

АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF SOSNOVSKY HOGWEED IN THE TERRITORY OF THE UDMURT REPUBLIC

Семакина А.В., доцент, к. г. н.
ФГБОУ ВО «Удмуртский
государственный университет»,
Россия, Ижевск

Semakina A.V., Associate Professor,
PhD, Udmurt State University, Russia,
Izhevsk

Губко Ж.В., студент первого курса
аспирантуры направления
«Геоэкология», Россия, Ижевск

Gubko Z.V., first-year student
Postgraduate courses in Geocology,
Russia, Izhevsk

Аннотация. В работе представлен анализ проблемы распространения инвазивных растений, в частности Борщевика Сосновского, на территории Удмуртской Республики, основанный на методах спутникового мониторинга многоспектральных космических снимков спутника Landsat 8 OIL. На данной стадии исследования апробирован метод выявления инвазивных растений расчетом двух вегетационных индексов - нормализованного относительного вегетационного индекса NDVI и относительного индекса хлорофилла ClGreen. Анализ космических снимков двух периодов, а именно мая и августа, позволил рассчитать индексы NDVI и ClGreen. Выбор мая обусловлен необходимостью отследить быстрый рост борщевика Сосновского и определить зоны его распространения, тогда как август представляет период максимальной вегетации по сравнению с другими растениями. Анализ двух вегетационных показателей в сравнении с результатами полевых исследований выявил удовлетворительное совпадение, причем разница между ними не превышала 26.56% и не была меньше 11.10%. Полученные результаты свидетельствуют о возможности успешного применения данной методики для картирования распространения

борщевика Сосновского, а в будущем и применения метода в административных целях для организации мер по борьбе с агрессивным инвазивным видом растения.

Summary. The paper presents an analysis of the problem of invasive plant spread, particularly Sosnovsky's hogweed, in the territory of the Udmurt Republic, based on satellite monitoring methods of multispectral space images from the Landsat 8 OLI satellite. At this research stage, a method for detecting invasive plants by calculating two vegetation indices has been tested — the normalized difference vegetation index (NDVI) and the chlorophyll relative index (ClGreen).

Analyzing satellite images from two periods, namely May and August, allowed for the calculation of NDVI and ClGreen indices. May was chosen to track the rapid growth of Sosnovsky's hogweed and determine its spread areas, while August represents the period of maximum vegetation compared to other plants.

Comparing the two vegetation indicators with the results of field research revealed satisfactory coincidence, with the difference not exceeding 26.56% and not being less than 11.10%. The obtained results indicate the possibility of successfully applying this method for mapping the spread of Sosnovsky's hogweed, and in the future, using the method for administrative purposes to organize measures against this aggressive invasive plant species.

Ключевые слова: инвазивные растения, многоспектральные снимки, Landsat 8, вегетационные индексы, Борщевик Сосновского.

Keywords: invasive plants, multispectral images, Landsat 8, vegetation indexes, Sosnovsky's hogweed.

Введение.

Экспансия инвазивных видов является одним из ключевых факторов деградации природных экосистем. Их способность к быстрому размножению и конкурентоспособность приводят к вытеснению коренных видов и трансформации природных сообществ, что за короткий период времени вызывает значительное снижение видового разнообразия и создает риски для здоровья человека. Выявление территорий с зарослями чужеродных видов осуществляется с использованием методов дистанционного зондирования Земли, что обусловлено высокой контрастностью активно изучаемых в настоящее время инвазий на космических снимках.

Неконтролируемое распространение борщевика Сосновского в европейской части России представляет серьезную угрозу природным

экосистемам. Приоритетной задачей для организации противоинвазионных мероприятий является проведение детальной оценки площади и степени зарастания территорий этим агрессивным видом. [3,4,5,6] Проведение традиционных полевых методов для мониторинга распространения борщевика Сосновского осложняется из-за риска тяжёлых поражений кожи и слизистых тканей человека при контакте с растением, в отдельных случаях, приводящих к летальному исходу [12]. Для определения метода исследования распространения инвазивного вида – Борщевика Сосновского чаще всего исследователи используют дистанционные способы получения информации [5,7,8].

Цель исследования.

Отработка методики для оценки площадей распространения инвазивных видов, на примере борщевика Сосновского на основе количественного анализа рассчитанных вегетационных индексов многоспектральных космических снимков спутника Landsat 8 OLI.

Материал и методы исследования.

