

## **СОЗДАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕГИОНА С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ БИОРЕСУРСОВ НСО**

*Дмитрий Александрович Тужик*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (923)116-14-28, e-mail: buster9@bk.ru

*Людмила Константиновна Радченко*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (913)909-51-88, e-mail: l.k.radchenko@sgugit.ru

Создание познавательной картографической модели региона с целью мониторинга изменения качества и плотности растительного покрова НСО в период с 2010 по 2019 годы с применением индекса NDVI. Месяцем наблюдения является июль, как середина вегетационного периода растительности в данном регионе. После определения индекса NDVI проведен поиск явлений, влияющих на качество и плотность растительности НСО. К факторам, влияющим на качество и плотность растительности, относятся: выбросы в атмосферу от стационарных источников (предприятия теплоэнергетики и отопительные котельные ЖКХ, промышленные предприятия), выбросы в атмосферу от автомобильного транспорта, общее количество отходов жизнедеятельности, среднемесячная температура за период наблюдений, лесные пожары за период наблюдений и период, предшествующий периоду наблюдений, породный состав лесных насаждений. Основной проблемой исследования является поиск, получение статистических данных за искомый период исследования, поиск возможности картографического отображения данных, поиск взаимосвязей между явлениями с помощью математических методов исследования. Результатом исследования является карта, отображающая взаимосвязи между индексом NDVI и факторами влияющими на него, на основе чего можно сделать выводы о динамике изменения качества растительности за 9 лет и представить динамику будущего изменения.

**Ключевые слова:** познавательная картографическая модель региона, NDVI, анализ взаимосвязей, данные дистанционного зондирования.

## **CREATING AN INFORMATIVE CARTOGRAPHIC MODEL OF THE REGION TO ASSESS THE STATE OF ITS BIORESOURCES**

*Dmitryi A. Tuzhik*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (923)116-14-28, e-mail: buster@bk.ru

*Ludmila K. Radchenko*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, phone: (913)909-51-88, e-mail: l.k.radchenko@sgugit.ru

The aim of the work is to create an informative map model of the region in order to monitor changes in the quality and density of vegetation cover in the NRin the period from 2010 to 2019 using the NDVI index. The month of observations for July, as the middle of the vegetation period of vegetation in this region. After determining the NDVI index, it is necessary to search for phenomena that affect the quality

and level of vegetation of the NSO. Factors affecting the quality and constancy of energy sources are a source of energy from road transport, the total amount of waste, the average temperature for the observation period, and forest. for the period of observation and the period preceding, the species composition of forest stands. The main problem is the search, obtaining statistical data for the search period, research, the possibility of cartographic presentation of data, the search for the relationship between phenomena using mathematical research methods. The result of the research is a map showing the relationship between the NDVI index and the factors influencing it, based on which we can draw conclusions about the dynamic changes in the quality of life over 9 years and present the dynamics of future changes.

**Key words:** informative map model of the region, NDVI, relationship analysis, remote sensing data.

Исследование растительности с помощью мультиспектральных снимков в данный момент имеет достаточно широкое применение для оценки состояния биоресурсов, где для получения информации используют индекс NDVI.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный индекс растительности, отражающий количество активной биомассы. Самое известное применение NDVI – это использование его для познания и оценки развития культур, чаще сельскохозяйственных. По карте распределения NDVI можно оценить, где на посевном поле значения очень низкие, а где – выше среднего. Эти данные нужно уметь интерпретировать с учетом фазы вегетации и вида культуры на поле [1]. NDVI также можно использовать и для наблюдения за определенной территорией (заповедник, лесной массив и другие объекты небольшой площади), а также для более глобального мониторинга за качеством растительности. Индекс NDVI в своих работах использовал Т. А. Адамович, при исследовании многолетней динамики индекса NDVI на территории заповедника «Нургуш» (2017) [2]. В работе затрагивалась тема изменчивости показателя NDVI в зависимости от сезона года. Т.И. Письман, при исследовании состояния лесной растительности Красноярского края [3], где объектом исследования была взята территория заповедника и изучалась зависимость климатических факторов и индекса растительности NDVI в течение ряда лет. Курганович К.А., Макаров В.П., использовали NDVI в исследовании влияния лесных пожаров на территорию Цасучейского бора [4]. В другой своей работе, К.А. Курганович использует индекс NDVI в исследовании корреляции между климатическими факторами и качеством растительности на протяжении ряда лет [5]. В работе И.Р. Рахматуллиной, изучалась взаимосвязь между индексом NDVI и промышленным загрязнением Уфимского Промышленного Центра [6]. Все эти работы говорят о том, что применение индекса NDVI актуально в настоящее время при познании и оценке состояния биоресурсов.

