

общество, Воронежский государственный университет. Воронеж. 2013. С. 113–114.

6. Щербаков В.И., Пурусова И.Ю. Опасность загрязнения подземных вод // Экология и рациональное природопользование: материалы международной научно-практической конференции. Воронеж. 2007. С.74–75

7. Щербаков В.И., Пурусова И.Ю. Зоны санитарной охраны подземных источников водоснабжения // В сборнике: Высокие технологии в экологии труды 11-й Международной научно-практической конференции. 2008. С. 50–53.

8. ГН 2.1.5.2280-07 Гигиенические нормативы «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Доступ из справ.-правовой системы «Гарант». Источник: <https://base.garant.ru/12157244/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/>.

9. Shcherbakov V. I., Chizhik K.I., Konovalov N.P., Purusova I.Y. Energy efficiency of functioning of water reservoir wells and collecting conduit. Construction // The formation of living Environment. XXI International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering, 2018. 7 с.

УДК 528.8; 504.052

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ В РАЙОНЕ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ ИСКИТИМА ПО СНИМКАМ LANDSAT 8 И SENTINEL 2 В 2013-2020 ГОДАХ

Родионова Н.В.

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН,
Фрязинский филиал, г. Фрязино

В работе рассматривается применение мультиспектральных данных спутников Landsat 8 и Sentinel 2 для мониторинга территорий загрязнения в районах угольных разрезов (УР) с открытой добычей угля в Искитимском районе Новосибирской области за период 2013-2020 годов. Рассматривается изменение значений коэффициента отражения от поверхности и индекса снега NDSI в зимне-весеннее время и изменение NDVI в летнее время в районе Колыванского и Восточного УР и в районе п. Линево.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, мультиспектральные снимки, угольный разрез, загрязнение поверхности

Добыча угля открытым способом, его перегрузка и транспортировка оказывают негативное влияние на окружающую среду, загрязняя

поверхность и воздух выбросами твердых веществ в виде угольной и неорганической пыли, золы углей и сажи. Помимо этого, более активная добыча угля является причиной техногенных землетрясений из-за перемещения горных пород [1]. За последние 10 лет частота землетрясений в Новосибирской области увеличилась – это напрямую связано с активной добычей угля. Одно из последних землетрясений произошло в сентябре 2020 года в окрестностях Колыванского УР недалеко от села Усть-Чем.

Космические снимки дают возможность оценить площадь и степень загрязнения территорий, прилегающих к угледобывающим предприятиям, в основном, это касается периода таяния снега.

В данной работе проведен спутниковый мониторинг загрязнения снежного покрова на территории Искитимского района Новосибирской области вблизи Колыванского и Восточного УР и в окрестностях Новосибирского электродного завода в п. Линево по мультиспектральным данным космических аппаратов Landsat 8 и Sentinel 2 за период 2013–2020 годов.

Исходные данные. В качестве исходных используются снимки Landsat 8 OLI C2 L2 с радиометрической калибровкой и атмосферной коррекцией, бесплатный доступ к которым можно получить, к примеру, посредством сервиса EarthExplorer [2]. Используемые каналы (B2–B7) каждого снимка подвергались переводу значений яркости DN в значения отражательной способности подстилающей поверхности. Пространственное разрешение для мультиспектральных каналов составляет 30 м. Используются безоблачные снимки начала апреля (таяние снега) и летние (июль–август) 2013–2020 годов.

В работе также использованы мультиспектральные данные Sentinel 2 (S2) с высоким временным, пространственным и спектральным разрешением. В мультиспектральной камере 13 каналов с разным пространственным разрешением от 10 до 60 метров. Использовались данные съемочной системы S2 с уровнем обработки L2A в виде альбедо на нижней границе атмосферы (с атмосферной коррекцией). Работа с изображениями S2 осуществлялась программой SNAP [3]. Снимки Sentinel 2 используются для случаев, когда отсутствуют или покрыты облаками снимки Landsat 8 (L8).

На рисунке 1 приведен снимок S2, канал B4, дата съемки 02.04.2020, с характерным видом загрязнения снежного покрова в районе п. Линево (Новосибирский электродный завод), в районах Колыванского, Восточного, Ургунского, Горловского угольных разрезов и вдоль автомагистрали, по которой производится транспортировка уг-

ля. Показаны два профиля, по которым определялись изменения коэффициента отражения (КО), NDSI и NDVI в 2013–2020 годах.