В рамках исследования рассматривается территория центральной части Удмуртской Республики с развитым сельским хозяйством, где заброшенные поля становятся благоприятной средой для распространения борщевика Сосновского [1,10]. Площадь анализируемой территории составила 3430.3 км². Учитывая характер вегетации борщевика Сосновского с быстрым наращиванием биомассы в начале весны и пиком развития в августе, наибольшие контрасты в вегетационных индексах наблюдались при обработке космических снимков программы Landsat 8 OLI за период 2021 гг., полученных в мае (на старте вегетации) и августе (в период её пика) [2,14]. Помимо дистанционного метода анализа исследуемой территории были проведены натурные обследования мест произрастания борщевика Сосновского. Полевые работы выполнялись в период вегетации 2021 года с использованием GPS-оборудования для картирования границ распространения растения.

Результаты исследования и их обсуждение.

В процессе анализа многоспектральных изображений Landsat 8 OLI были определены значения относительного хлорофиллового индекса ClGreen и нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI. Определение площади распространения борщевика Сосновского осуществлялось путем обработки спутниковых каналов в модуле Semi-Automatic Classification плагина QGIS. Расчётная площадь ареалов распространения борщевика Сосновского для

исследуемой территории по результатам обработки разновременных снимков представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты расчета площадей ареалов распространения борщевика Сосновского на основании разновременных снимков с применением индексов NDVI и ClGreen (км²)

Временной период, который охватывают многозональных снимков Landsat 8 OLI	Используемый показатель	
	Вегетационный индекс NDVI	Относительный индекс хлорофилла ClGreen
Май 2021	60.20	75.35
Август 2021	58.44	59.79
Среднее значение за вегетационный период 2021г.	59.32	67.57

Анализ распространения борщевика Сосновского с применением индексов NDVI и ClGreen продемонстрировал аналогичную динамику ареалов в крайних значениях. Средняя площадь составила 63.45 км² или 1.8% от исследуемой территории. Весенние ареалы были крупнее августовских (87.3% от весеннего показателя). Сокращение площади к концу лета могло быть вызвано неполным учетом растения при большей биомассе или проведением противосорняковых мероприятий [13].

Выводы или заключение.

В рамках натурных исследований, проведенных в вегетационный период 2021г., площадь распространения борщевика для исследуемой территории составила 63.39 км². Верификация расчетных размеров ареалов распространения борщевика Сосновского с данными натурных исследований показала расхождения абсолютных значений на 5.93–14.18 км². В относительных величинах расхождение составило от 11.10 до 26,56%. Полученные результаты совпадают в крайних значениях с имеющимся наработками в области применения методов ДЗЗ при оценке ареалов распространения борщевика

Сосновского [2,11]. Основные расхождения связаны со значительным влиянием специфических особенностей местности на результаты обработки космических снимков. Таким образом, используемая методика может быть применена для получения точных значений площади распространения ареала борщевика Сосновского на конкретной территории. Данные результаты могут быть использованы при административном планировании мероприятий по борьбе с инвазивными видами растений.

Список литературы

1. Далькэ И.В., Чадин И.Ф., Захожий И.Г. Анализ мероприятий по ликвидации нежелательных зарослей борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi manden.*) на территории Российской Федерации // Российский журнал биологических инвазий. №3. 2018. – С. 44-61.
2. Копенков В.Н., Сергеев В.В., Сойфер В.А., Чернов А.В. Дистанционное зондирование Земли и геоинформационные системы // Вестник РФФИ. №3 (95). 2017. – С.78-96.
3. Лунева Н.Н., Конечная Г.Ю., Смекалкова Т.Н., Чухина И.Г. О статусе вида борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi manden.*) на территории РФ // Вестник защиты растений 3 (97) – 2018. – С.10-15.
4. Майоров, С.Р. Ботанико-географическое своеобразие инвазионных видов флоры Средней России // Материалы конференции, приуроченной к 80 - летию Вадима Николаевича Тихомирова (1932 – 1997) (Москва, 30 января – 3 февраля 2012 г.). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – С. 124 – 126.
5. Манденова И.П. Фрагменты монографии кавказских борщевиков // Заметки по систематике и географии растений. 1944. вып.12. – С.15-19.
6. Петрова И.Ф., Королева Е.Г. Оценка опасности распространения борщевика Сосновского в России // Известия РАН. Серия географическая. 2022. Т.86. №5. – С. 788-798.
7. Рожков Ю. Ф. Кондакова М. Ю., "Оценка динамики восстановления лесов после пожаров в Олекминском заповеднике (Россия) по космическим снимкам LANDSAT"// Nature Conservation Research. Заповедная наука журн. 2019г. 4№S1 - С. 1-10.
8. Савин И.Ю., Андронов Д.П., Шишконокова Е.А., Вернюк Ю.И. Детектирование борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi manden.*) на основе данных съемки с беспилотного летательного аппарата // Российская сельскохозяйственная наука, №6, 2021. – С. 50-55.