Цель данной работы заключается в исследовании взаимосвязи между индексом NDVI и различных факторов (климатических, экологических, антропогенных, эколого-антропогенных) с помощью познавательной картографической модели региона.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- поиск и получение данных дистанционного зондирования на территорию Новосибирской области;
- вычисление индекса NDVI на 2010 и 2019 годы;

- цветовое оформление шкалы отображения индекса NDVI;
- построение гистограмм индекса NDVI;
- формирование выводов.

Практическая значимость работы заключается в анализе произошедших изменений качества биоресурсов на территории области, анализе факторов и явлений этому сопутствовавших, и дальнейшее использование полученных данных в познавательных, рекомендательных, прогностических и других целях.

Формула расчета индекса NDVI выглядит следующим образом:

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

где NIR – излучение в ближней инфракрасной зоне спектра,

RED – излучение в красной зоне спектра.

Согласно этой формуле, плотность растительности (NDVI) в определенной точке изображения равна разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей [7].

Для получения растровых NDVI-данных использовались мультиспектральные снимки со спутника Landsat-5 (для данных за 2010 год), а именно 3-й (диапазон длины волны 0,63–0,69 мкм) и 4-й (диапазон длины волны 0,76–0,9 мкм) каналы. Пространственное разрешение получаемых снимков составляет 30 метров. Для данных за 2019 год использовались снимки, полученные со спутника Landsat-7, так как Landsat-5 был выведен из эксплуатации. Аппаратура, установленная на Landsat-7, позволяет корректно сравнивать получаемые снимки со снимками Landsat-5, так как обладает аналогичными параметрами.

Вычисления производились в программе QGIS 3.4., посредством калькулятора растров. После вычисления были получены два растра: за июль 2010 года (рис. 1), за июль 2019 года (рис. 2), и построена шкала для индекса NDVI (рис. 3).

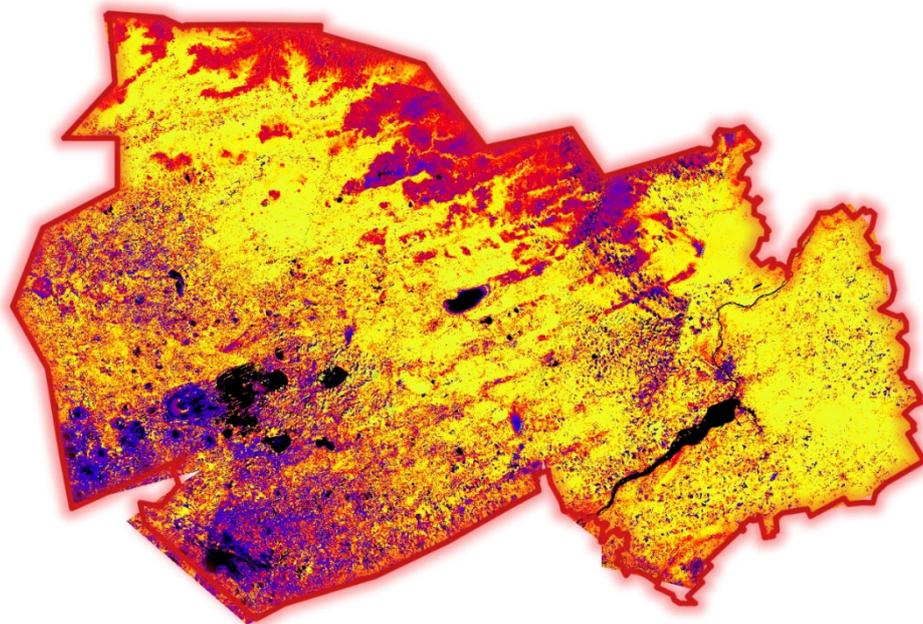


Рис. 1. NDVI за 2010 год (июль)

