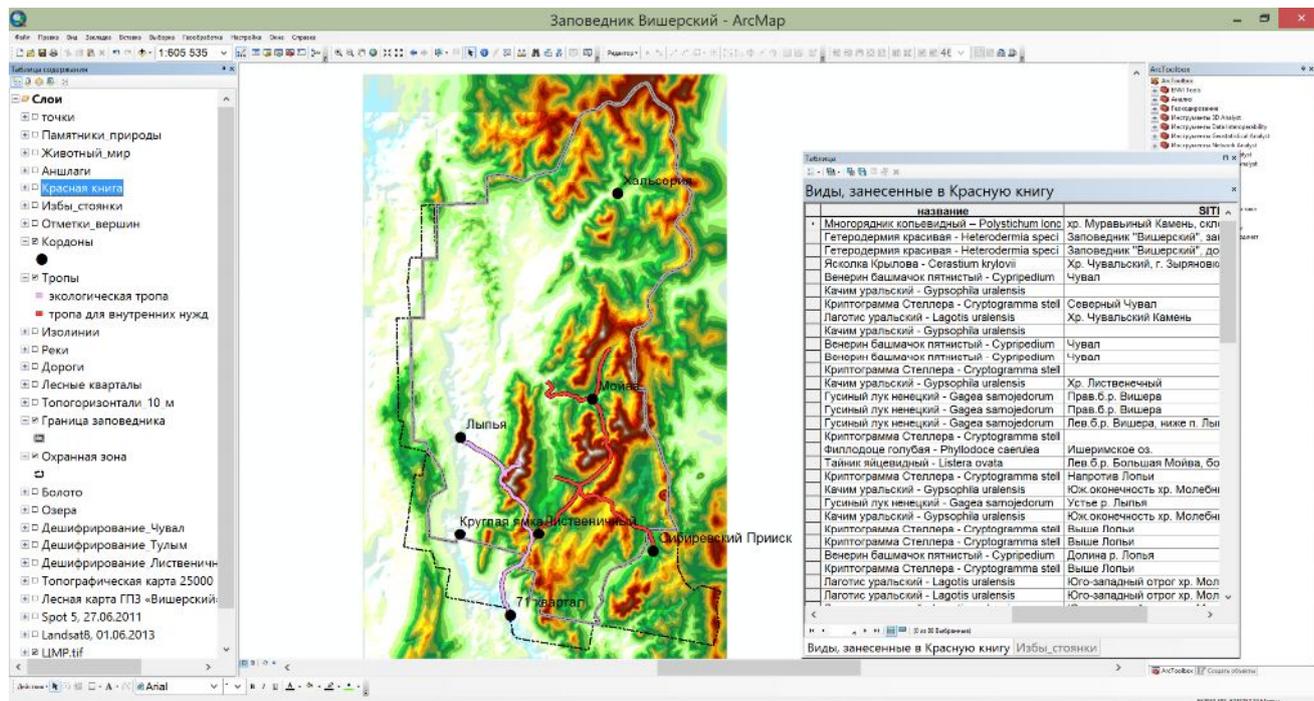


Рис. 1. Внешний вид базы геоданных

В результате дешифрирования территории Тулымского камня выделено 17 классов (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика выделенных классов на территории Тулымского камня

№ п/п	Наименование	Кол-во объектов	Площадь, га	% площади
1	Водные объекты	397	121	0,4
2	Елово-пихтовый лес	3645	7258	24,5
3	Смешанный лес с преобладанием хвойных пород	1794	2432,1	8,2
4	Молодой смешанный лес с преобладанием лиственных пород	888	442,3	1,5
5	Лиственный лес, преобладание березы	1710	2827,6	9,5
6	Разнотравный луг	6	6,4	0,02
7	Горный хвойный лес	3056	3448	11,6
8	Горный смешанный лес	1242	3104,9	10,5
9	Криволесье, смешанное	963	2108,5	7,1
10	Криволесье, преобладание хвойных пород	2130	2910	9,8
11	Сфагновое болото	140	91,2	0,3
12	Сфагновое болото с древесной растительностью	296	233,5	0,8
13	Каменистые мохово-лишайниковые тундры	882	921	3,1
14	Каменные осыпи с островками горных тундр	1568	1689,8	5,7
15	Каменистые осыпи, покрытые мхами	174	26,4	0,1

16	Холодные каменистые горные пустыни	1007	1954,4	6,6
17	Галечные берега	591	72,5	0,2
Всего		20489	29647,5	100,0

Исходя из результатов дешифрирования, четверть территории хребта Тулымский камень представлена классическими горно-таежными елово-пихтовыми лесами. Разреженные горные леса (хвойные и смешанные) занимают 22% территории; смешанное и хвойное криволесье – 17%; лиственный лес – 9,5%; смешанный лес с преобладанием хвойных пород – 8%.

В структуре растительных сообществ горно-тундровой зоны преобладают холодные каменистые горные пустыни (6,6%) и каменные осыпи с островками горных тундр (5,7%). Каменистые мохово-лишайниковые тундры занимают 3% исследуемой территории.

