

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ЧЕЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АХМАТА АБДУЛХАМИДОВИЧА КАДЫРОВА»**

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
И «ЗЕЛЕННЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ  
В ЛАНДШАФТНОЙ СРЕДЕ**

**Материалы  
Международной научно-практической конференции  
28 – 29 октября 2022 г.**



**Грозный - 2022**

**УДК 504.54**  
**ББК 26.82+94**

**Ответственный редактор:** **Байраков Идрис Абдурашидович,**  
кандидат биологических наук, доцент кафедры географии

**Члены редколлегии:** **Гакаев Рустам Анурбекович,**  
заместитель декана по научно-организационной работе  
факультета географии и геоэкологии  
**Вагапова Айна Баудиновна,**  
кандидат географических наук, доцент кафедры  
географии

**Климатические изменения и «зеленые» технологии в ландшафтной среде:** Сборник материалов Международной научно-практической конференции (Грозный, 28–29 октября 2022 г.). – Грозный: Издательство ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», 2022. – 165 с.

В материалах Международной научно-практической конференции «Климатические изменения и «зеленые» технологии в ландшафтной среде» представлены доклады по направлениям: пространственно-временная организация ландшафтов, физическая география, биогеография, геоморфология, климатология и гидрология, рациональное использование природных ресурсов регионов, геоинформационные системы в науках о Земле, «зеленые» технологии умных городов: особенности экологического строительства и дизайн окружающей среды.

Материалы публикуются в авторской редакции. Сборник адресован преподавателям, аспирантам и студентам, представителям государственных и муниципальных структур, представителям бизнеса, преподавателям школ и общественным деятелям, а также всем интересующимся вопросами физической географии и антропогенным ландшафтоведением, климатологией, экологией и устойчивым развитием.

*Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов. Тексты статей публикуются в авторской редакции.*

**ISBN 978-5-91127-347-7**

© Авторы, 2022

© ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», 2022

## АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

**И.С. Князев,**

*студент 3 курса специальности геоинформационные системы, факультет географии и геоинформатики, Белорусский Государственный Университет, г. Минск*

**К.В. Кунавич,**

*специалист кафедры почвоведения и ГИС, факультет географии и геоинформатики, Белорусский Государственный Университет, г. Минск*

**Аннотация.** Цель исследования – изучить пространственную структуру земельного фонда национального парка «Нарочанский» по данным дистанционного зондирования земли; обучить модель автоматизированного дешифрирования мультиспектральных космических снимков; сравнить точность методов автоматизированного дешифрирования между собой и с ЗИС. В результате выявлено, что автоматизированное дешифрирование мультиспектральных космических снимков имеет огромный потенциал, но на данный момент его использование возможно только в качестве предварительной обработки в связи с недостаточной точностью.

**Ключевые слова:** преобразование координат, трансформирование координат, данные дистанционного зондирования.

## ANALYSIS OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE LAND FUND OF THE NATIONAL PARK "NAROCHANSKIY" WITH THE USE OF AUTOMATED INTERPRETATION OF SPACE IMAGES

**I.S. Knyazev,**

*3rd year student of the specialty Geoinformation Systems, Faculty of Geography and Geoinformatics, Belarusian State University*

**K.V. Kunavich,**

*Specialist of the Department of Soil Science and GIS, Faculty of Geography and Geoinformatics, Belarusian State University, Minsk*

**Annotation.** The purpose of the study is to study the spatial structure of the land fund of the National Park "Narochansky" according to the data of remote sensing of the earth; train a model for automated interpretation of multispectral space images; compare the accuracy of automated decryption methods with each other and with VMS. As a result, it was found that automated interpretation of multispectral space images has a huge potential, but at the moment its use is possible only as a preliminary processing, due to insufficient accuracy.