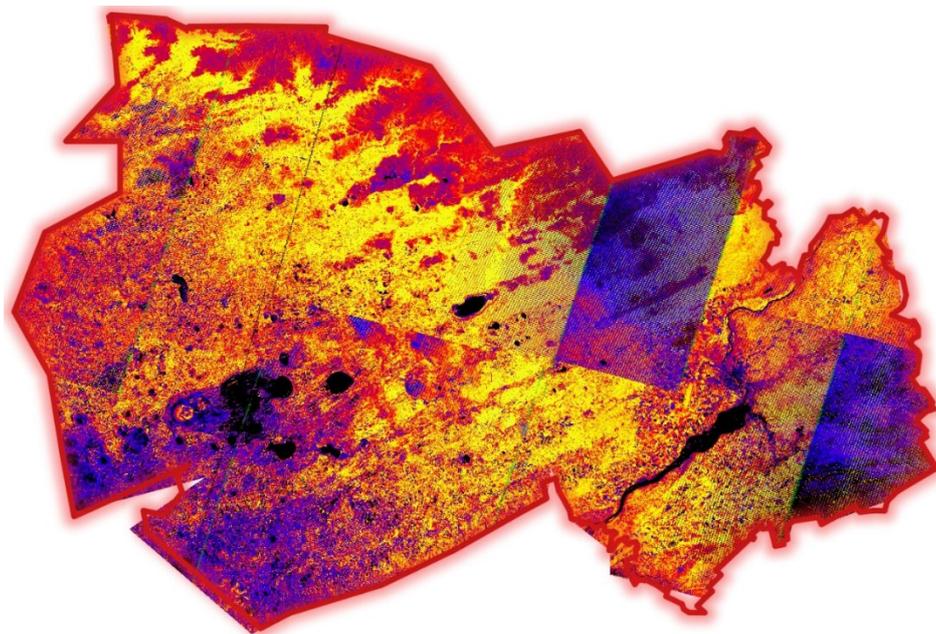


Рис. 2. NDVI за 2019 год (июль)

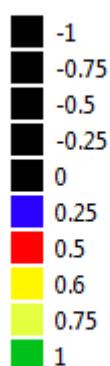


Рис. 3. Шкала для индекса NDVI

Анализируя полученные растры, и опираясь на исследования других авторов, было выявлено что большинство объектов нерастительного происхождения имеют значение индекса  $NDVI \leq 0$ , а любая растительность имеет значение  $NDVI > 0$ .

Для большей наглядности можно преобразовать растры в гистограммы. Данный способ позволяет нагляднее оценить изменения произошедшие с растительностью за 9 лет. Горизонтальная строка данных указывает на значение индекса NDVI, а вертикальный столбец на количество точек, соответствующих данному значению. Изучив гистограммы, можно прийти к выводу, что качество растительности в Новосибирской области ухудшилось (рис. 4, 5).

Область гистограммы, где NDVI меньше нуля, относится к объектам нерастительного происхождения (вода, дороги, здания и т.д.), а все что больше нуля относится к разного рода и качества растительности. Чем лучше растительность, тем выше будет значение.

