

## Мониторинг территории заповедника «Васюганский» по данным ДЗЗ

*А. Е. Ткаченко<sup>1\*</sup>, Е. М. Короткова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск,  
Российская Федерация

\* e-mail: dreammora@yandex.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена мониторингу растительного покрова государственного заповедника «Васюганский» и выявлению тенденций изменения продуктивности растительности. В статье была рассмотрена физико-географическая характеристика территории, нормативно-правовая база, на основании которой существует заповедник, его ландшафт и особенности растительности. Для проведения исследования продуктивности растительности использовались космические снимки в красном и инфракрасном диапазоне со спутника Landsat миссий 5, 7 и 8 с 2007 по 2021 гг., на основе которых был рассчитан вегетационный индекс NDVI. В результате работы были получены карты пространственного распределения NDVI по территории заповедника за последние 15 лет, определены преобладающие типы растительного покрова и степень их продуктивности, проанализирована межгодовая изменчивость растительного покрова по данным NDVI.

**Ключевые слова:** Васюганский заповедник, растительность, мониторинг, Landsat, NDVI

### Monitoring of the Vasyuganskiy Nature Reserve territory based on Remote Sensing Data

*А. Е. Tkachenko<sup>1\*</sup>, Е. М. Korotkova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Tomsk state university of architecture and civil engineering, Tomsk, Russian Federation

\* e-mail: dreammora@yandex.ru

**Abstract.** This paper is devoted to monitoring of the Vasyuganskiy Nature Reserve vegetation cover and identifying of trends of the vegetation productivity changes. The paper considers the physical and geographical characteristics of the territory and the legal framework of the reserve existence, its landscape and vegetation features. For the study of vegetation productivity space images in the red and infrared range from the Landsat satellite missions 5, 7 and 8 from 2007 to 2021 were used, on its basis the vegetation index NDVI was calculated. As a result, maps of the NDVI spatial distribution of the reserve territory over the past 15 years were obtained, the prevailing types of vegetation cover and its productivity are determined, the interannual variability of vegetation cover based on NDVI data was analyzed.

**Keywords:** Vasyuganskiy Nature Reserve, vegetation, monitoring, Landsat, NDVI

### *Введение*

Государственный заповедник «Васюганский» – уникальное место для изучения, сохранения и охраны естественной природной среды и проведения экологического мониторинга. Заповедник, как и само болото, привлекает внимание как отечественных, так и зарубежных ученых и представляет собой новый объект для исследования природных систем Васюганского болота.

Его можно назвать образцом в области охраны и сохранения природы, ведь труднодоступность и отсутствие туристической инфраструктуры создают

сложности для посещения этих территорий, что благоприятствует сохранению специфики естественной природы данного объекта.

Существование заповедника на территории самой крупной болотной системы даёт возможность проведения научных исследований заболоченных территорий, являющихся важным звеном глобального углеродного цикла и климатической системы.

### *Методы и материалы*

Заповедник «Васюганский» учрежден на основании постановления Правительства Российской Федерации от 16.12.2017 №1563 на территории Северного и Убинского районов Новосибирской области и Бакчарского района Томской области.

Для осуществления управления заповедником в 2020 году было организовано федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный природный заповедник «Васюганский», главными задачами которого являются изучение, сохранение и охрана природных ресурсов.

Расположен заповедник в границах Большого Васюганского болота – объект, который включен в предварительный список наследия ЮНЕСКО, благодаря своим особым свойствам и размерам: Васюганские болота – самая крупная болотная система в мире. Площадь самого заповедника составляет 614 803 га.

Территория не окружена горными массивами и характеризуется континентальным климатом с продолжительной и холодной зимой и коротким, но теплым летом. Заповедник находится на Васюганской равнине, абсолютная высота составляет 116-146 метров. Атмосферные осадки скапливаются в торфяном горизонте, что и провоцирует образование высокой заболочиваемости почв.

Растительность представлена:

- древесный покров – сосна, берёза и кедр;
- кустарничковый покров – развит хорошо, встречаются багульник, брусника, клюква;
- травянистый покров – пушица, осока, морошка.