**Keywords:** coordinate transformation; coordinate transformation, remote sensing data.

Введение. Многолетний зарубежный и отечественный опыт использования различных данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) показал, что его использование является эффективным для исследования как динамики, так и структуры земельного фонда. Анализ космических снимков и аэрофотоснимков позволяет не только повысить точность данных наземной съёмки, но и значительно увеличить частоту наблюдений, что позволяет оперативно изменять данные. Кроме всего вышеперечисленного, для получения и обновления ДДЗЗ требуется намного меньше ресурсов, чем для наземной инструментальной съёмки. Соответственно, ДДЗЗ нашли применение и в учёте земельных ресурсов, в мониторинговой оценке временных изменений окружающей среды и др.

Перспективным направлением использования ДДЗЗ является определение видов земель с помощью космических снимков. Дешифрирование космических снимков занимает меньше времени, чем наземная съёмка, но на данный момент является недостаточно точным.

В данном исследовании была поставлена цель изучить пространственную структуру земельного фонда национального парка «Нарочанский» (НП «Нарочанский») по данным дистанционного зондирования. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

изучить методику создания цифровых карт видов земель

проанализировать структуру земельного фонда национального парка «Нарочанский»

дешифрировать космические снимки по видам земель при помощи создания модели автоматического дешифрирования

Основная часть. НП «Нарочанский» создан в целях сохранения уникальных природных комплексов, а также их эффективного использования для природоохранной, научной, просветительской, туристической, рекреационной и оздоровительной деятельности.

В пределах НП «Нарочанский» выделяются зоны с различными режимами землепользования: заповедная, регулируемого использования, рекреационная и хозяйственная. Общая площадь зоны регулируемого использования национального парка составляет 55933,86 гектара. Общая площадь рекреационной зоны составляет 2784,25 гектара. Общая площадь хозяйственной зоны национального парка составляет 20751,04 гектара. Охранная зона национального парка расположена в Поставском районе Витебской области, Вилейском и Мядельском районах Минской области на площади 49680,84 гектара. Структура земельного фонда в пределах каждой из этих зон имеет свои особенности.

Для исследования структуры земельного фонда с сайта Геологической службы США (USGS) были получены космические снимки спутникового аппарата Sentinel-2A. Данные USGS предоставляются в открытом доступе для научных целей [1].

Характеристика спектральных каналов Sentinel-2A аппарата представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика каналов космического аппарата Sentinel-2A [3]

Номер канала	Название канала	Центральная длина волны (нм)	Пространственное разрешение (м)
1	2	3	4
1	Coastal aerosol	443,9	60
2	Blue	496,6	10
3	Green	560,0	10
4	Red	664,5	10
5	Vegetation Red Edge	703,9	20
6	Vegetation Red Edge	740,2	20
7	Vegetation Red Edge	782,5	20
8	NIR	835,1	10
8a	Vegetation Red Edge	864,8	20
9	Water vapour	945,0	60
1	2	3	4
10	SWIR – Cirrus	1373,5	60
11	SWIR	1613,7	20
12	SWIR	2202,4	20

Обработка снимков была произведена в геоинформационной системе ArcGIS Pro 2.8.

Для исследования необходимо разрешение 10 метров, но 4 канала оказалось недостаточно для качественного дешифрирования. В связи с этим все каналы были приведены к разрешению 10 метров методом ресемплинга и объединены. Также два снимка были объединены в один и обрезаны по маске так, чтобы результат полностью покрывал территорию национального парка «Нарочанский».

Для целей исследования 14 выделяемых в Республике Беларусь видов земель [3,4] были объединены в 6 групп видов земель по дешифровочным признакам, а именно: пахотные земли; луговые земли; земли под лесами, с древесно-кустарниковой растительностью и постоянными

культурами (далее – земли под лесами); земли под болотами; земли под водными объектами; земли под застройкой и общего пользования, под дорогами и иными транспортными коммуникациями (далее – земли под застройкой и дорогами). Залежные, нарушенные, неиспользуемые земли были исключены из анализа ввиду их отсутствия либо незначительной площади в пределах НП.

Далее были выделены эталонные участки каждого вида (группы видов) земель (всего 118 полигонов) для тренировки моделей машинного обучения (таблица 2).