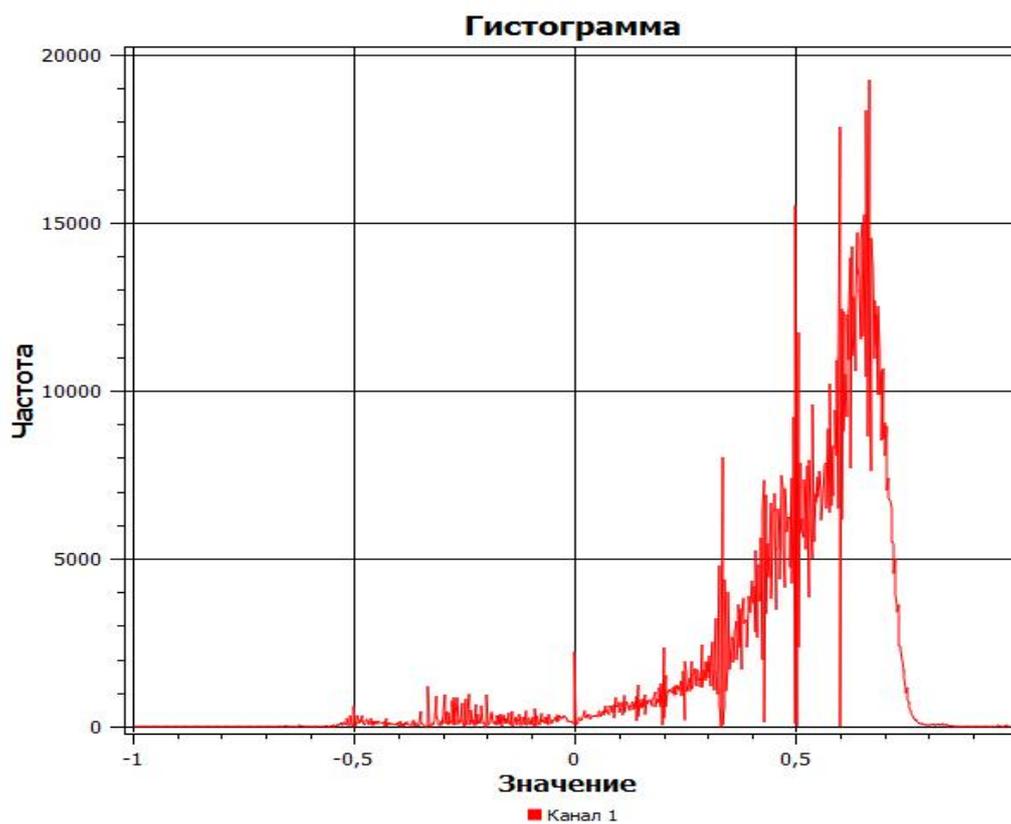


Рис. 4. Гистограмма раstra NDVI за 2010 год

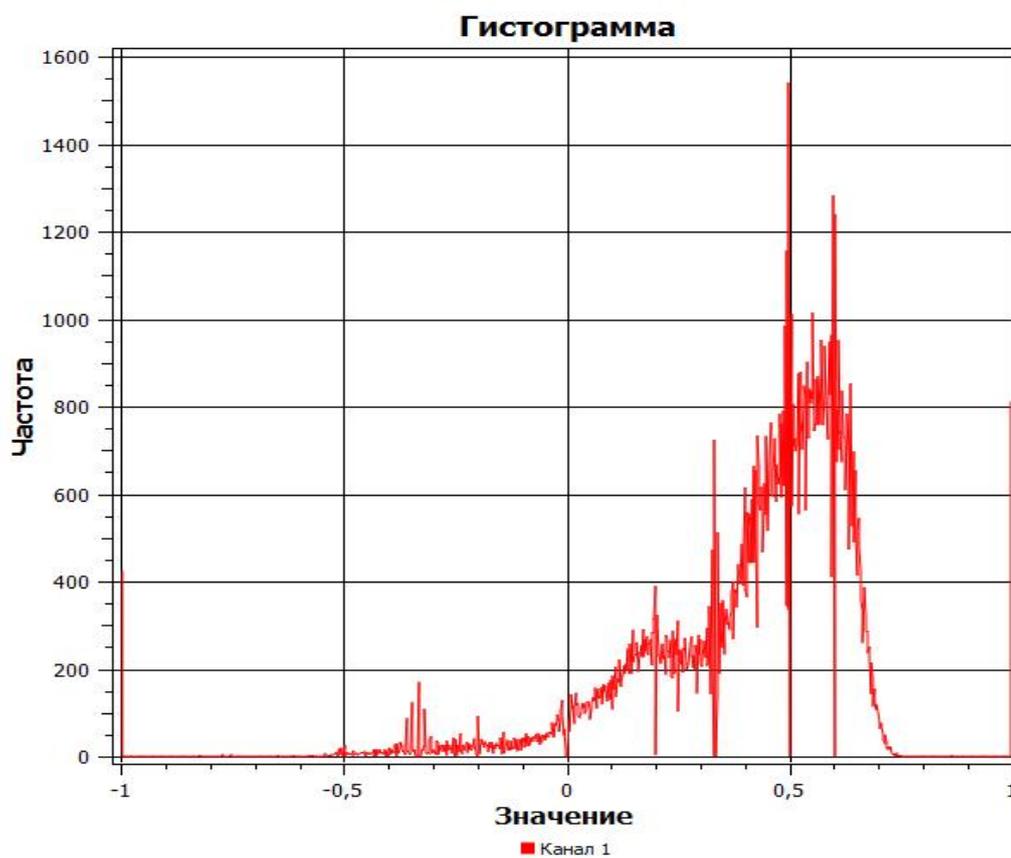


Рис. 5. Гистограмма раstra NDVI за 2019 год

В качестве гипотезы, было предположено, что на качество растительности влияют следующие общеизвестные факторы: лесные пожары в регионе, температура воздуха за наблюдаемый период, количество атмосферных выбросов в регионе, количество отходов производства и жизнедеятельности населения за указанный период. В качестве статистики лесных пожаров был использован инструмент для сравнения количества термоточек [8]. Термоточки – это температурные аномалии, выявленные при помощи космических