В настоящее время одним из самых популярных методов изучения и проведения мониторинга земель является метод дистанционного зондирования Земли, который заключается в анализе космоснимков, полученных с различных спутников. Спутниковая информация дает возможность оценить состояние компонентов ландшафтов, включая и растительность, водные объекты и т.д.

Для исследования растительного покрова территории заповедника «Васюганский» использовались космоснимки со спутника Landsat миссий 5, 7 и 8 за летний период 2007-2021 годов. Эти данные находятся в архиве Государственной геологической Службы США и доступны для скачивания на сайте [earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov). Снимки имеют картографическую привязку, а пространственное разрешение системы Landsat позволяет проводить исследования растительности с достаточной точностью. Информация о границах заповедника была предоставлена ФГБУ «Государственный заповедник «Васюганский».

Космоснимки состоят из набора изображений, каждое из которых содержит информацию об определенном спектральном диапазоне, и, соответственно, о свойствах объектов, расположенных на земной поверхности, которые отражают или излучают электромагнитное излучение в данном спектральном диапазоне. В данной работе для анализа растительного покрова применялся индекс NDVI. Для его вычисления используются снимки в красном и инфракрасном диапазоне. Данный индекс является показателем фотосинтетически активной биомассы и позволяет провести количественную и качественную оценку состояния растительного покрова.

NDVI рассчитывается по формуле:

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)}, \quad (1)$$

где NIR - отражение в инфракрасной области спектра; RED - отражение в красной области спектра.

То есть, плотность растительности (NDVI) в конкретной точке изображения равна разнице интенсивностей отраженного света в инфракрасном и красном диапазоне, который делится на сумму их же интенсивностей. Высокая фотосинтетическая активность, показывающая густоту растительности, ведет к меньшему отражению в красной области спектра и большему в инфракрасной. Данные показатели определяют и отделяют объекты растительности от других объектов, находящихся на снимке. Благодаря расчету NDVI, можно увидеть какая растительность в каком районе заповедника преобладает, как изменяется растительный покров из года в год, и определить общее состояние флоры территории. В таблице 1 представлены примерные значения NDVI для разных типов природных объектов.

Таблица 1

Приблизительные значения NDVI

NDVI	Тип покрытия
0.8 – 1.0	очень мощная, густая растительность (широколиственный здоровый лес)
0.67 – 0.8	мощная, густая растительность (лес)
0.4 – 0.5	скудная и разреженная древесная и кустарниковая растительность
0.2 – 0.4	кустарники и пастбища
0.09 – 0.2	открытая почва
-0.1 – 0.1	горные породы, песок, снег
-0.42 – -0.33	водный объект
-0.55 – -0.5	антропогенное покрытие (бетон, асфальт)
0	облако на снимке

## Результаты

NDVI для территории заповедника рассчитывался с 2007 по 2021 гг. Были использованы космоснимки за летний период, когда фотосинтетические процессы растительности протекают наиболее активно.

На рис. 1 изображена карта заповедника с рассчитанным NDVI за 2011 год. Согласно табл. 1, можно сделать вывод, что в 2011 году на востоке заповедника преобладает древесная растительность, предположительно, в данном месте находится лес (показатель 0.6-0.7), а в основном, значение не превышает 0.4, что указывает на распространенность кустарников.

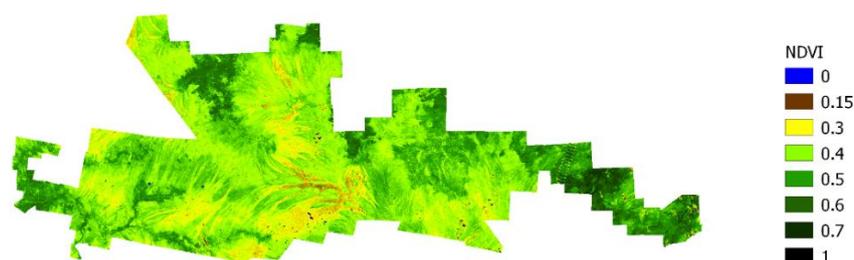


Рис. 1. Карта заповедника «Васюганский» с рассчитанным NDVI за 2011 год

В результате расчетов индекса NDVI и вычисления средних значений растительного покрова можно сделать вывод, что на территории Васюганского заповедника преобладает разреженная растительность, представленная кустарниками, кустарничками и разреженным древесным покровом.