В результате дешифрирования территории хребта Чувал выделено 22 класса (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2

Характеристика выделенных классов на территории хребта Чувал

№ п/п	Наименование	Кол-во объектов	Площадь, га	% площади
1	Смешанный лес, преобладание хвойных пород	1600	946,2	6,0
2	Смешанный лес, преобладание лиственных пород	1091	838,9	5,3
3	Лиственный лес	582	687,6	4,3
4	Елово-пихтовый лес	867	1418,3	8,9
5	Горный хвойный лес	801	1743,7	11,0
6	Горный смешанный лес	2961	4907,1	30,9
7	Криволесье, преобладание хвойных пород	303	253,5	1,6
8	Криволесье, преобладание лиственных пород	1048	1108,5	7,0
9	Сфагновое болото с древесной растительностью	236	262,6	1,7
10	Сфагновое болото	101	55,4	0,3
11	Редколесье хвойное	316	359,8	2,3
12	Высокотравный луг	166	126,7	0,8
13	Мелкотравный луг	729	839,0	5,3
14	Травяно-моховая тундра	492	365,7	2,3
15	Горная пустошь	84	286,2	1,8
16	Мелкорослые березняки	288	255,4	1,6
17	Кустарниковая тундра	233	199,1	1,3
18	Каменистые осыпи, покрытые мхами	415	783,9	4,9
19	Каменные осыпи с островками горных тундр	221	266,7	1,7
20	Холодные каменистые горные пустыни	64	99,9	0,6
21	Водные объекты	1	55,3	0,3
22	Галечные берега	2	1,2	0,01
Всего		12601	15860,8	100,0

Исходя из результатов дешифрирования почти треть территории занимает горный смешанный лес; горный хвойный лес – 11%, классический елово-пихтовый лес – 9%. В зоне криволесья высокая доля лиственных пород – 9% от всей исследуемой территории.