9. Товстик Е.В., Адамович Т.А., Ашихмина Т.Я. Идентификация участков массового роста борщевика Сосновского с помощью спектральных индексов по данным Sentinel-2 // Теоретическая и прикладная экология. №3. 2019. – С. 34-40.
10. Халявина Ж.В. Применение методов дистанционного зондирования Земли при исследовании состояния растительного покрова территории города Ижевска и прилегающих районов // Материалы всероссийской научно-практической конференции "Природопользование и правовая охрана окружающей среды" Ижевск, 2020. – С. 172-179.
11. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика. – № 2. – 2011. – С. 98-102.
12. Житель Зеленограда умер после ожогов от борщевика // Известия. – URL: <https://iz.ru/1049758/2020-08-18/zhitel-zelenograda-umer-posle-ozhogov-ot-borshchevika> (дата обращения 17.08.2024).
13. Udm-info. 3,5 тысячи га борщевика уничтожат в Удмуртии в 2021 году. – URL: <https://udm-info.ru/news/2021-01-17/3-5-tysyachi-ga-borshevika-unichtozhat-v-udmurtii-v-2021-godu-1987152> (дата обращения 17.01.2025).
14. USGS. EarthExplorer. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения 06.12.2024).

References

1. Dalke I.V., Chadin I.F., Zahozhy I.G. Analysis of measures to eliminate undesirable thickets of Sosnovsky hogweed (*Heraczoom sosnowskyi* manden.) on the territory of the Russian Federation // Russian Journal of Biological Invasions. No. 3. 2018. – pp. 44-61.
2. Kopenkov V.N., Sergeev V.V., Soyfer V.A., Chernov A.V. Remote sensing of the Earth and geoinformation systems // Bulletin of the Russian Foundation for Basic Research. №3 (95). 2017. – Pp.78-96.
3. Luneva N.N., Konechnaya G.Yu., Smekalkova T.N., Chukhina I.G. On the status of the species of Sosnovsky hogweed (*Heraczoom sosnowskyi* manden.) on the territory of the Russian Federation // Bulletin of Plant Protection 3(97), 2018, pp.10-15.
4. Mayorov, S.R. The botanical and geographical peculiarity of invasive species of the flora of Central Russia // Materials of the conference dedicated to the 80th anniversary of Vadim Nikolaevich Tikhomirov (1932 - 1997) (Moscow, January 30 – February 3, 2012). Moscow: Association of Scientific Publications of the KMC, 2012. – pp. 124-126.

5. Mandenova I.P. Fragments of a monograph of Caucasian hogweed // Notes on the taxonomy and geography of plants. 1944. issue 12. pp.15-19.
6. Petrova I.F., Koroleva E.G. Assessment of the danger of the spread of Sosnovsky hogweed in Russia // Izvestiya RAS. The series is geographical. 2022. Vol.86. No. 5. – pp.788-798.
7. Rozhkov Yu. F. Kondakova M. Yu., "Assessment of the dynamics of forest restoration after fires in the Olekminsky Nature Reserve (Russia) from LANDSAT satellite images" // Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka zhurnal. 2019g. 4№S1 - pp. 1-10.
8. Savin I.Yu., Andronov D.P., Shishkonakova E.A., Vernyuk Yu.I. Detection of Sosnovsky hogweed (*Heraczoom sosnowskyi manden.*) based on data taken from an unmanned aerial vehicle // Russian Agricultural Science, No. 6, 2021, pp. 50-55.
9. Tovstik E.V., Adamovich T.A., Ashikhmina T.Ya. Identification of mass growth sites of Sosnovsky hogweed using spectral indices according to Sentinel-2 data // Theoretical and Applied Ecology. No. 3. 2019. – pp. 34-40.
10. Khalyavina Zh.V. Application of remote sensing methods for studying the state of vegetation cover in the city of Izhevsk and adjacent areas // Materials of the All-Russian scientific and practical conference "Nature Management and legal protection of the environment" Izhevsk, 2020. – pp.172-179.
11. Cherepanov A.S. Vegetation indexes // Geomatics. No. 2. 2011. pp. 98-102.
12. A resident of Zelenograd died after being burned by hogweed // Izvestia. – URL: <https://iz.ru/1049758/2020-08-18/zhitel-zelenograda-umer-posle-ozhogov-ot-borshchevika> (date of appeal 08.17.2024).
13. Udm-info. 3.5 thousand hectares of hogweed will be destroyed in Udmurtia in 2021. – URL: <https://udm-info.ru/news/2021-01-17/3-5-tysyachi-ga-borshevika-unichtozhat-v-udmurtii-v-2021-godu-1987152> (accessed 17.01.2025).
14. USGS. EarthExplorer. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (accessed 12.06.2024).