Для анализа межгодовой изменчивости растительного покрова данные NDVI по территории заповедника были осреднены (рис. 2). Как видно из рис. 2 в 2007-2010 гг. наблюдается повышение средних значений NDVI, а с 2011 года – их планомерное снижение. Среднее значение NDVI за 15 лет составляет 0,35.



Рис. 2. Динамика NDVI на территории Васюганского заповедника

Для анализа распределения изменений (рис. 3) были взяты результаты расчета NDVI с самым большим показателем и с самым маленьким показателем – это 2010 (0,46) и 2021(0,30) года.

Территории, окрашенные в оттенки красного, показывают уровень изменения продуктивности растительности. Причем, чем ярче цвет, тем сильнее уменьшилась продуктивность растительности.

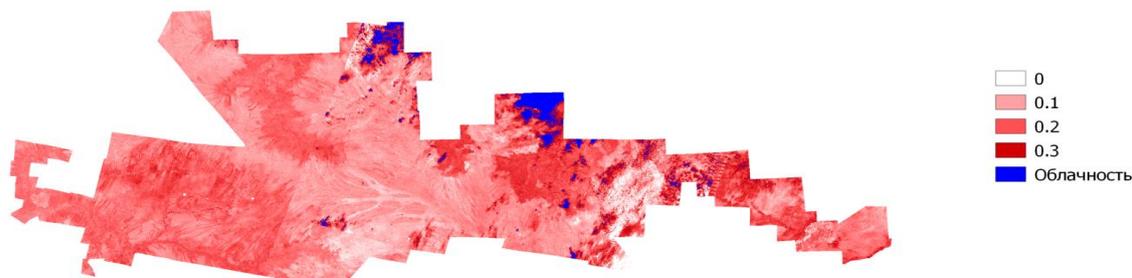


Рис. 3 Карта распределения изменений NDVI по территории заповедника с 2010 по 2021 гг.

### *Заключение*

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– на заболоченных землях Васюганского заповедника преобладает разреженная древесная, кустарниковая и кустарничковая растительность, в восточной части заповедника плотность растительности выше, что свидетельствует о наличии лесных массивов;

– максимальное значение NDVI на территории Васюганского заповедника наблюдается в 2010 году – 0.46;

– с 2011 г. значение NDVI уменьшается с каждым годом, что свидетельствует о снижении продуктивности растительности, значение достигло 0.30;

– наибольшее снижение продуктивности растительности в последние 10 лет характерно для зон распространения лесов в северной и восточной части заповедника, изменения NDVI составили 0,2-0,3. В центральной и южной частях заповедника, для которых характерны болотные ландшафты с преобладанием кустарничковой и травянистой растительности, наблюдается меньшее снижение продуктивности, изменения NDVI составили порядка 0,1.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Задде Г.О. Геоинформационный анализ климатических особенностей территории Васюганского болота на основе метода главных компонент / Г.О. Задде, В.П. Иродова, Т.О. Перемитина, Ю.М. Полищук // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития / Под общей редакцией чл.-корр. РАН М.В. Кабанова. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2002. – с. 134 – 138.

2. Государственный природный заповедник «Васюганский» [Электронный ресурс] – URL: <http://vasyganskiy.ru/index.php>.
3. «Консультант Плюс» - законодательство РФ [Электронный ресурс] – URL: <http://www.consultant.ru/>.
4. EarthExplorer [Электронный ресурс] – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.
5. Е.А. Лупян, И.В. Балашев, М.А. Бурцев, В.Ю. Ефремов, А.А. Мазуров, Д.В. Мальцев, А.А. Матвеев, А.А. Прошин, В.А. Толпин, О.А. Халикова, Ю.С. Крашенинникова Возможности работы с долговременным архивом данных спутников LANDSAT по территории России и приграничных стран // Современный проблемы дистанционного зондирования Земли и космос. 2019 Т.9. №3. С. 307-315.

© А. Е. Ткаченко, Е. М. Короткова, 2022