спутников и распознанные как пожары, с исключением температурных аномалий техногенного происхождения.

Данные о термоточках взяты из системы FIRMS по данным сенсоров MODIS спутников Terra и Aqua, которые публикуются в виде графиков на определенный период. Пример графика на 2010 год (рис. 6).

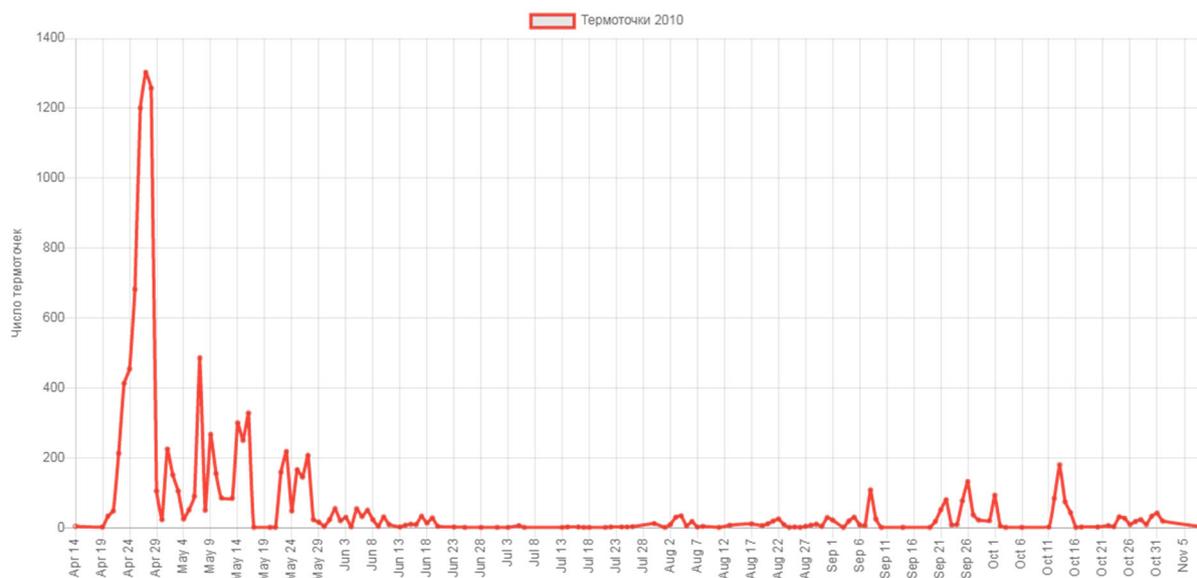


Рис. 6. График количества термоточек за 2010 год

На графике видно, что пик лесных пожаров приходится на середину месяцев апрель-май. Изучив графики за период 2010–2019 годы, было получено, что лесные пожары не оказали сильного влияния на растительность. Количество пожаров стабильно уменьшалось за данный период.