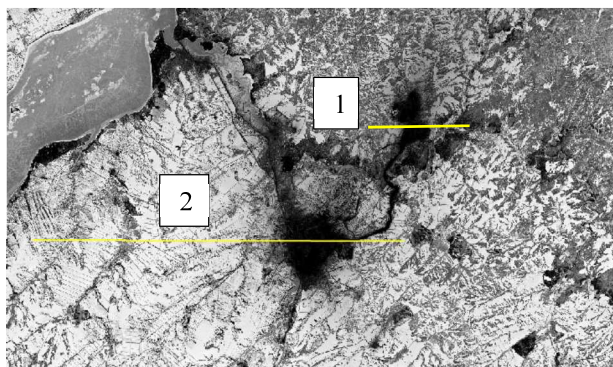


Рисунок 1 – S2, канал В4, дата съемки 02.04.2020. Два профиля, [1] – в районе Колыванского и Восточного УР, [2]- в районе п. Линево

Колыванский и Восточный УР. На рисунке 2 по снимкам L8 показана динамика изменения территорий Колыванского и Восточного УР за 2013-2020 годы.

Для оценки уровня загрязнения поверхности в зимне-весенний период используется оценка загрязнения снежного покрова в период таяния снега. Снежный покров, обладая кумулятивным эффектом, позволяет получать реальную суммарную величину выпадений загрязняющих веществ. Критерием оценки являются отражательные характеристики снежного покрова в различных спектральных каналах и снежные индексы [4]. На рисунке 3 приведены графики изменения коэффициента отражения и NDSI [5]– нормализованного индекса снега – вдоль профилей в районе Колыванского и Восточного УР в период снеготаяния для дат 09.04.2013 и 02.04.2020. Каждый профиль состоит из 14 точек. По оси абсцисс отложено расстояние в км от села Усть-Чем (значение 0 км соответствует точке с координатами 54°39'46''N, 83°44'05''E). NDSI определяется по формуле $NDSI = (Green - SWIR1) / (Green + SWIR1)$. Заснеженные участки характеризуются значениями $NDSI > 0.4$. Для чистого снега значение $NDSI \sim 1$. Значение NDSI может служить индикатором чистоты снега.

На рисунке 3 отмечаем уменьшение КО и NDSI за период 2013–2020 годов по мере увеличения территорий УР, что о росте степени загрязнения территории.

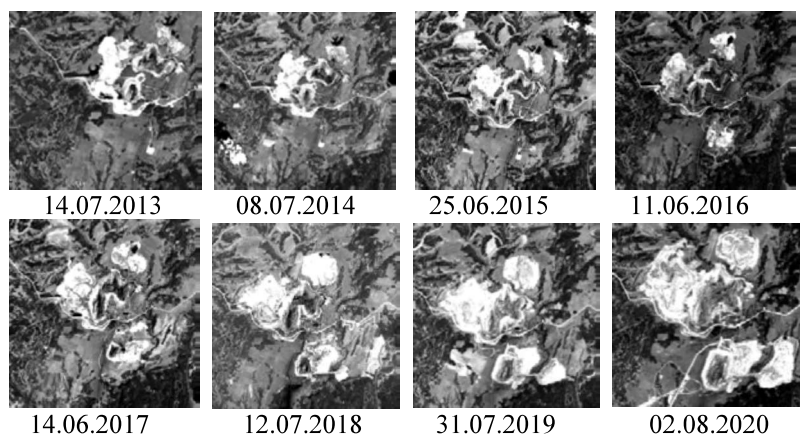
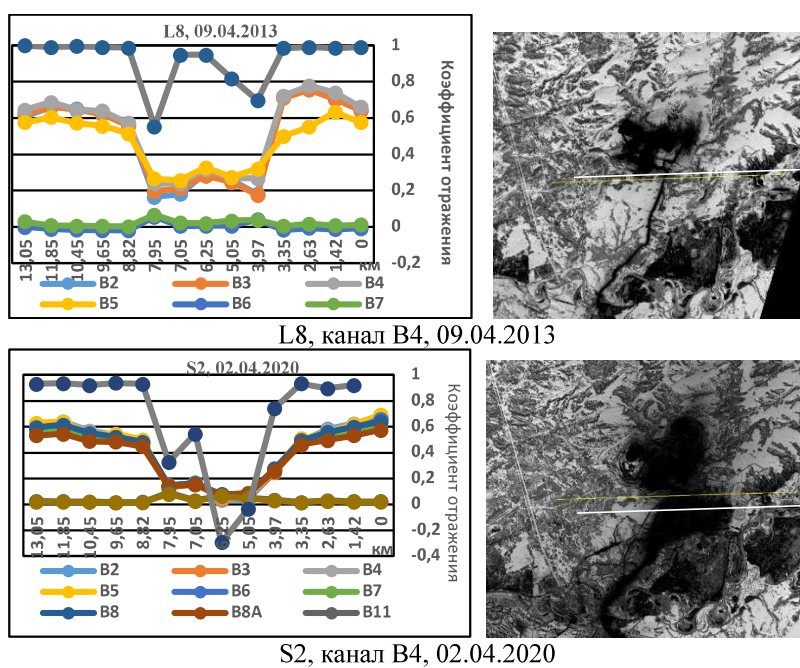


