

П. Н. Бахарев (Государственный природный заповедник «Вишерский»)

В 1978 г. окончил Пермский политехнический институт по специальности «горный инженер-геолог». После окончания института работал инженером ПермНИПИнефть. С 2004 г. — директор заповедника «Вишерский».

В. В. Семенов (Государственный природный заповедник «Вишерский»)

В 1993 г. окончил Пермский государственный университет по специальности «биолог-ихтиолог». После окончания университета работал младшим научным сотрудником в Чукотском отделении Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра (ТИНРО-Центр). С 2000 г. — заместитель директора по НИР заповедника «Вишерский». Кандидат географических наук.

Д. Н. Андреев (Пермский государственный национальный исследовательский университет)

В 2009 г. окончил Пермский государственный университет по специальности «эколог-природопользователь». С 2005 г. работал лаборантом лаборатории эколого-геоинформационных систем кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ). С 2013 г. — заведующий лабораторией экологии и охраны природы ПГНИУ. Кандидат географических наук.

Использование программного продукта ENVI для создания карт экосистем заповедника «Вишерский»

Государственный природный заповедник (ГПЗ) «Вишерский» 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 — 241 200 га, в том числе лесные земли — 183 243 га, нелесные земли — 57 957 га, из них болота — 8789 га, поверхностные воды — 657 га. Площадь охранной зоны — 52 218 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 на территорию Государственного природного заповедника «Вишерский» проводился на основе анализа фондовых материалов научного отдела заповедника, кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета (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 выполнялись в рамках полевой экспедиции, организованной сотрудниками кафедры биогеоценологии и охраны природы совместно с руководством заповедника «Вишерский».

Дешифрирование данных ДЗЗ выполнялось для горных хребтов Чувал, Лиственничный и Тулымский Камень. В рамках предполевого этапа работ на выбранных 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.

Обработка космических снимков выполнялась в программном продукте ENVI 5.1 (Exelis VIS). Геообработка и пространственный анализ проводились в программе ArcGIS 10.1 (Esri).

В работе использованы следующие данные ДЗЗ:

- Landsat-8, дата съемки 1 июня 2013 г., разрешение — 15 м;
- SPOT-5, дата съемки 8 августа 2014 г., разрешение — 5 м;

- 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 видам обработки:

- атмосферная коррекция методом Quick Atmospheric correction;
- геометрическая коррекция с использованием цифровой модели рельефа и контрольных точек;
- создание мозаики из нескольких изображений.

Космический снимок Landsat-8 использовался для выполнения геометрической коррекции данных спутника SPOT-5. 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) 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 масштаба 1:25 000; обработанный космический снимок Landsat-8; обработанный космический снимок SPOT-5; цифровая модель рельефа; растительные сообщества горно-тундровой и лесолуговой зоны; лесная карта ГПЗ «Вишерский» масштаба 1:25 000; классифицированный космический снимок SPOT-5.

Характеристика базы геоданных (рис. 1):

1. Система координат: WGS1984 UTM Zone 40N.

2. Проекция: Transverse Mercator.

3. Используемый программный продукт: ArcGIS 10.1.

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

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

6. Базовый масштаб результатов дешифрирования: 1:25 000.

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

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

По результатам дешифрирования почти треть территории занимает горный смешанный лес. Горный хвойный лес — 11%, классический елово-пихтовый лес — 9%.

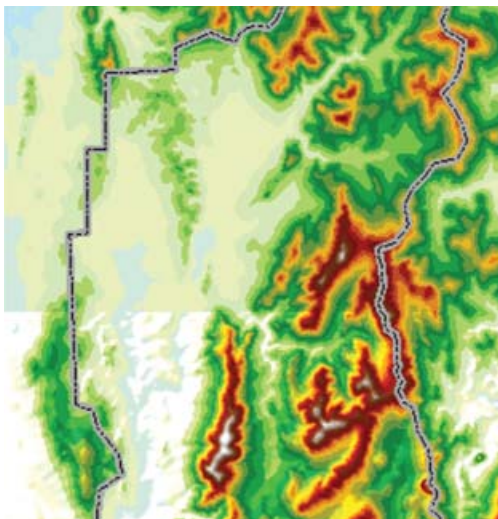


Рис. 1. Внешний вид базы геоданных

№	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	Каменные осыпи, покрытые мхами	415	783,9	4,9
19	Каменные осыпи с островками горных тундр	221	266,7	1,7
20	Холодные каменные горные пустыни	64	99,9	0,6
21	Водные объекты	1	55,3	0,3
22	Галечные берега	2	1,2	0,01
Всего		12 601	15 860,8	100,0

Табл. Характеристика выделенных классов на территории хребта Чувал

В зоне криволесья высокая доля лиственных пород — 9% от всей исследуемой территории.