Таблица 2

Количество эталонных полигонов по группам видов земель

Группа видов земель	Количество полигонов
пахотные земли	29
луговые земли	18
земли под лесами	16
земли под болотами	12
земли под водными объектами	18
земли под застройкой и дорогами	28

Основой для создания полигонов и контроля точности дешифрирования был выбран слой «Land (Земельное покрытие)» земельно-информационной системы Республики Беларусь УП «Проектного института Белгипрозем» (ЗИС).

Следующим этапом было обучение по созданному полигональному слою модели дешифрирования [5]. Для повышения точности результатов было обучено

три модели: классификатор произвольных деревьев с обучением (randomtreesclassifier); классификатор по методу максимального правдоподобия с обучением (maximumlikelihoodclassifier); классификатор опорных векторов с обучением (supportvectormachineclassifier) (рисунок 1).

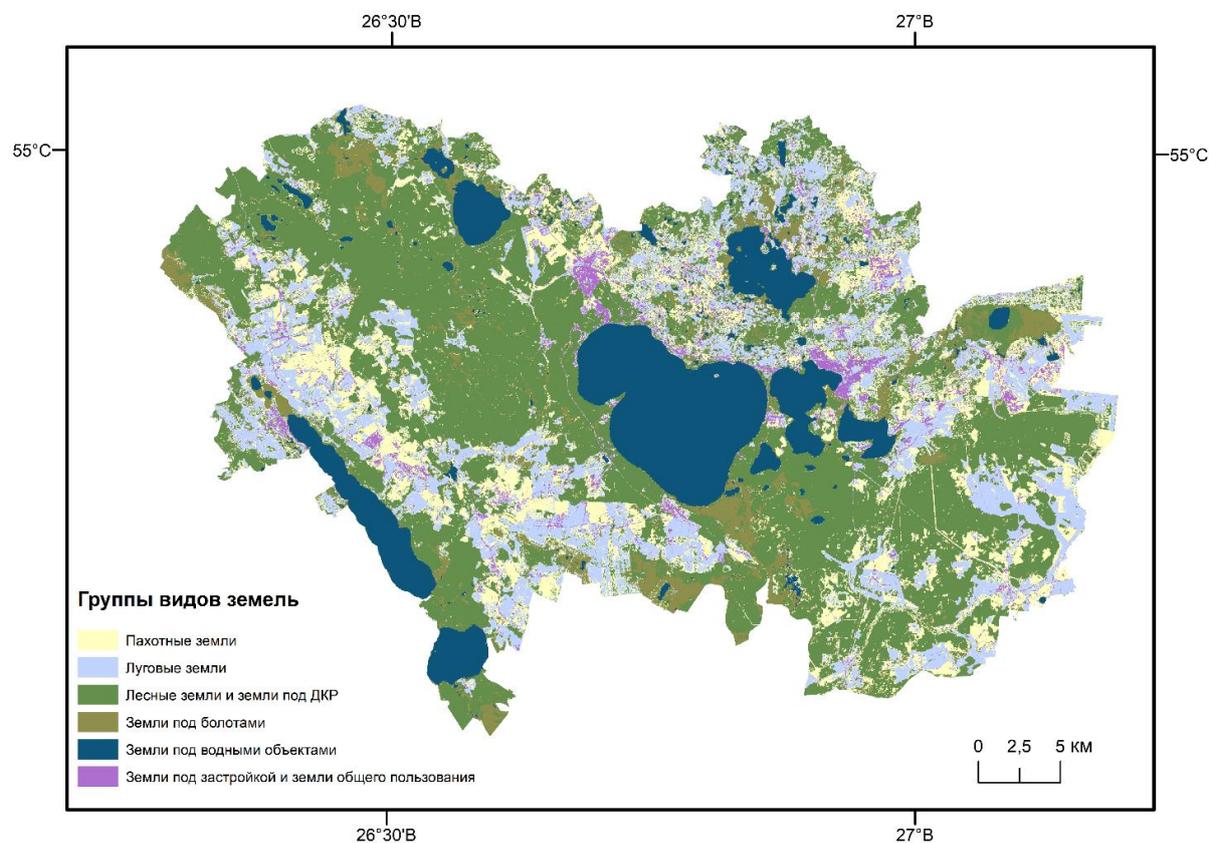


Рисунок 1 – Результат дешифрирования космического снимка методом опорных векторов с обучением (vectormavhienclassifier) в программе ArcGisPro 2.8.