Рисунок 2 – Динамика изменения территорий Кольванского и Восточного УР с 2013 по 2020 годы по данным L8



L8, канал B4, 09.04.2013

S2, канал B4, 02.04.2020

Рисунок 3 – Графики изменения КО и NDSI для профиля в районе Кольванского и Восточного УР для апреля 2013 и 2020

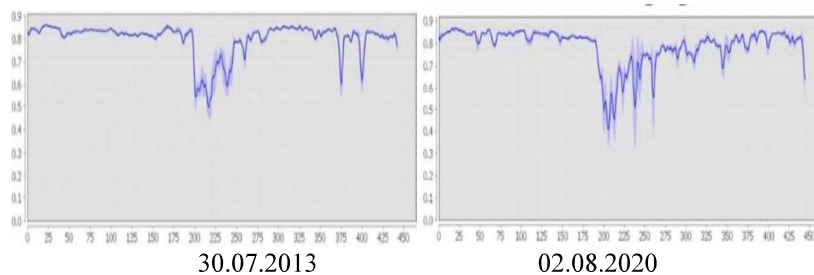


Рисунок 4 – Графики изменения NDVI для дат съемки 30.07.2013 и 02.08.2020

Для летнего периода на рисунке 4 показаны графики изменения $NDVI=(B5-B4)/(B5+B4)$ (L8) вдоль тех же профилей, что на рисунке 3, для 30.07.2013 и 02.08.2020 годов. Отметим уменьшение NDVI в направлении на Усть-Чем в 2020 году в сравнении с 2013 годом. Свое влияние оказал здесь, помимо Колыванского УР, Восточный УР, промышленная эксплуатация которого началась с 2016 года.

П. Линево (Новосибирский электродный завод). Новосибирский электродный завод (НЭЗ), введенный в эксплуатацию в 1974 году, находится на расстоянии 75 км к югу от Новосибирска в п. Линево. Выносы пыли от высотных труб НЭЗ, производств по переработке угля, карьерных работ, технологической трассы в окрестностях НЭЗ являются основными источниками загрязнения в районе п. Линево.

На рисунке 5 приведены графики изменения КО и NDSI для 9 апреля 2013 (L8) и 2 апреля 2020 года (S2) (снеготаяние) вдоль профиля из 12 точек, проходящего через п. Линево. По оси абсцисс дано расстояние в км от Обского водохранилища.

На основании рисунка 5 отмечаем увеличение зоны грязного снега в 2020 году в сравнении с 2013 годом 5 км в направлении на восток.

Для летнего периода построены графики изменения КО и NDVI для 30.7.2013 и 02.08.2020 (рисунок 6) вдоль того же профиля. Отмечаем значительное уменьшение NDVI для 2020 года в сравнении с 2013 для территорий к западу от п. Линево (территории сельхоз угодий).

Отметим в итоге, что спутниковые L8 и S2 данные фиксируют отрицательную тенденцию в значениях NDSI как индикатора чистоты снежного покрова для периода снеготаяния 2013–2020 годов, а также уменьшение значений NDVI как индикатора уровня биомассы для рассмотренных территорий.