Рассмотрим другой фактор, влияющий на качество растительности – средняя температура воздуха. В качестве данных о погоде были получены дневники погоды за 2010–2019 годы [9]. Изучив дневники погоды за июль каждого года, было выведено, что средняя температура июля за 9 лет повысилась на 2,8°С. После изучения данных о погоде, были изучены данные о выбросах в атмосферу за 9 лет. В качестве статистики были использованы ежегодные доклады о состоянии и охране окружающей среды [10]. Данные о вредных выбросах (рис. 7) и количестве отходов производства и жизнедеятельности населения (рис. 8) позволяют судить об улучшении экологической обстановки, но при этом наблюдается увеличение количества отходов жизнедеятельности.



Рис. 7. Данные о вредных выбросах в атмосферу



Рис. 8. График количества отходов

Из графиков видно, что количество выбросов в атмосферу на территории области снижается в течение ряда лет.

После сбора всех данных, можно сделать вывод о том, что за период исследования с 2010 по 2019 год, наблюдается падение качества растительности по всей территории области (особенно в районе административного центра области); повышение средней температуры июля на  $2,8^{\circ}\text{C}$ , уменьшение количества вредных выбросов с увеличением количества производственных отходов; умень-

шение количества лесных пожаров, заметное обмеление некоторых водоемов. На основе этих данных можно выстраивать различные теории о влиянии тех или иных факторов на качество растительности, строить различные модели с помощью математических методов исследования.

Падение индекса NDVI может иметь множество причин, среди которых ухудшение экологической обстановки, общее изменение климатических условий, приводящее к деградации качества растительности произрастающей на территории региона, уничтожение природных комплексов, приводящее к изменению во всех сферах жизни.

В настоящее время исследование и мониторинг с помощью мультиспектральных снимков все большее распространение, полученная познавательная картографическая модель региона дает возможность делать определенные выводы. Использование ГИС-программ в данных целях позволяет автоматизировать данный процесс, а полученные данные можно использовать для построения карт изокоррелят и в комплексном анализе состояния биоресурсов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О чем расскажет NDVI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.exactfarming.com/ru/o-chem-rasskazhet-ndvi/>.
2. Т. А. Адамович, Г. Я. Кантор, Т. Я. Ашихмина, В. И. Савиных. Анализ сезонной и многолетней динамики вегетационного индекса NDVI на территории государственного природного заповедника «Нургуш» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docplayer.ru/76241632-Analiz-sezonnoy-i-mногоletney-dinamiki-vegetacionnogo-indeksa-ndvi-na-territorii-gosudarstvennogo-prirodnogo-zapovednika-nurgush.html>.
3. Т. И. Письман, И. Ю. Ботвич, А. П. Шевырнов. Оценка состояния лесной растительности Красноярского края (заповедник «Столбы») по спутниковым данным [Электронный ресурс]. – URL: [http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/sb2018t5/130-140.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/sb2018t5/130-140.pdf).
4. К. А. Курганович, Макаров В. П. Использование вегетационных индексов NDVI для оценки влияния пожаров на динамику растительности Цасучейского бора [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-vegetatsionnyh-indeksov-ndvi-dlya-otsenki-vliyaniya-pozharov-na-dinamiku-rastitelnosti-tsasucheyского-bora>.
5. К. А. Курганович, Голятина М. А. Пространственно-временной отклик NDVI на изменение климатических характеристик в забайкальском крае за период 2000-2014 гг. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prostranstvenno-vremennoy-otklik-ndvi-na-izmenenie-klimaticheskikh-harakteristik-v-zabaykalskom-krae-za-period-2000-2014-gg>.
6. И. Р. Рахматуллина, З. З. Рахматуллин, Ф. Ф. Исхаков, О. В. Серова. Динамика вегетационного индекса NDVI насаждений сосны обыкновенной (*pinus sylvestris*) в условиях загрязнения уфимского промышленного центра [Электронный ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38518449>.
7. NDVI – теория и практика [Электронный ресурс]. URL: <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html>.
8. Мониторинг количества термоточек [Электронный ресурс]. – URL: [https://maps.greenpeace.org/projects/hs\\_stats/](https://maps.greenpeace.org/projects/hs_stats/).
9. Дневник погоды [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/4690/2010/7/>.
10. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области» [Электронный ресурс]. – URL: <https://dlh.nso.ru/page/2245>.

© Д. А. Тужик, Л. К. Радченко, 2020