Для оценки и точности и сравнения моделей дешифрирования был создан точечный векторный слой, в который были импортированы атрибуты групп видов земель из ЗИС [2] и классифицированного растра. Точечный слой включал 200 случайно расположенных точек, в пределах границы Национального парка «Нарочанский». В каждую точку были загружены атрибуты групп видов земель из ЗИС и из дешифрированного растра.

Оценка точности методов классификации позволила выделить метод опорных векторов как наиболее достоверный. Исходя из таблицы 3, по группам видов земель лучше всего классификации поддаются земли под лесами и под водными объектами, это связано с однородностью этих объектов на снимке (очень близкими значениями пикселей на растре).

Хуже всего классификации поддаются земли под застройкой, так как в пределах территории исследования большинство населенных пунктов представлены усадебной застройкой, с участками под огороды и плодовые деревья, с высокой неоднородностью (значения пикселей на растре сильно варьируют в пределах небольшой территории). Пахотные земли и луговые земли, в зависимости от сезона съемки, могут иметь схожие дешифровочные признаки, в связи с этим классификационные модели могут давать неверные результаты.

Таблица 3

Оценка точности методов классификации

Метод классификации	Численные показатели	Группы видов земель						Всего
		Пахотные земли	Луговые земли	Земли под лесами	Земли под болотами	Земли под водными объектами	Земли под застройкой и дорогами	
Общее количество точек		33	28	90	11	30	8	200
Опорные вектора	Количество верно определенных точек	14	10	71	4	29	1	129
	Точность, %	42,4	35,71	78,8	36,3	96,7	12,5	64,5
Максимальное правдоподобие	Количество верно определенных точек	11	12	66	4	29	1	123
	Точность, %	33,3	42,9	73,3	36,36	96,7	12,5	61,5
Случайный лес	Количество верно определенных точек	12	11	68	4	29	0	124
	Точность, %	36,4	39,3	75,6	36,4	96,7	0	62

Заключение. В ходе работы сделаны следующие выводы: автоматизация дешифрирования данных космической съёмки имеет огромный потенциал; автоматизированное дешифрирование значительно сокращает затраченное время на обработку данных; в связи с малой точностью данный метод пока что можно использовать только для предварительной обработки данных. Перспективность данного метода будет только возрастать, а новые модели будут становиться точнее и совершеннее.

#### **Библиографический список**

1. United States Geological Survey [Electronic resource]. – Archive USGS. - Reston, 2022. Modeofaccess: <https://www.usgs.gov/>.-Date of access: 16.03.2022.
2. Государственный комитет по имуществу // Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь. Минск, 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://gki.gov.by/ru/activity\\_branches-land-reestr/](http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/) (Дата обращения: 16.03.2022).
3. Жарко В. О. Методы обработки данных спутниковых измерений спектрально-временных характеристик отражённого излучения для дистанционной оценки параметров лесного покрова: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук: 01.04.01 / В. О. Жарко; Науч.-технол. центр уникал. приборостроения РАН. М., 2015. 16 с.
4. Кодекс Республики Беларусь о земле (с изменениями и дополнениями): принят Палатой представителей 17 июня 1998 г.; одобр. Советом Респ. 28 июня 1998 г. // Нац. Реестр правовых актов Республики Беларусь. 2008. № 226-3.
5. Скачкова А.С. Оценка структуры и динамики земель Западно-Белорусской провинции (по данным дистанционного зондирования): Автореф. дис. канд. геогр. наук: 25.03.01 / А. С. Скачкова; БГУ. Минск, 2020.