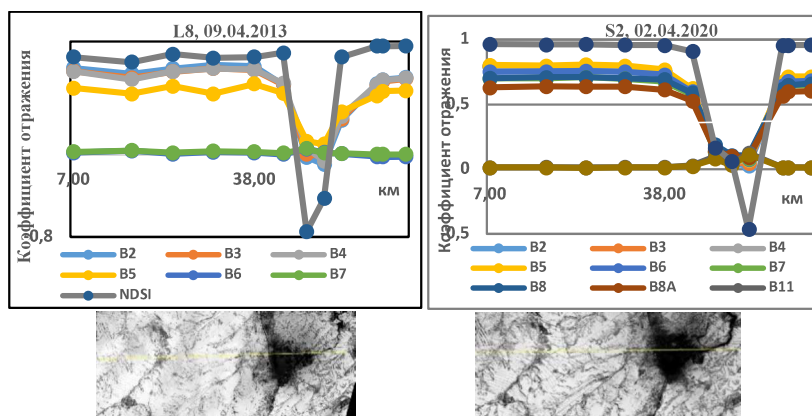


Рисунок 5 – Изменение КО и NDSI вдоль профиля для 09.04.2013 (L8, канал B4, pixel=30 m), и 02.04.2020 (S2, канал B4, pixel=10 m)

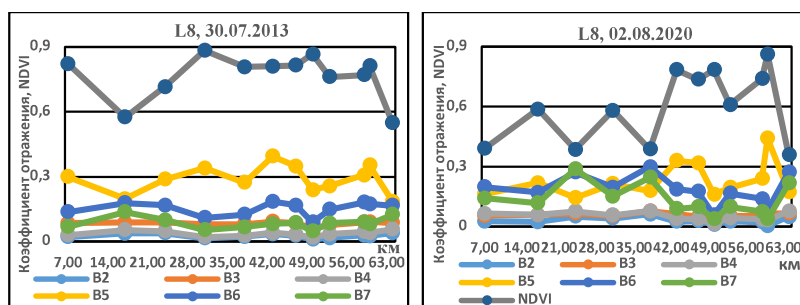


Рисунок 6 – Изменение КО и NDVI вдоль профиля в Линево для лета

Библиографический список

1. Будет хуже: почему недавнее землетрясение под Искитимом – ещё не самое страшное. Объясняет ученый. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ngs.ru/text/gorod/2020/09/28/69479455/>.
2. Search Criteria Summary. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov>.
3. The Sentinel-1 Toolbox. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/toolboxes/sentinel-1>.
4. Крутских Н.В., Кравченко И.Ю. Использование космоснимков Landsat для геоэкологического мониторинга урбанизированных территорий // Современ. пробл. ДЗЗ из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 159–168.

5. Hall D.K., Riggs G.A., Salomonson V.V. Development of methods for mapping global snow cover using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer data// Remote Sens. Environ . 1995. 54(2). P. 127–140.

УДК 630.165.41

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ ПО АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (BETULA PENDULA)

Самодурова Н.Н., Есякова О.А.

Сибирский государственный университет науки и технологий
им. академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

*В материалах представлена возможность оценки стабильности развития (степень флуктуирующей асимметрии) на примере листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula*) при биотестировании качества окружающей среды. Оценка флуктуирующей асимметрии (ФА) билатеральных организмов хорошо зарекомендовала себя при определении общего уровня антропогенного воздействия.*

Ключевые слова: флуктуирующая асимметрия, береза повислая, антропогенное загрязнение, качество окружающей среды

Современный уровень интенсивности антропогенной нагрузки вызывает серьезные опасения за качественные показатели окружающей среды. Экологическая безопасность становится одной из наиболее актуальных проблем и выдвигается на обсуждение не только региональных, но и более масштабных мероприятий.

Новые отрасли промышленных предприятий, инновационные способы получения энергии, применение новых веществ и материалов в непромышленной сфере без оказываемого должного внимания вопросам охраны окружающей среды и прогнозов воздействия деятельности на компоненты природной среды могут повлечь непредсказуемые последствия, с которыми общество не готово будет своевременно справиться.

Крупные промышленные города с высокой степенью урбанизации становятся эпицентром острых экологических проблем. Применение некачественного топлива как для автомобильного транспорта, так и бытовых котельных частного сектора, неконтролируемое использование антигололедных реагентов, нерегулируемый рост образующихся