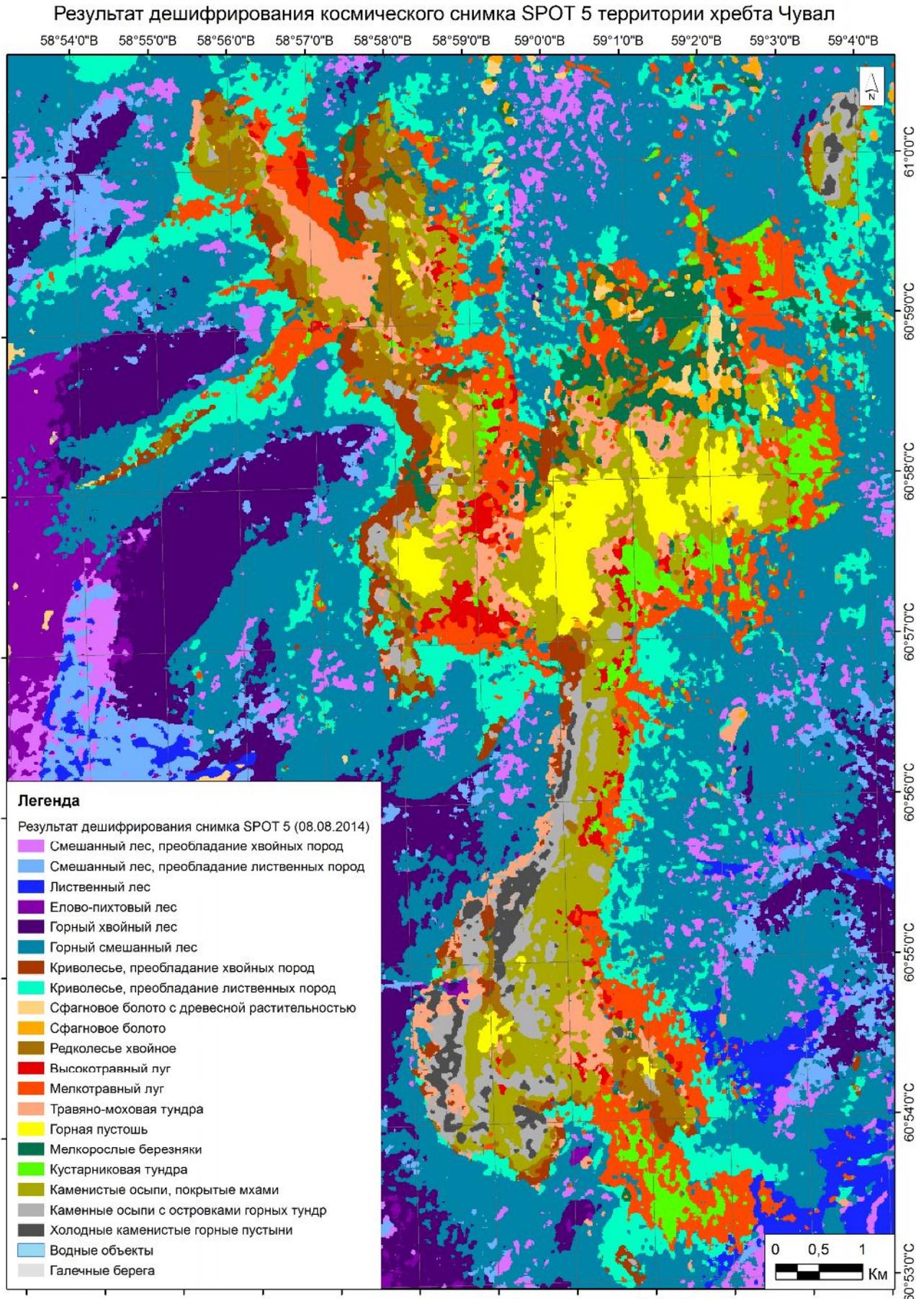


Рис. 2. Результат дешифрирования хребта Чувал

В структуре растительных сообществ горно-тундровой зоны преобладают мелкотравные луга (5,3%) и каменистые осыпи, покрытые мхами (4,9%). Травяно-моховая тундра занимает 2,3% исследуемой территории.

В результате дешифрирования территории хребта Лиственничный выделено 11 классов.

Таблица 3

Характеристика выделенных классов на территории хребта Лиственничный

№ п/п	Наименование	Кол-во объектов	Площадь, га	% площади
1	Горный хвойный лес	600	293,1	9,7
2	Горный смешанный лес	1120	1292,6	42,9
3	Горный лиственный лес	638	238,0	7,9
4	Криволесье, преобладание хвойных пород	707	448,3	14,9
5	Лиственное криволесье и редколесье	598	499,0	16,6
6	Сфагновое болото с древесной растительностью	59	35,8	1,2
7	Сфагновое болото	5	4,7	0,2
8	Высокотравный луг	61	18,2	0,6
9	Травяно-моховая тундра	73	47,1	1,6
10	Каменистые осыпи с островками горных тундр	76	69,3	2,3
11	Холодные каменистые горные пустыни	54	64,7	2,1
Всего		3991	3010,7	100,0

Исходя из результатов дешифрирования 42% территории занимает горный смешанный лес; криволесье и редколесье – 31,5%. В структуре растительных сообществ горно-тундровой зоны преобладают каменистые осыпи с островками горных тундр (2,3%) и холодные каменистые горные пустыни (2,1%). Травяно-моховая тундра занимает 1,6% исследуемой территории.

Выводы

Проведен сбор пространственных данных Государственного природного заповедника «Вишерский». Всего подготовлено 12 векторных и 7 растровых слоев в качестве основы геоинформационной базы данных. Подготовленные растровые и векторные слои внесены в базу геоданных.

Для части территории выполнено дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли. В результате дешифрирования территории Тулымского камня выделено 17 классов, хребта Чувал – 22 класса, хребта Лиственничный – 11 классов.

Результаты работы станут основой для дальнейших дистанционных исследований заповедника.

Библиографический список

1. Территория заповедника / Сайт государственного природного заповедника "Вишерский". URL: <http://vishersky.ru/territory> (дата обращения: 01.04.2015).
2. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник Перм. гос. ун-т. Пермь, 2012. № 4 (23). С. 46-50.
3. Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» // Географический вестник. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2011. № 2. С. 49-59.
4. Бузмаков С.А., Зайцев А.А. Состояние региональных особо охраняемых природных территорий Пермского края // Вестник Удмуртского университета. 2011. № 6-3. С. 3-12.
5. ENVI 5.1. Руководство пользователя. М.: Компания «Совзонд», 2014. 242 с.
6. Козодеров В.В. Кондранин Т.В. Методы оценки состояния почвенно-растительного покрова по данным оптических систем, систем дистанционного аэрокосмического зондирования: учебное пособие. М.: МФИТИ, 2008. 222с.

P.N. Bakharev, V.V. Semenov, D.N. Andreev

GEOINFORMATION DATABASE OF NATURE RESERVE "VISHERSKIY"

In the article, the authors present the results of the collection, preparation and application of spatial data from the State Natural Reserve "Visherskiy" in geographic information database. For parts of the classification of remote sensing data is satisfied. The results of the work will be the basis for further studies of the reserve. Geoinformation database should be an important mechanism in the various services of the nature reserve.

Key words: Natural Reserve "Visherskiy", GIS, remote sensing, classification.

Pavel N. Bakharev, Director of the State Natural Reserve "Visherskiy", 618590, Perm Krai, Krasnovishersk, Gagarina St., d.36 B; vishera.zap@gmail.com

Viktor V. Semenov, Candidate of Geographic Sciences, Deputy Director for Research of the State Natural Reserve "Visherskiy", 618590, Perm Krai, Krasnovishersk, Gagarina St., d.36 B; vishera.zap@gmail.com

Dmitrii N. Andreev, Candidate of Geographic Sciences, Head of the Laboratory of Ecology and Nature Protection, Perm State University; 614990, Perm, Bukireva St., 15; andreev@psu.ru