В структуре растительных сообществ горно-тундровой зоны преобладают мелкотравные луга (5,3%) и каменные осыпи, покрытые мхами (4,9%). Травяно-моховая тундра занимает 2,3% 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 хребта Тулымский Камень выделено 17 классов, хребта Чувал — 22 класса, хребта Лиственный — 11 классов.

Результаты работы станут основой для дальнейших дистанционных исследований заповедника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Территория заповедника / Сайт государственного природного заповедника «Вишерский». URL: <http://vishersky.ru/territory>
2. Бузмаков С. А. Антропогенная трансформация природной среды / Географический вестник. — 2012. — № 4 (23). — С. 46–50.

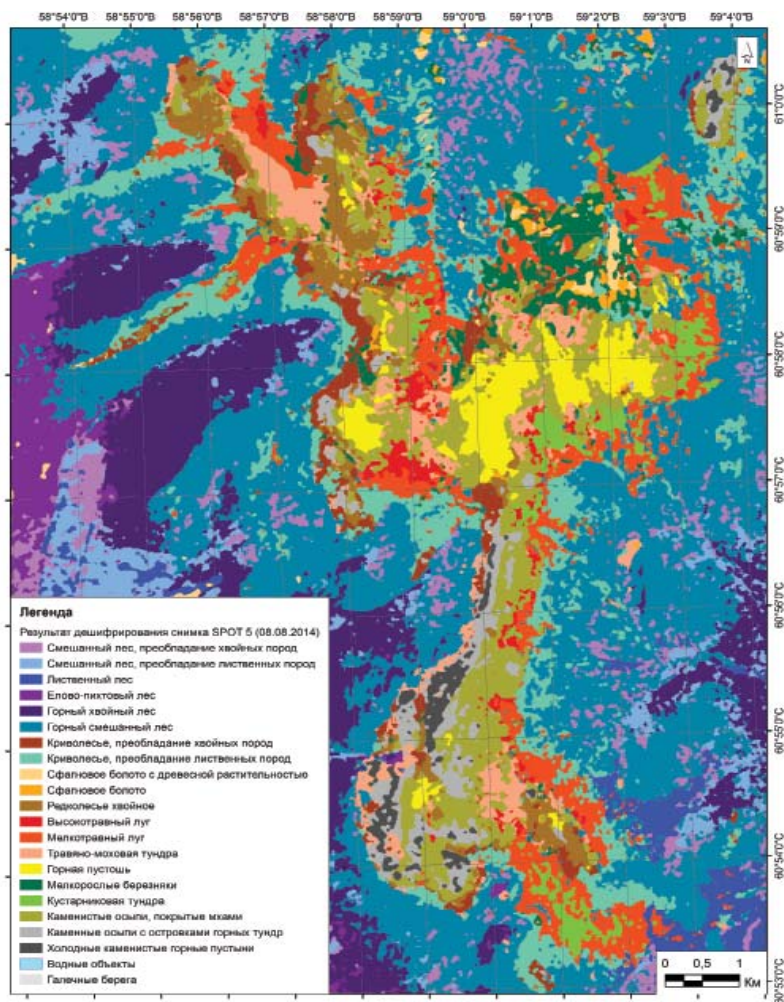


Рис. 2. Результат дешифрирования космического снимка SPOT-5 на территорию хребта Чувал

3. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения»/ С. А. Бузмаков, С. А. Овеснов, А. И. Шепель, А. А. Зайцев//географический вестник. — 2011. — № 2. — С. 49–59.

4. С. А. Бузмаков, А. А. Зайцев. 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. В. В. Козодеров, Т. В. Кондранин//методы оценки состояния почвенно-растительного покрова по данным оптических систем, систем дистанционного аэрокосмического зондирования: учебное пособие. — М.: МФТИ, 2008. — 222 с.